



ALAP
2014
Colombia

XXVI CONGRESO DE LA
ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA
DE LA PAPA - ALAP

Papa, alimento ayer, hoy y siempre



Organizadores

**XXVI CONGRESO ASOCIACIÓN
LATINOAMERICANA DE LA PAPA - ALAP**

"Papa, alimento ayer, hoy y siempre"

Memorias

**XXVI CONGRESO ASOCIACIÓN
LATINOAMERICANA DE LA PAPA - ALAP**

"Papa, alimento ayer, hoy y siempre"

Memorias

*Bogotá, Colombia
Septiembre 28 - Octubre 2 de 2014*

Asociación Latinoamericana de la Papa - ALAP

XXVI CONGRESO ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE LA PAPA- ALAP

Papa, alimento ayer, hoy y siempre
MEMORIAS DEL EVENTO

© Asociación Latinoamericana de la Papa
Primera edición, 2014
400 ejemplares

Compilador: **Carlos Eduardo Núñez L.**

Profesor Asociado - Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá

Coordinador: **Luis Ernesto Rodríguez M.**

Profesor Asociado - Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá

Prólogo: **Teresa Mosquera V.**

Profesora Asociada - Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá

Asistente

Sergio M. Rugeles I.A.

Facultad de Ciencias Agrarias

Foto portada: tubérculos de variedad Criolla Colombia. © C. E. Núñez.

"Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin la autorización
escrita del titular de los derechos patrimoniales"

Impreso y hecho en Bogotá, Colombia, Septiembre 2014.

Diseño y diagramación:

Diego Sanabria Pinzón

Centro de Investigación y Extensión Rural

Impresión:

Imagen Segura S.A.

XXVI Congreso Asociación Latinoamericana de la Papa ALAP -

Papa, alimento ayer hoy y siempre : memorias del evento / Carlos Eduardo
Núñez Lopez ... [et.al.] ; compilado por Carlos Eduardo Núñez López ; coor-
dinado por Luis Ernesto Rodriguez Molano ; con prólogo de Teresa Mosquera.
- 1a ed. - Mar del Plata : Asociación Latinoamericana de la Papa- ALAP, 2014.
E-Book.

ISBN 978-987-45615-0-3

1. Resúmenes de Congreso. 2. Alimentos. I. Núñez López, Carlos Eduardo
II. Núñez Lopez, Carlos Eduardo, comp. III. Rodriguez Molano, Luis Ernesto,
coord. IV. Mosquera, Teresa, prolog.

CDD 641.352 1

Fecha de catalogación: 17/09/2014

XXVI CONGRESO ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE LA PAPA - ALAP

Papa, alimento ayer, hoy y siempre

COMITÉ ORGANIZADOR

Carlos Alberto Herrera H. Investigador Principal Transferencia - Red de raíces y Tubérculos, Corpoica

Germán David Sánchez L., Gestor de Innovación Red Raíces y Tubérculos, Corpoica

Héctor Villamil M., Gerente de Agricultura Colombia, McCain

Javier Pérez B., Director Departamento Técnico, Fedepapa

Julio Acevedo C., Director de Producción, Agrointegral Andina SAS

Luis Ernesto Rodríguez M., Profesor Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá

Teresa Mosquera V., Profesora Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá

Carlos Eduardo Núñez L. Profesor Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá.

Coordinador General - Presidente

COMITÉ CIENTIFICO

Internacionales

Agim Ballvora, Max Planck Institute – Alemania

André Devaux, Director Regional para Latinoamérica y el Caribe, Centro Internacional de la Papa-CIP, Quito, Ecuador

Arione da Silva Pereira, Líder del Programa de Mejoramiento Genético de Papa -Embrapa, Pelotas, RS, Brasil

Christiane Gebhardt, Max Planck Institute – Alemania

Marcelo Huarte, Jefe de Grupo de Investigación en Papa INTA, Balcarce - Argentina

Peter Kromann, Científico de la Papa Regional América Latina y el Caribe. CIP, Quito, Ecuador

Rafael Mora Aguilar, Profesor–Investigador, Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma de Chapingo- Méjico.

Stef de Haan, Líder Global Programa de Recursos Genéticos, Centro Internacional de la Papa-CIP, Lima-Perú.

Nacionales

Alba Marina Cotes., Directora de CBB - Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Corpoica

Alejandro Chaparro G., Profesor Universidad Nacional de Colombia - Facultad de Ciencias Dpto. Biología, Bogotá

Augusto Ramírez G., Profesor Universidad Nacional de Colombia - Facultad de Ciencias Agrarias, Bogotá

Carlos Eduardo Narvaez C., Profesor Universidad Nacional de Colombia - Facultad de Ciencias - Dpto. de Química, Bogotá

Carlos Eduardo Núñez L., Profesor Universidad Nacional de Colombia - Facultad de Ciencias Agrarias, Bogotá

Celsa García D., Profesora Universidad Nacional de Colombia - Facultad de Ciencias Agrarias, Bogotá

Daniel Uribe Vélez, Profesor Universidad Nacional de Colombia - Instituto de Biotecnología, Bogotá

David Cuellar G., Profesor Universidad Nacional de Colombia - Facultad de Ciencias Agrarias, Bogotá

Elena Paola González J., Profesora Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid - Medellín

Felipe Sarmiento S., Investigador Universidad Nacional de Colombia - Facultad de Ciencias Agrarias, Bogotá.

Gabriel Alvarado A., Asesor Dirección Investigación. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Corpoica

Gustavo Ligarreto M., Profesor Universidad Nacional de Colombia - Facultad de Ciencias Agrarias, Bogotá

Hermann Restrepo D., Profesor Universidad Nacional de Colombia - Facultad de Ciencias Agrarias, Bogotá

José Miguel Cotes T., Profesor Universidad Nacional de Colombia - Facultad de Ciencias Agrarias, Medellín

Juan Carlos Barrientos, Profesor Universidad Nacional de Colombia - Facultad de Ciencias Agrarias, Bogotá

Liz Patricia Moreno, Profesora Universidad Nacional de Colombia - Facultad de Ciencias Agrarias, Bogotá

Luis Ernesto Rodríguez M., Profesor Universidad Nacional de Colombia - Facultad de Ciencias Agrarias, Bogotá

Nancy Barreto T., Coordinadora de Investigación y Transferencia de Tecnología. CI Tibaitatá, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Corpoica

Sara del Castillo M., Profesora Universidad Nacional de Colombia - Facultad de Medicina, Dpto. de Nutrición, Bogotá

Silvia Restrepo R., Decana Facultad de Ciencias - Universidad de los Andes

Teresa Mosquera V. Profesora Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Coordinadora

PATROCINADORES

- DuPont de Colombia
- Federación Colombiana de Productores de Papa - FEDEPAPA
- ASOHOFRUCOL - Fondo Nacional de Fomento Hortofrutícola
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Universidad Nacional de Colombia, Dirección de Investigación y Facultad de Ciencias Agrarias, Bogotá.
- COLCIENCIAS
- GITAHPapa
- McCain Colombia
- AgroVent
- Instituto Colombiano Agropecuario- ICA
- COLINAGRO S.A.
- ABOCOL
- BASF
- UNITED STATES POTATO BOARD
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria- CORPOICA
- QUÍMICOS OMA S.A.
- CHEMTURA AGROSOLUTIONS
- PROGEST
- ARYSTA LIFESCENCE
- AGROINTEGRAL
- MOSAIC
- CETS TECH, LLC
- BAYER S.A.
- GREATER BOGOTÁ, Convention Bureau

PERSONAL ASISTENTE DE LA ORGANIZACIÓN

Estefanía Luengas. Bióloga M.Sc.

Andrés Felipe Alba I.A.

Iván Felipe Galvis I.A.

Tabla de Contenido

CONFERENCIAS MAGISTRALES

- 19 | Molecular and genomic tools to assist potato breeding. Gebhard, Christiane
- 20 | Using the potato genome for marker discovery, diversity studies and trait analysis. Sharma, S.K., McLean, K., Prashar, A., Hornyik, C., Bryan, G.J
- 21 | Estructura genética de poblaciones naturales de papas silvestres: Consecuencias de enfoques de muestreo y clasificación en la conservación y uso de germoplasma. Camadro, Elsa L.
- 22 | Los recursos genéticos de la papa en su centro de origen: Tomando el pulso a su conservación, evaluación y uso para lograr seguridad alimentaria y adaptación a los cambios globales. De Haan, Stef.
- 23 | Integrated Pest Management (IPM) in Andean highland potato production systems under a changing climate: lessons learned in Peru. Kroschel J., J. Alcázar, V. Cañedo, P. Carhuapoma, T. Miethbauer, B. Schaub, O. Zegarra.
- 26 | Mosca Blanca: El mejor vector del PVYV. Torrado-León, Edison.
- 28 | *Spongospora* diseases of *Solanum tuberosum*; South American origins and worldwide problems, requiring integrated management solutions. Falloon, Richard E and Merz, Ueli.
- 29 | Semilla de Papa en los Andes con Agricultores de Pequeña Escala: Una Nueva Mirada para el Siglo 21. Andrade-Piedra, J.; Kromann, P.; Otazú, V.; Orrego, R.; Chuquillanqui, C.; Pérez, W.; Forbes, G.
- 33 | Dissecting the component traits of drought tolerance in potato to enhance productivity under stress conditions. Khan, Awais.
- 34 | El rol de la papa para la Seguridad Alimentaria y Nutricional en la región Andina. Devaux, André, Ordinola, Miguel y Fernández, Juan Pablo.
- 36 | The Importance of Food Security Information for Decision Making in the Fight against Hunger. Melgar-Quinonez, Hugo.
- 37 | Patrón de consumo de alimentos de las familias vinculadas al circuito agroalimentario de la papa en cinco municipios de la región andina del departamento de Nariño. Del Castillo, Sara.

- 39 | Human simulated gut digestion and first-pass metabolism to identify bioactive antioxidant, anti-inflammatory and anti-tumorigenic metabolites generated by polyphenol-rich potato extracts and cooked potatoes. Kubow, Stan.

- 40 | Oportunidades y desafíos en la producción de papa destinada al procesamiento industrial. Caldiz, Daniel.

SIMPOSIO "TIZÓN TARDÍO LATINOAMÉRICA"

Conferencias Magistrales

- 43 | Recent developments concerning the population biology and management of *Phytophthora infestans* in the USA. Fry, William.
- 44 | Forward-reverse genetics and cisgenics to improve resistance in potato to late blight. Kushalappa AC, Yogendra KN, Sarkar K, Sarmiento F, Mosquera T, Rodrigues LE.
- 45 | Euroblight: A potato late blight network for Europe. Schepers, Huub; Hansen, Jens Grønbech; Lees, Alison, Leiminger, Jürgen

Presentación Países

- 46 | Situación del Tizón tardío en Chile. Acuña B. Ivette
- 47 | Situación del Tizón Tardío [*P. Infestans* (mont.) De Bary] en México. Mora Aguilar, Rafael, Villanueva Verduzco, Clemente, Lozoya Saldaña, Héctor.
- 50 | Situación del Tizón Tardío en Perú. Pérez, W.; Gamboa, S.; Forbes, G.A. y J. Andrade-Piedra.
- 54 | Situación del Tizón Tardío en Colombia. Restrepo, Silvia, Nustez, Carlos.
- 56 | Situación del Tizón Tardío en Costa Rica. Brenes, Arturo.
- 57 | Situación del Tizón Tardío en Argentina. Lucca, Ana M. F. y Huarte, Marcelo A.
- 59 | Situación del Tizón Tardío en Uruguay. Vilaró, Francisco.
- 60 | Situación del Tizón Tardío en Bolivia. Plata, Giovanna.

PANEL "CONSUMO Y MERCADO DE LA PAPA EN LATINOAMÉRICA"

- 63 | Consumo y mercadeo de la papa en Argentina. Huarte, M. A.
- 67 | A cadeia brasileira da batata – situação atual. Shimoyama, Natalino.
- 68 | Cambios y perspectivas del comercio de la papa en el Perú. Ordinola, Miguel.
- 70 | Consumo y Mercadeo de la papa en México. Mora Aguilar, Rafael, Villanueva Verduzco, Clemente.

- 74 | Consumo y Mercadeo de la papa en Colombia. García José Manuel.

RESÚMENES DE TRABAJOS

Agronomía - Presentaciones Orales

- 79 | Determinación voltamétrica de mancozeb, paraquat, glifosato, carbofurano y metomil en papa (*Solanum tuberosum*) proveniente de Ventaquemada Boyacá. Lara, Adriana.; García Mauricio.; y Chaparro Sandra.
- 80 | Clones de papa criolla (*Solanum tuberosum* Grupo Phureja) evaluados por su potencial de rendimiento y atributos de procesamiento. Ceron, María del S.; Molina, Yaquelin; Coronel, Baltazar; Marco Antonio Pérez; Prieto, Lena; Argüelles, Jorge; Álvarez, Claudia; y Uribe, Andrés F
- 81 | Condición física y calidad del suelo andino bajo el sistema de siembra de papa en guachado. Campo, José Manuel.; Volveras, Belisario.; Pérez, Olga Y.; y Germán Sánchez.
- 82 | El sistema de siembra de papa en guachado en la zona alto andina de Nariño. Volveras, Belisario.; Campo, José Manuel.; Pérez, Olga Y.; y Germán Sánchez.
- 83 | Tecnologías para la implementación de buenas prácticas agrícolas en zonas productoras de papa de Colombia. Espitia, Eduardo; y Martínez, Camilo.

Agronomía- Posters

- 84 | Produção e Qualidade da Batata em Três Épocas de Colheita Na Safra de Verão. Mendoza-Cortez, Juan W.; Pádua, Joaquim G.; Carmo, Ezequiel L.; Araújo, Thais H.; y CecílioFilho, Arthur B.
- 85 | Produtividade de cultivares de batata em três épocas de colheita na safra de inverno. Cecílio Filho, Arthur B.; Pádua, Joaquim G.; Mendoza-Cortez, Juan W.; Carmo, Ezequiel L.; y Araújo, Thais H.
- 86 | Produtividade e matéria seca de cultivares de batata em três épocas de colheita na safra de inverno. Pádua, Joaquim G.; Mendoza-Cortez, Juan W.; CecílioFilho, Arthur B.; Carmo, Ezequiel L.; y Araújo, Thais H.
- 87 | Adubação com boro e zinco em cultivares de batata na safra de inverno. Almeida, Hilário Jr.; Pádua, Joaquim G.; Carmo, Ezequiel L.; Araújo, Thais H.; y CecílioFilho, Arthur B.
- 88 | Adubação com boro e zinco em cultivares de batata na safra de verão. Almeida, Hilário Jr.; Pádua, Joaquim G.; Carmo, Ezequiel L.; Araújo, Thais H.; y CecílioFilho, Arthur B

- 89 | Eficiência produtiva de cultivares de batata nas condições agroecológicas brasileiras. Araújo, Thais Helena; Melo, Paulo César T.; Pádua, Joaquim G. P.; Spoto, Marta Helena F.; y Margossian, Priscila L.

- 90 | Respuesta de tres variedades de papa a la aplicación de fosfitos como estrategia de manejo de tizón tardío. Núñez, Carlos E.; Alba, Andrés F.; y Galvis, Iván F.
- 91 | Comparação de sistemas de preparo de solo e sucessão de poáceas para a cultura da batata e seus efeitos sobre atributos do solo e produtividade. Costa, Cristiano F.A.; Tavares, Paulo C.; Ragassi, Carlos F.; Guerra, Henrique P.; Ferronato, Evandro M.; y Araújo, Thais H.

Aspectos Socio Económicos - Presentaciones Orales

- 93 | Estrategias participativas de manejo sostenible en sistemas productivos con pequeños agricultores de los departamentos de Cundinamarca y Boyacá. Alvarez, Rocío.; Bello, Gabriel.; Camargo, Antonio.; Hortua, Omar; Moreno, Luisa.; Márquez Cardona, Maria del Pilar.; Rodríguez Perez, Loyla.; Saenz Aponte, Adriana.; Chaparro, Catalina Astrid; y Moncada, Luis.
- 94 | Worldwide sustainability issues in potato cultivation. A.J. Haverkort.; F. J. de Ruijter.; F. K. van Evert.; J.G. Conijn.; y B. Rutgers.
- 95 | Medición de atributos y preferencias de consumo de una papa fresca producida con bajo impacto ambiental. Lupin, Beatriz, Rodríguez, Elsa M. M. y Rodríguez, Julieta A.
- 96 | Nuevas estrategias de innovación social, para mejorar la adopción de tecnología y la asociatividad en el sistema productivo papa. Herrera, Carlos.; Moreno, José.; Cerón, María.; y Valbuena, Raúl.

Calidad Nutricional – Presentaciones Orales

- 99 | Influencia del pelado y el tratamiento térmico en el contenido de compuestos no nutritivos de 11 cultivares de Papa (*Solanum tuberosum*). Villacrés, Elena.; Guerrero, Estefanía.; Poveda, María.; Quelal, María.; Alvarez, Javier.
- 100 | Efecto de la variedad y el procesamiento en el contenido de compuestos y actividad antioxidante de la papa. Villacrés, Elena.; Tanquina, Irma.; Ramos, Milton.
- 101 | Contribución de *Solanum x ajahirui* y *Solanum x juzepczukii* de papa en la seguridad alimentaria del pueblo indígena Pakajaqi, Bolivia. Mamani, Eliseo; Choque, Elena; y Polar, Vivian.
- 102 | Bioaccesibilidad de carotenoides y antocianinas en papas cocidas. Burgos, Gabriela.; Munoa, Lupita.; Sosa, Paola.; Zum Felde, Thomas.; y Bonierbale, M. Díaz, Carlos.

- 103 | Contenido de proteína, hierro y zinc en el germoplasma colombiano de *Solanum tuberosum* Grupo Phureja. Peña, C.B.; Restrepo, L.P.; Narvaez, C.; Kushalappa, A. y Mosquera, T.
- 104 | Determinación de compuestos antioxidantes en clones de papa criolla (*Solanum phureja*) cosechados en dos localidades de Cundinamarca. Echeverry, Sandra M.; Ariza, Claudia; Cerón M. Socorro.; y García, Andrea E.

Calidad Nutricional – Poster

- 105 | Ability of NIRS to estimate total phenolic content of lyophilized potatoes. López, Ainara.; Arazuri, Silvia.; Jarén, Carmen.; Tierno, Roberto.; Riga, Patrick.; y Ruiz de Galarreta, José Ignacio.
- 106 | Identificación y cuantificación del contenido de carotenoides en una población *Solanum tuberosum* Grupo Phureja cocida. Díaz, W.S.; Piñeros, C. y Mosquera, T.

Enfermedades y Plagas – Presentaciones orales

- 109 | Presencia y actividad de vuelo de áfidos vectores de virus de la papa (PVY y PLRV) en Valles Andinos de la provincia de San Juan, Argentina. Ortego, Jaime.; Mazzitelli, Emilia.; Estrada, María.; Tornello, Simón.; Fernández, Teresa.
- 110 | Herramienta de apoyo a la toma de decisiones para el manejo del tizón tardío diseñada para el uso de agricultores de subsistencia. Pérez, W.; Orrego, R.; Ortiz, O.; Forbes, G.A. y J. Andrade-Piedra.
- 111 | Caracterización de la diversidad genética de *Phytophthora infestans* en España. Alor, Nestor; Magne, Jury; Rios, Domingo; y Ruiz de Galarreta, José Ignacio.
- 112 | Tratamiento de postcosecha para la eliminación de la Polilla Gutemalteca de la papa (*Tecia solanivora*). Lobo, M^a. Gloria; Cabrera, Raimundo; Perera Santiago; Bentabol, Antonio; y Ríos, Domingo.
- 113 | Principales nematodos fitófagos asociados con papa (*Solanum tuberosum*) en el noroeste de Argentina. Lax Paola; y Andrade Alberto J.; Rondan Dueñas Juan C.; DambrosiOrsini María N.; Velásquez Berta; y Doucet Marcelo E.
- 114 | Caracterización bioquímica y molecular de *Ralstonia solanacearum* causante de la marchitez bacteriana en papa en Costa Rica. Ramírez-Coché, José; Brenes-Angulo, Arturo; y Gómez-Alpízar, Luis.
- 115 | Diseño y desarrollo de un aplicativo móvil para la detección y manejo de insectos-plaga y enfermedades en el cultivo de la papa en Colombia. Barreto, Nancy; Español, Janet; Tami, Lina; Gómez, Verónica; Sierra, Elsi; y Espinosa, Edna.

- 116 | Efecto de la severidad del ataque de *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. en el rendimiento de diferentes genotipos de papa (*Solanum tuberosum* L.). Santa, Juan D.; Alvarado, Gabriel.; y Rodríguez, Luis E.
- 117 | Presencia del nematodo quiste de la papa *Globodera pallida* en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Cundinamarca y Nariño. Rojas, Diego; Carrión, Yamit.; Martínez, John.; Aguilar, Camilo; Argüelles, Jorge; y Pérez, Olga.
- 118 | Efecto de la presencia de nematodo quiste de la papa (*Globodera* spp.) en papa criolla (*Solanum phureja*) Var. Colombia. Gómez Arrieta, Rafael y González Pinzón, Milthon.
- 119 | Resistencia a *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary en clones promisorios de papa criolla (*Solanum phureja* Juz et Buk). Patiño Cardona, Jenniffer A.; Zuluaga Amaya, Catalina M.; y Cotes Torres, José Miguel.
- 120 | Evaluación de algunos factores asociados a la presencia del Potato yellow vein virus (PYVV) en los cuatro principales departamentos productores de Colombia. Torres, Diana M.; Hernández, Anngie K.; Martínez, John A.; Argüelles, Jorge.; y Pérez, Olga, Y.
- 121 | Distribución poblacional del nematodo quiste de la papa (*Globodera* spp.) en dos zonas productoras de los Municipios de Tausa (Cundinamarca) y Ventaquemada (Boyacá). Carrión, Yamit; Rojas, Diego; Guerrero, Omar; Hio, Juan; Argüelles, Jorge; y Pérez, Olga.
- 122 | Desarrollo de un sistema de alerta temprana para Tizón temprano de la papa en la zona sur de Chile. Acuña, Ivette; Sandoval, Camila; Mancilla, Sandra; Tejeda, Pamela y Vargas Mincy.
- 123 | Avances en el desarrollo de una estrategia de alerta sanitaria Virus- Vector para el cultivo de la papa en la zona sur de Chile. Acuña, Ivette; Sandoval, Camila; Bravo, Rodrigo; Gutiérrez, Mónica; Rosales, Marlene, Cisternas, Ernesto, Rojas Eladio, Mancilla, Sandra y Villagra, Marcelo.
- 124 | Predicción de la distribución potencial de *Phthorimaea operculella* (Zeller), mediante el modelo CLIMEX. Veneros, Jaris E.; Soplin, Hugo.; Miyashiro, Víctor.; Ibáñez, Nicolás.; y García, Magali.
- 125 | Modeling the correlation between late blight sporulation and climate variables to guide fungicide applications in Cundinamarca, Colombia. Luengas, E., Abril, A., Castro, J.C., Gonzalez, L.N., Navarro, C., Giraldo, D., Ramirez, J., Andrade-Piedra, J.L., Kromann, P., Forbes, G., Guhl, A., & Restrepo, S.

Enfermedades y Plagas – Posters

- 126 | Identificación de efectores de *Phytophthora infestans* expresados diferencialmente en el linaje clonal EC-1. Izarra, Myriam; Perez, Willmer; y Lindqvist-Kreuze, Hannele.
- 127 | Análisis metabólico de la defensa cuantitativa de papa a *P. infestans*. Kalenahalli, Yogendra N.; Kushalappa, Ajjamada C.; Sarmiento, Felipe; Rodriguez, Luis E.; y Mosquera, Teresa.
- 128 | Ocurrencia del virus del amarillamiento de las nervaduras de la hoja de la papa (PVV) en los cuatro principales departamentos productores de Colombia. Hernández, Anggie, K.; Torres, Diana, M.; Martínez, John, A.; Argüelles, Jorge, A.; Pérez, Olga, Y.
- 129 | Caracterización de los problemas fitosanitarios emergentes en el cultivo de la papa en los principales departamentos productores en Colombia: *Globodera pallida* y Potato yellow vein virus (PVV). Aguilar, Camilo; Hernández, Anggie; Martínez, John; Torres, Diana; Argüelles, Jorge; y Pérez, Olga.
- 130 | Combatiendo el Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*). Kromann, Peter; Taipe, Arturo; Pérez, Willmer; Gamboa, Soledad; Forbes, Gregory; Andrade-Piedra Jorge.

Estrés Abiótico- Presentaciones Orales

- 133 | Respuesta bioquímica de tres variedades Colombianas de papa (*Solanum tuberosum* L.) sometidas a estrés por déficit hídrico. Rodríguez, Pérez L.; Moreno, Fonseca L P.; y Núñez, López C E.
- 134 | Tolerancia a alta temperatura del germoplasma chileno de papa. Lizana, Carolina y Vargas, Constanza.
- 135 | Respuesta fisiológica de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) sometidas a déficit hídrico. Rodríguez, Pérez L.; Moreno, Fonseca L P.; y Núñez, López C E.
- 136 | Efectos de ácido salicílico y peróxido de hidrógeno en la termotolerancia y actividad catalasa en plantas de *Solanum tuberosum* L. infectadas por PVX o PVS. Aguilar-Camacho Miguel; López-Delgado Humberto A.

Estrés Abiótico- Posters

- 137 | Resistencia a sequía en variedades mejoradas de papa en Bolivia. Gabriel, Julio; Mamani, Pablo; Magne, Jury; Saavedra, Karina; Gonzáles, Edilio; y Angulo, Ada.
- 138 | Efectos de la sequía en la fisiología de genotipos de papa en Bolivia. Mamani, Pablo y Ledent, F.

Fisiología y Nutrición- Presentaciones Orales

- 141 | Eficiencia de uso de fósforo en distintos genotipos de papa cultivados en el Sur de Chile. Sandaña, Patricio A.; y Kalazich, Julio.
- 142 | Determinantes eco-fisiológicos del rendimiento en distintos genotipos de papa en respuesta a la fertilización fosforada. Sandaña, Patricio A.; y Kalazich, Julio.
- 143 | Distribución de biomasa de la variedad Criolla Guaneña (*Solanum phureja* Juz et Buk) bajo condiciones de Oriente Antioqueño. Saldaña Villota, Tatiana M.; Patiño Cardona, Jenniffer A.; y Cotes Torres, José M.
- 144 | Crecimiento de la variedad de papa Criolla Galeras (*Solanum phureja* Juz et Buk) bajo el efecto de densidades de siembra. Patiño, Jenniffer A. Saldaña, Tatiana M.; y Cotes, José M.
- 145 | Detección de glifosato o paraquat mediante un sensor colorimétrico de polidiacetileno. Moreno M., Yuri L., Reyes C, Julia C., y Chaparro A., Sandra P.

Fisiología y Nutrición - Posters

- 146 | Diferencias en la ruptura del reposo según variedad y tamaño de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*). Colnago, Paula.; Zaccari, Fernanda.; y Curbelo, Natalia.
- 147 | Influência da aplicação de fósforo e silício na cultura da batata. Soratto, Rogério P.; Fernandes, Adalton M.; Souza, Mayra R.; y Job, André Luiz G.
- 148 | Efecto de la aplicación foliar de K, B y Zn sobre el rendimiento y calidad del tubérculo en papa criolla (*Solanum tuberosum*, Grupo Phureja) cultivar Criolla Colombia. García, Gilder Poveda, Gabriel; Gómez, Manuel Iván; y Rodríguez, Luis Ernesto.
- 149 | Produtividade da cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica. Job, André Luiz G.; Soratto, Rogério P.; Fernandes, Adalton M.; y Tirabassi, Luís H.
- 150 | Rendimiento de tubérculos de cultivares de batata sob condições de estiagem. Da Silva, Giovani; da S. Pereira, Arione; Ponijaleki, Rubens y Carvalho, Agnaldo.
- 151 | Estimación del rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), mediante el uso de la herramienta AquaCrop-FAO, en Cundinamarca. Rojas, Ramos D.; Giraldo, Diana.; y Díaz, Eliecer.
- 152 | Produtividade de tubérculos de batata Markies sob doses de adubação potássica. Oliveira, Roberta C.; Luz, José Magno Q.; Oliveira, Gustavo A.; Aguilarr, Ariel S.; Nogueira, Pedro Augusto M.; y Silva, Izabela F.

- 153 | Respuesta diferencial de cuatro clones de papa infectados con *Candidatus Liberibacter solanacearum* o *Candidatus Fitoplasma* en condiciones *in vitro*. Gómez, Yadira.; Martínez, Ricardo; López, Humberto.
- 154 | Efecto de salicilato y peróxido de hidrógeno en *Solanum tuberosum* L. en la inducción de tolerancia a bajas temperaturas y su respuesta antioxidante. Torres-Valdés, NatzielyYamilé; López-Delgado Humberto A.
- 155 | Biopelículas bacterianas sobre hifas de hongos formadores de micorrizas arbusculares en la nutrición vegetal fosfatada en papa. Fernández, Belén R.; Rodríguez, Alia.; Uribe-Vélez, Daniel.

Genómica- Presentaciones Orales

- 157 | Mapeo por asociación para detectar genes candidatos de tolerancia a estreses abióticos en papa. Ritter, Enrique.; Aragonés, Ana.; Ruiz de Galarreta, José Ignacio.; Hernandez, Mónica.; Y Barandalla, Leire.
- 158 | QTL analysis in diploid populations of potato using the SolCAP SNP array. Manrique- Carpintero, Norma C.; Coombs, Joseph J.; Islam, Shafiqul; Veilleux, Richard E.; Buell, C. Robin y Douches, David.
- 159 | QTL analysis of tuber dormancy and apical dominance in diploid potato. Bisognin, Dilson; Manrique-Carpintero, Norma; Islam, Shafiqul; y Douches, David.
- 160 | A non targeted metabolomics approach reveals possible role of benzyloquinoline alkaloids in quantitative resistance to Late Blight in diploid potatoes. Sarkar, Kobir.; Kalenahalli, Yogendra N.; Kushalappa, Ajjamada C.; Sarmiento, Felipe.; Rodríguez, Luis E.; Mosquera, Teresa.
- 161 | Identification of allelic variants for quantitative resistance to late blight (*Phytophthora infestans*). Álvarez, M.F.; Angarita, M.; Bryan, G.; Delgado, C.; García, C.; Gebhardt, C. DeKöeyer, D.; Juyó, D.K.; Sarmiento, F.; Tai, H.; y Mosquera, T.
- 162 | Cuantificación de sacarosa, glucosa y fructosa y su asociación genética con marcadores SNP en *Solanum tuberosum* Grupo Phureja. Duarte-Delgado, D.; Narváez-Cuenca, C. E.; Núñez-López, C. E.; Restrepo-Sánchez, L. P.; Robledo, M. C.; Kushalappa, A.; y Mosquera-Vásquez, T.
- 163 | Identificación de variantes alélicas asociadas al rasgo textura en tubérculos de *Solanum tuberosum* Grupo Phureja. Guatque A., Restrepo Luz P., KushalappaA.y Mosquera T.

Genómica- Posters

- 164 | Evaluación de genes candidatos asociados a textura en *Solanum tuberosum* Grupo Phureja. Parra, M. A.; Guatque, A. y Mosquera, T.

Mejoramiento Genético – Presentaciones Orales

- 167 | Variation and genetics of quality traits in Ecuadorian potato landraces. Cuesta, Xavier; Christian Bachem; Adriaan van Heusden; Richard, Vissery Ben Vosman.
- 168 | Valor parental para el rendimiento bajo condiciones de altas temperaturas en clones de papa tolerantes al calor y resistentes al Tizón Tardío. Gastelo, Manuel; Díaz, Luis; y Bonierbale, Meridteh.
- 169 | Estimación de Heterosis en papa (*Solanum tuberosum*) para selección de progenitores por resistencia a *Phytophthora infestans*. Andrade, Alberto J., Capezio Silvia B., Huarte Marcelo A., y Velásquez Berta
- 168 | Selección Participativa de Variedades de Papa: Análisis disgregado por género- Caso Perú. Amaya, Nadezda; Bastos, Carolina; y De Haan, Stef.
- 170 | Selección de papas pigmentadas diploides con valor agregado. Palomino, Ladislao; Amoros, Walter; Burgos, Gabriela; Salas, Elisa; Bonierbale, Merideth; y Palomino, Jose.
- 172 | “Poderosa” variedad de papa para la sierra norte del Perú con resistencia a rancha y buena calidad culinaria. Otiniano, José, Cabrera, Héctor, Pérez, Juan M., Sánchez, Henry, y Gastelo, Manuel.
- 173 | Tres nuevas variedades de papa Criolla (amarilla), con alto valor agronómico, obtenidas mediante selección participativa en Colombia. Rodríguez, Luis Ernesto, Tinjacá, Sonia y Mosquera, Teresa.
- 174 | Evaluación y selección participativa de un nuevo clon venezolano de papa. Romero, Rafael.; Salas, José.; Mogollón, Norca.; Matehus, Juan.;Higuera, Caroly.; Valecillos, Carle.; Romero, Rubén.; Mora, Any.; Torres, Edith.; Toro, Moralva.; Monsalve, Néstor.; y Rangel, Yim.
- 175 | Estrategia de uso de la diversidad genética para estrés biótico y abiótico generados por el cambio climático, propuesta piloto para la mejora genética de la papa. Gabriel Alvarado y Luz Stella Barrero Meneses.
- 176 | Evaluación de materiales genéticos promisorios de la Colección Central Colombiana de papa (CCC) para mejoramiento por resistencia a *Tecia solanivora* Lepidóptera: Gelechiidae. Cely, Liliana; Barreto, Nancy; y Pérez, Olga.

- 177 | Evaluación de la difusión y adopción de las variedades de papa liberadas por el programa de mejoramiento de la Universidad Nacional de Colombia. Ñústez, Carlos E.; Barrientos, Juan C.
- 178 | Evaluación de la heredabilidad de la resistencia a Sarna común (*Streptomyces scabies*) en una población de *Solanum phureja* Juz et Buk. González Jaimes, Elena P.; Zuluaga Amaya, Catalina M.; y Cotes Torres, José Miguel.
- 179 | Un clon de papa (*Solanum tuberosum*) con tolerancia a gota, alto rendimiento, precocidad y con aptitud para uso industrial papa chips (Hojuelas). Valbuena, Raúl Iván; Coronel, Baltazar; y Arguelles Jorge.
- 180 | Valoración exploratoria de los contenidos de Fe y Zn en papas nativas de Bolivia. Julio Gabriel, Rubén Botello, José Luis Casazola, Ricardo Vera, Félix Rodríguez, Ada Angulo.

Mejoramiento Genético – Posters

- 181 | Caracterización de genotipos de papa frente a sequía. Magaña, Geraldina I.; Bedogni, María C.; Capezio, Silvia.; y Huarte, Marcelo.
- 182 | Resposta esperada de seleção para caracteres de rendimento e desordens fisiológicas para três populações híbridas de batata sob condições de calor. da S Pereira, Arione; Castro, Caroline M; Lenz, Emerson ; Kneib, Raquel; Terres, Laerte; Azevedo, Fernanda ; Rocha, Dediel ; y da Silva, Giovani.
- 183 | Clones de papa tolerantes a *Phytophthora infestans* y altas temperaturas en la Comarca NgäbeBuglé, Panamá. Gutiérrez, Arnulfo; Muñoz Fuentes, Jorge; y Pitti, Javier.
- 184 | Respuesta de Genotipos de Papa (*Solanum* spp.) al Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*) en el Valle de Toluca, México. Rivadeneira Jorge, Rivera Peña Antonio, Aguilar Victor, y Castillo Fernando, Corona Tarsicio.
- 185 | Respuesta de genotipos de papa (*Solanum* spp.) al déficit hídrico en Ecuador. Rivadeneira Jorge; Peña Robinson; León Juan; y Caballero David; Cuesta Xavier.
- 186 | Daño potencial de las heladas simulado por pérdida de área foliar, como efecto incrementado de cambio climático en zonas altoandinas productoras de Papa – Perú. Zúñiga, López L.N.; Lázaro Paitampoma N.D.; Camayo, N.; y Alfonso, R; Juan Montañez.
- 187 | Desarrollo de Ontologías para papas mejoradas. Hualla, Vilma R.; Gómez, Rene; Salas, Alberto; Salas, Elisa; Cordova, Raúl; De Haan, Stef; Bonierbale, MySimon, Reinhard.
- 188 | BIOMART: Integración de datos genotípicos, fenotípicos y climáticos de papa: experiencias en el Centro Internacional de la Papa (CIP). Cordova, Raúl; Tejada, Sofía; Salas, Elisa; Flores, Mirella; Simon, Reinhard; Bonierbale, MeridethyHualla, Vilma.
- 189 | Inducción de callos morfogénicos en 2 clones avanzados de papa empleando 2,4-D y 6-BAP. Mora-Herrera, Martha E., Rogel-Millan, Gloria., Domínguez-Arizmendi, Grisel., y López-Delgado, Humberto.
- 190 | Parámetros de estabilidad del rendimiento de seis genotipos de papa (*Solanum tuberosum* L.) en cuatro localidades – Cajamarca. Cabrera, Héctor; Vásquez, Víctor; y Colunche, Albarino.
- 191 | Evaluación de variables poscosecha en clones diploides de papa (*Solanum phureja*) con carne de color y su interacción con el ambiente. Galvis, Iván F y Ñústez, Carlos E.
- 192 | Caracterización de genotipos de papa por variables fisiológicas en relación a su tolerancia a estrés hídrico. Tagliotti M.; Bedogni MC.; Capezio, S.B.; y Huarte M.
- 193 | Evaluación de la resistencia a la sequía en genotipos promisorios de papa en Costa Rica. Brenes Arturo, Miranda Laura, Castillo Rolbin, Gómez-Apízar Luis.
- 194 | Identificación de clones de papa con diferentes niveles de dormancia en los tubérculos. Bisognin, Dilson; Pivetta, Carine; Bandinelli, Mauricio; y Ascoli, Claudinei.
- 195 | Evaluación de genotipos de papa (*Solanum tuberosum* L.) para caracteres reproductivos y agronómicos en Cuba. Salomón, Jorge L., Castillo, Juan G., Arzuaga, Jorge A., Torres, W. y A. Caballero.
- 196 | Caracterización de germoplasma de papa en respuesta a la infección con *Phytophthora infestans*. Deperi, Sofía I.; Bedogni, Cecilia; Capezio, Silvia; Forns, Alicia; y Huarte, Marcelo A.
- 197 | Comportamiento de genotipos de papa (*Solanum tuberosum* L.) en dos sistemas montañosos de Cuba, bajo condiciones de sostenibilidad. Castillo, Juan G., Salomón, Jorge L., Pérez, Aymara, López, Ibraim, Hernández, Victor, y Márquez, Maikel.
- 198 | Evaluación del rendimiento y variables poscosecha del grupo internacional de clones avanzados de región andina en dos ambientes de Colombia. Ñústez, Carlos E.; Ríos, Jairo.; Alba, Andrés F.; Galvis, Iván F.; Saldaña, Tatiana.; Patiño, Jennifer. y Cotes, José M.
- 199 | Introducción de germoplasma seleccionado del Centro Internacional de la Papa. González, Lourdes, Niño, Laura, y Osorio, Martha.

200 | Capacidad y eficiencia organogénica *in vitro* en genotipos de variedades locales de papa andina (*Solanum tuberosum*) del Noroeste Argentino. Velásquez, Berta; Curti, Ramiro; Salazar, Elsa; Alfaro, María; Atanacio, Yolanda; Carranza, Ana y Andrade, Alberto.

201 | Rendimiento y contenido de materia seca de genotipos de papa en condiciones de estrés hídrico a campo. Capezio, Silvia.; Bedogni, María C.; Tagliotti, Martín.; Gardey, Agustín.; y Huarte, Marcelo.

202 | Variedades de papa, adaptadas a diferentes sistemas de producción en Uruguay. Vilaró, Francisco L., y Gonzalez, Matías.

203 | Evaluación de variables agronómicas en clones diploides de papa (*Solanum phureja*) con carne de color. Galvis, Iván E.; y Núñez, Carlos E.

204 | Estrategias para la acumulación de alelos favorables en líneas selectas del programa de mejoramiento genético de papa de INIA-Chile. Muñoz, Manuel; Folch, Carolina; Orena, Sandra; Acuña, Ivette; Kalazich, Julio; y Winkler, Annelore.

205 | Evaluación del rendimiento de clones avanzados de papa (*Solanum tuberosum* L.) con pulpa pigmentada-Cajamarca. Tirado Malaver, Roberto Hugo; Tirado, Lara, Roberto.

Papa y Seguridad Alimentaria - Presentaciones Orales

207 | Nuevos enfoques para la seguridad alimentaria y nutricional alrededor de la papa. Ordinola, Miguel.; y Fonseca, Cristina.

208 | Variedades INIAP-YanaShungo e INIAP-PucaShungo: Una experiencia exitosa de innovación tecnológica y comercial con varios actores de la cadena en Ecuador. Monteros, Cecilia; Cuesta, Xavier; Montesdeoca Luis; Garófalo, Javier; Acosta, Martín; Espinosa Santiago; y Andarde-Piedra Jorge.

209 | Vínculos entre agricultura y nutrición: Un modelo para analizar sistemas productivos basados en papa en zonas rurales del Perú. Maldonado, Luis; Ordinola, Miguel; Hareau, Guy; Fonseca, Cristina; Suarez, Víctor; Astete, Laura; Marin, Margot; Penny, Mary; y Creed-Kanashiro, Hilary.

210 | Papas nativas colombianas como apoyo a la seguridad y soberanía alimentaria en zonas vulnerables de Boyacá, Colombia. Guevara, Rosa H (QEPD); Alzate, Gustavo; Devaux, André; Valero, David y Pérez, Olga.

211 | Situación de Inseguridad alimentaria en comunidades vinculadas al circuito agroalimentario de la papa, en la zona andina del departamento de Nariño, Colombia. Del Castillo Matamoros, Sara Eloísa; Heredia Vargas, Ana Patricia.; Zea León, María del Pilar.; y Suárez Higuera, Eliana Lorena.

Papa y Seguridad Alimentaria - Posters

212 | Kawsay: Una experiencia de Selección Participativa de Variedades (SPV) a favor de la seguridad alimentaria de los Andes. Fonseca, Cristina.; Ordinola, Miguel; Bastos Carolin; Gastelo Manuel; Analí, Janampa.; Stef, De Haan; y Noemí, Zúñiga.

Procesamiento y Poscosecha - Presentaciones Orales

215 | Modificación enzimática de almidones nativos de clones candidatos a registro de papa criolla (*Solanum tuberosum* Grupo Phureja) para elaboración de pasta tipo espagueti. Orozco, Johan S.; Quijano, Elvis J.; Prieto, Lena.; Figueroa, Luz M.; Cerón, María S.

216 | Producto de galletería con residuos generados en la extracción de almidón de clones candidatos a registro de papa criolla (*Solanum tuberosum* Grupo Phureja). Cárdenas, Angélica V.; Castro, Christian C.; Prieto, Lena.; Poveda, Juan C.; Cerón, María S.

217 | Interacción genotipo-ambiente en la calidad de tubérculos y frituras de papa. Vázquez C., M. Gricelda.; Rubio C., Oswaldo; Marrufo D., M. Luz.

218 | Producir semilla y papa comercial para la agroindustria tipo bastón que sustituya las importaciones de papa prefrita congelada del exterior. Andrade, Héctor J.; Mullo, Freddy.; Pozo, Aníbal.; Rojas, Vanessa.; Nenger, Nancy.

Procesamiento y Poscosecha - Posters

219 | Efecto de la condición poscosecha en la aptitud para cocción y/o fritura de nuevos cultivares de papa: Guaviyú (793101.3) y clon 93060.4. Zaccari, Fernanda.; Silveira, Ana Cecilia.; Jorcín, Lucía.; Vilaró, Francisco.

220 | Escaldado de papa en microondas con soluciones hipertónicas para prevenir el pardeamiento enzimático. Zaccari, Fernanda.; García Proccacini, Luz M.; Monti, María Cristina.; Agnelli, Miriam.

221 | Teor de gordura absorvido durante a fritura em batatas na forma de palha. Tavares, Paulo C.; Araújo, Thaís Helena.; Pádua, Joaquim G. P.; Spoto, Marta Helena F.; Margossian, Priscila L.

- 222 Cor de diferentes cultivares de batata fritas na forma de palha. Araújo, Thaís Helena.; Tavares, Paulo C.; Pádua, Joaquim G. P.; Spoto, Marta Helena F.; Margossian, Iobbi, Angélica C.
- 223 Calidad de cubos de papa tratados con inmersión en distintas soluciones hipertónicas. Ceroli, Paola.; Lagos, Gisela.; Campañone, Laura.; Monti, M. Cristina.; Agnelli, Miriam.

Producción de Semillas- Presentaciones Orales

- 225 Evaluación de 10 variedades de papas nativas para producir semilla pre básica bajo un sistema aeropónico. Medina, Sergio.; Chuquillanqui, Carlos C.; García, Ligia M.; Barona, Darío P.
- 226 Sustentabilidad de dos sistemas de producción de semilla pre básica de papa bajo invernadero. García, Magali.; Soplin, Hugo.; Ortiz, Oscar.; Chuquillanqui, Carlos.
- 227 Generación de una nueva área protegida para producción de papa semilla en San Juan, Argentina. Ortego, Jaime y Fontemachi, Enrique.
- 228 Semilla cortada en la República Dominicana. Rodríguez Gonzales, Persio Rafael; y Joyce, Peter.
- 229 Producción aeropónica de semilla pre-básica de papa (*Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum*). Una experiencia en Argentina. Acosta, Ariel.; de Hormaechea, José C.; González, Paola A.; Hernández, Walter A.; Juárez, Juan A.; Magnoni, Juan M.; Panunzio, María P.; Domínguez, María S.
- 230 Evaluación de potasio y calcio en hidroponía para la producción de semilla de genotipos avanzados de papa mexicanos. Flores-Gutiérrez, F.X.; Flores-López, R.; Mora-Herrera, M.E.; y Franco-Mora, O.
- 231 Evaluación de NPK en la producción de minitubérculos en hidroponía e invernadero. Flores, Román.; González, Amanda O.; Ramírez, Sandra.; Sotelo, Erasto.; y Marín, Maricela.

Producción de Semillas- Posters

- 232 Condutividade elétrica e densidade de plantas na produção de batata semente em aeroponia. Factor, Thiago L.; Calori, Alex H.; Purquerio, Luis F.V.; Miranda Filho, Hilário da S.; Feltran, José C.; Barbosa, Paulo J.R.; Feltran, Fulvio, S.
- 233 Avaliação agrônômica de biostimulantes na cultura da batata. Lima Júnior, S.; Factor, Thiago L.; Miranda Filho, Hilário da S.; y Barbosa, Paulo J.R.

- 234 Evaluación del potencial productivo de materiales contrastantes de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la producción de semilla pre-básica, núcleo PROINPA. Venezuela. Salas, José.; Romero, Rafael.; Mathus, Juan.; Higuera, Caroly.; Ramírez, Yram.; Montilla, Marisol.; Romero, Rubén.; Mora, Any.; Torres, Edith.; Toro, Moralva.; Monsalve, Néstor.; Rangel, Yim.; Uzcategui, Argilio.
- 235 Experiencia en el uso de la técnica de aeroponía para la producción de mini-tubérculos de papa en Colombia. Mateus- Rodríguez, Julián F.; Alzate, Leonel G.; Gutiérrez, Angélica Y.

Protección de Cultivos- presentación oral

- 237 Elaboración de un sensor colorimétrico para la cuantificación de carbofurano. Becerra M, Nathalie P.; Reyes C, Julia C.; Moreno M, Yuri L.; Chaparro A, Sandra P.
- 238 Phytoalert®: una herramienta eficiente para el control del Tizón Tardío en Argentina. Lucca, Ana M. F.; Rodríguez, Julieta A. y Huarte, Marcelo A.
- 239 Consorcios microbiales para control de NQP en papa. Palomino, Ladislao; Choque, Manuel.; Castillo, Mario.
- 240 Pest management implications when using precision agriculture in an irrigated potatoes cropping system. Rondon, Silvia I.; Horneck, Donald A.; Hamm, Philip B.

Recursos Fitogenéticos- Presentaciones Orales

- 243 Estudio del manejo de la diversidad de papa conservada *in situ* en el microcentro Cariquina grande, circundante al lago Titicaca, Bolivia. Mamani, Eliseo.; Terrazas, Franz.
- 244 Genética de poblaciones de las papas semi-silvestres grupo Araque en su hábitat natural en Huánuco, Perú. Núñez, Jorge.; Bernardo, Luz.; Tello, Milka.; Rodríguez, Flor.; de Haan, Stef.
- 245 Diversidad genética de papas nativas en la región suroeste del departamento de Junín, Perú. Roca, Luis A.; Núñez, Jorge.; Rodríguez, Flor.; de Haan, Stef.
- 246 Las papas antiguas de canarias: Introducción y diversidad. Ríos, Domingo y Ruiz de Galarreta, José I.
- 247 Caracterización morfológica de tubérculos de accesiones de papa *Solanum tuberosum* subsp. *andigenum* (Juz. & Bukasov) Hawkes del banco de germoplasma de tubérculos y raíces de Bolivia. Iquize Villca, Edwin y Rocabado, Carol.
- 248 Experiencias en la conservación *in situ* de papas nativas en el Resguardo Indígena del Gran Cumbal, Nariño – Colombia. Rosero, María G.; Ortiz Escobar, Amanda.; Tapie, William A.; Rosero, Deisy A.

CHARLAS TÉCNICAS COMERCIALES

- 251 | Bioestimulación Arysta Lifescience. Mensaje hacia la Productividad. Moreno, German & Orozco, Juan. Compañía Arysta Lifescience
- 254 | Consecuencias de un mercado cambiante para la cadena de papa. Oostewechel, Rene . GITAHpapa
- 256 | Innovations in potato storage. Kok, Paul. GITAHpapa
- 258 | MicroEssentials® SZTM. Nueva alternativa de Fertilizante fosfatado para la agricultura intensiva. Venegas, César; Hylton, Kenneth; Mesa, José Miguel. Compañía Mosaic.
- 259 | Obteniendo lo mejor de los tratamientos de fungicidas para el control de tizón tardío, una revisión. Vitti, Agnelo J.; Mejía Julián; y Muñoz, José R. DuPont.
- 260 | A new source of high quality potato seed. Martin, Carlos y Gagnon, André. PROGEST.
- 262 | Influencia en Control y manejo de Resistencia del Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*), con Zampro SC. Saenz, Carlos E. BASF
- 263 | CETS: Tecnología innovadora para una rápida producción de semillas de papa. Del Rio, Alfonso. CETS.

PRÓLOGO

En septiembre de 2012 en Uberlandia (Brasil), Colombia tuvo el honor de ser seleccionada para ser sede del XXVI Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa – ALAP 2014; el principal evento científico-técnico de papa en el contexto latinoamericano. Hemos asumido este compromiso con entusiasmo y responsabilidad, sabiendo que tendremos en nuestro país a notables colegas, productores y actores diferentes de la cadena de la papa, que comparten la pasión por esta noble especie, alimento fundamental de la humanidad. “*Papa, alimento ayer, hoy y siempre*” es el lema de nuestro congreso el cual exalta el papel que jugó, ha jugado y jugará la papa para la humanidad.

Al frente de su organización se encuentra la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Colombia y la acompañan en esta tarea, la Facultad de Ciencias de la Universidad de los Andes, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Corpoica, La Federación Colombiana de Productores de Papa-Fedepapa, Agointegral y McCain Colombia. El congreso tiene como objetivo socializar el conocimiento científico y técnico generado en los diferentes países de la región y fuera de ella. Se busca fortalecer la interacción entre investigadores, empresarios, agricultores, estudiantes y demás actores de la cadena de la papa en el contexto nacional e internacional, al igual que demostrar y promover su valor como alimento en el contexto regional y mundial.

El congreso está organizado en sesiones orales y posters: para presentaciones orales, en sesiones paralelas se seleccionaron 88 trabajos; la sesión de posters contará con 63 trabajos; se presentarán 11 conferencias magistrales y tendremos tres sesiones especiales: una que hemos denominado “Papa, seguridad alimentaria y calidad nutricional”, otra titulada “Simposio: El tizón tardío en Latinoamérica”, y una tercera, el panel “El consumo y mercadeo de la papa en Latinoamérica”.

El comité organizador local ha preparado un día de campo en un municipio cercano a la ciudad de Bogotá. En esta actividad esperamos que conozcan aspectos relevantes del sistema productivo de papa de la región central del país, y brindar un espacio para la integración y para fortalecer la camaradería.

Agradecemos a los científicos invitados de los países de fuera de la región, por su participación y contribución con el éxito de este congreso. De igual manera, a los investigadores que colaboraron con el Comité Científico, sin su participación la calidad del evento no sería la misma. Agradecemos a todos quienes enviaron sus resúmenes y a todos los participantes.

Por último, expresamos nuestros agradecimientos a las diferentes entidades públicas y privadas, nacionales y extranjeras, que han contribuido económicamente para cofinanciar este congreso y lograr su éxito.

Deseamos que el XXVI Congreso ALAP sea muy productivo para todos y esperamos que tengan una excelente estadía en Colombia.

¡Bienvenidos!

Comité organizador ALAP-2014

PROLOGUE

In September 2012 in Uberlandia (Brazil), Colombia had the honor of being selected to host the XXVI Congress of the Latin American Association of Potato - ALAP 2014; the main scientific and technical potato event in the Latin American context. We have assumed this responsibility with enthusiasm and commitment, knowing that we will have in our country notable colleagues, producers and different actors of the potato chain, who share a passion for this noble species, staple food of mankind. "*Potato, food yesterday, today and forever*" is the theme of our conference, which exalts the potato role, has played, plays and will play for humanity.

Leading its organization is the Faculty of Agricultural Sciences of the Universidad Nacional de Colombia, accompanied on this task by the Faculty of Science of the Universidad de los Andes, the Colombian Corporation for Agricultural Research-Corpoica, the Colombian Federation of Potato Producers-Fedepapa, McCain and Agroiintegral Colombia. The conference aims to socialize the scientific and technical knowledge generated in the different countries of the region and beyond. It seeks to strengthen the interaction between researchers, entrepreneurs, farmers, students and other stakeholders in the potato chain in the national and international context, as well as to demonstrate and promote its food value in the regional and global context.

The conference is organized in oral and poster sessions: for the oral presentations 88 papers were selected in parallel sessions; the poster session will feature 63 works; 11 lectures will be presented and we will have three special sessions: one which we have called "Potato, food safety and nutritional quality", another entitled "Symposium: Late blight in Latin America", and third a panel "Consumption and marketing of potatoes in Latin America."

The local organizing committee has prepared a field day at a suburb of the city of Bogotá. In this activity we hope you get familiar with relevant aspects of the potato production system in the central region of the country, and provide a space for integration and to strengthen the camaraderie.

We thank the invited scientists from countries outside the region, for their participation and contribution to the success of this conference. Similarly, we thank the researchers who collaborated with the Scientific Committee, without their participation the quality of the event would not be the same. We thank all those who sent their abstracts and all participants.

Finally, we express our thanks to the different public and private, domestic and foreign entities that have contributed financially to co-finance this conference and achieve its success.

We want the XXVI ALAP Congress to be very productive for all and we hope you have an excellent stay in Colombia.

Welcome!

Organizing Committee ALAP-2014

CONFERENCIAS MAGISTRALES

Molecular and genomic tools to assist potato breeding

Gebhardt, Christiane¹

¹ MPI for Plant Breeding Research, Germany. E-mail: gebhardt@mpipz.mpg.de

Research over the last 60 years has developed three new concepts for improving the potato crop by breeding: (i) the manipulation of cells and tissues *in vitro*, (ii) genetic engineering, and (iii) the prediction of phenotypic performance based on diagnostic DNA markers. *In vitro* techniques are today integral parts of the manipulation of ploidy level and the production of healthy seed potatoes. Novel characters have been introduced into potato by genetic engineering but this area suffers from legislation and lack of public acceptance, at least in Europe. The first diagnostic DNA-based markers reached the 'real world' of commercial variety development only few years ago. They are the result of nearly 30 years of genetic linkage analyses and, more recently, population genetics in diploid and tetraploid potato using DNA-based markers. Diagnostic markers are, for example, available for several major genes for resistance such as resistance to PVY and root cyst nematodes. However, many of the forty or so characters relevant for commercially viable potato varieties are however complex, meaning that they are controlled by multiple genetic and environmental factors. This implies that combinations of several diagnostic markers are required to predict phenotypic performance. Ideally such sets of markers originate directly from the loci that control trait variation. Examples for complex traits of high relevance in variety development are tuber yield and starch content, tuber reducing sugar content (determining processing quality), tuber susceptibility to bruising and quantitative resistance to late blight caused by *Phytophthora infestans*. Association mapping in populations of tetraploid varieties and breeding clones based on DNA polymorphisms in candidate genes was a successful approach for developing a first toolbox of diagnostic DNA-markers for tuber starch content, starch yield, reducing sugar content (processing quality), susceptibility to tuber bruising and field resistance to late blight. Candidate genes were first derived from the scientific literature and more recently *de novo* from comparative protein and transcript profiling experiments.

References

Draffehn AM, Li L, Krezdorn N, Ding J, Lübeck J, Strahwald J, Muktar MS, t Walkemeier B, Rotter B, Gebhardt C (2013). Comparative transcript profiling by SuperSAGE identifies novel candidate genes for controlling potato quantitative resistance to late blight not compromised by late maturity. *Front. Plant Sci.* 4: 423.

Fischer M, Schreiber L, Colby T, Kuckenberg M, Tacke E, Hofferbert H-R, Schmidt J, Gebhardt C (2013). Novel candidate genes influencing natural variation in potato tuber cold sweetening identified by comparative proteomics and association mapping. *BMC Plant Biology* 13:113

Gebhardt C (2013). Bridging the gap between genome analysis and precision breeding in potato. *Trends in Genetics* 29: 248-256.

Li L, Tacke E, Hofferbert H-R, Lübeck J, Strahwald J, Draffehn AM, Walkemeier B, Gebhardt C (2013) Validation of candidate gene markers for marker-assisted selection of potato cultivars with improved tuber quality. *Theor Appl Genet* 126: 1039-1052.

Urbany C, Stich B, Schmidt L, Simon L, Berding H, Junghans H, Niehoff K-H, Braun A, Tacke E, Hofferbert H-R, Lübeck J, Strahwald J, Gebhardt C (2011). Association genetics in *Solanum tuberosum* provides new insights into potato tuber bruising and enzymatic tissue discoloration. *BMC Genomics* 12:7.

Using the potato genome for marker discovery, diversity studies and trait analysis

Sharma, S.K.¹, McLean, K.¹, Prashar, A.¹, Hornyik, C.¹, Bryan, G.J.¹

¹The James Hutton Institute, Dundee, United Kingdom.

E-mail: glenn.bryan@hutton.ac.uk

The international Potato Genome Sequencing Consortium (PGSC) published the genome of the homozygous 'DM' genotype in 2011 [1]. The potato genome is highly duplicated and moderately repetitive, containing some ~39,000 coding genes, although the annotation is in need of significant improvement in the coming years, as many known functional genes remain unannotated. An updated version (v4.03) of the DM genome pseudomolecules has been published, along with a dense new linkage map based on various marker types [2]. The potato genome has led to the development of new genetic resources, for example a SNP platform comprising some 8300 markers based on the Illumina Infinium platform [3]. This platform has been used by several labs for making several new linkage maps and for QTL analysis of many traits. Examples are the tetraploid Genpop1 and diploid 06H1 populations which have been extensively phenotyped for many traits. A new method for using SNP dosage data in linkage mapping in tetraploid Potato has been recently published [4], as well as a new method for QTL analysis in autotetraploids [5]. The new SNP data has provided major insights concerning the genetic control of various traits, such as late blight and nematode resistance, as well as tuber traits, such as dormancy, shape and yield. At The James Hutton Institute we have also been using a 'genotyping by sequencing' (GBS) approach on a potato association mapping panel, comprising roughly 350 diverse varieties and breeding lines. GBS offers advantages of simultaneous genotyping as well marker discovery and alleviates issues arising from factors such as ascertainment bias. We have identified a large number of SNPs using GBS and these data are currently being used for genome-wide association genetic studies (GWAS) using trait data collected over two growing seasons in two diverse farm environments. GWAS offers significant advantages, such as increased mapping resolution, increased numbers of segregating traits, and greater allelic diversity than traditional mapping using bi-parental crosses. This approach is yielding useful information concerning trait genetic architecture as well as providing markers for future use in potato breeding programmes. Perhaps just as importantly the GBS analysis is providing a large number of new SNP markers that can be used in future mapping studies. In my presentation I will give examples of how we are using the potato genome in combination with some of these new genetic tools, such as SNP platforms, and novel potato populations to analyse several potato traits, such as resistance to *Phytophthora infestans* as well as quality and other

tuber traits. I will also discuss the challenges associated with deploying GBS and SNP genotyping in highly heterozygous tetraploid potato populations and association panels. Future scenarios regarding potato genotyping and trait analysis will be discussed.

References

- [1] Potato Genome Sequencing Consortium (2011) Genome sequence and analysis of the tuber crop potato. *Nature* 475: 189-197.
- [2] Sharma SK, Bolser D, de Boer J, Sonderkaer M, Amoros W, et al. (2013) Construction of reference chromosome-scale pseudomolecules for potato: integrating the potato genome with genetic and physical maps. *Genes Genomes Genetics* 3: 2031-2047.
- [3] Hamilton JP, Hansey CN, Whitty BR, Stoffel K, Massa AN, et al. (2011) Single nucleotide polymorphism discovery in elite north american potato germplasm. *BMC Genomics* 12:302
- [4] Hackett CA, McLean K, Bryan GJ (2013) Linkage Analysis and QTL mapping using SNP Dosage Data in a Tetraploid Potato Mapping Population. *PLOS ONE* 8: e63939.
- [5] Hackett CA, Bradsahw JE, Bryan GJ (2014) QTL mapping in autotetraploids using SNP dosage information. *Theoretical and Applied Genetics* (in press).

Estructura genética de poblaciones naturales de papas silvestres: Consecuencias de enfoques de muestreo y clasificación en la conservación y uso de germoplasma

Camadro, Elsa L.¹

¹ EEA Balcarce, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)-FCA, Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP); Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). E-mail: camadro.elsa@inta.gob.ar

En las primeras décadas del siglo XX, cuando recién comenzaban a vislumbrarse las potencialidades de los parientes silvestres de los cultivos en el desarrollo de variedades comerciales, se crearon los principales bancos de germoplasma del mundo, incluidos los de papa, con el objetivo de conservar la diversidad biológica. En las últimas décadas, dichos bancos se han vuelto activos en la provisión de germoplasma para investigaciones básicas y con fines de mejoramiento heredable, dada la estrecha base genética de muchos cultivos. Hasta el presente, y en amplia mayoría, las colecciones de papas silvestres (muestras de poblaciones naturales) se incorporan a los bancos con categoría específica, asignada en base a fenotipos morfológicos en relación a holotipos (ejemplar(es) herborizado(s), fotografía(s) o dibujo(s) utilizado(s) cuando se definió la especie), aplicando el concepto de especie taxonómica. Por eso, no se consideran las relaciones reproductivas (concepto de especie biológica) ni la variabilidad morfológica y genética esperable en la naturaleza. Este enfoque presupone que los distintos grupos de plantas están al final del proceso de especiación, por lo que los caracteres distintivos (y los genes que los gobiernan) están fijados. Los datos de pasaporte de las colecciones contienen fecha de colección y coordenadas geográficas, siendo escasa o nula la información sobre comportamiento reproductivo de las poblaciones muestreadas, variabilidad fenotípica en el sitio de colección y, entre otros, distribución espacial de las plantas muestreadas, número de plantas y de órganos reproductivos muestreados/planta, y composición final de la colección. Por eso, no puede saberse si las colecciones conservan las frecuencias alélicas de las poblaciones muestreadas o ha ocurrido deriva génica. Limitaciones similares se observan en la multiplicación *ex situ* en la que, además, se descartan plantas "fuera de tipo" porque no se consideran fenómenos como segregación génica ni interacciones genotipo x ambiente. Sin embargo, la variabilidad natural es muy amplia y atribuible a causas genéticas, ambientales y, como se ha demostrado más recientemente, epigenéticas. Para entender dicha variabilidad es necesario conocer, en primer término, la biología reproductiva de las poblaciones muestreadas. Más aún, los enfoques de muestreo y de clasificación del germoplasma silvestre tienen consecuencias directas en la conservación *ex situ* de frecuencias alélicas y en la eficiencia en el uso de dicho germoplasma en

el mejoramiento genético. De allí que se plantea la necesidad de discutir interdisciplinaria y objetivamente el tema para evitar/ minimizar la erosión genética *ex situ* y disminuir costos operativos en el desarrollo de variedades comerciales con germoplasma silvestre.

Referencias bibliográficas

- Camadro E.L (2012). Relevance of the genetic structure of natural populations, sampling and classification approaches for conservation and use of wild crop relatives: potatoes as an example. *Botany* 90: 1065-1072. DOI 10.1139/b2012-090
- Camadro E.L., Erazzú. E., Maune J.F., Bedognim.C.(2011). A genetic approach to the species problem in wild potatoes. *Plant Biology* doi 10.1111/j.1438-8677.2012.00563; 2012. *Plant Biology* 14 (2012) 543–554 PMID 22372767
- Hawkes, J.G.; Hjerting, J.P. (1969). *The potatoes of Argentina, Brazil, Paraguay and Uruguay. A biosystematic study.* Oxford University Press, Oxford, 525 pp.

Los recursos genéticos de la papa en su centro de origen: Tomando el pulso a su conservación, evaluación y uso para lograr seguridad alimentaria y adaptación a los cambios globales

De Haan, Stef¹

¹ Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú. E-mail: s.dehaan@cgiar.org

Introducción

La diversidad genética de los recursos genéticos de cultivos, especialmente del acervo genético de las especies cultivadas y los parientes silvestres (grupos taxón I y II), es la fuente principal de prospección y exploración para lograr seguridad alimentaria ante el crecimiento de la población humana y los cambios globales acelerados. Desde hace más de medio siglo se ha iniciado la conservación sistemática de los recursos genéticos de papa. ¿Pero son los recursos genéticos realmente en nuevo “oro verde”? Los programas de mejoramiento en la región han utilizado exitosamente los recursos genéticos de la papa. Pero a pesar de haber logrado avances muy significativos en la conservación y el uso de los recursos genéticos y paralelamente en la regulación global del acceso, aun existen muchos retos por lograr una mayor eficiencia en el uso de los mismos.

Objetivo

Proveer un panorama regional Latinoamericano de los avances y oportunidades para la conservación, evaluación y uso de los recursos genéticos de papa.

Materiales y Métodos

Este trabajo se basa en la compilación de diversos trabajos de investigación de la literatura, programas de investigación en la región y del Centro Internacional de la Papa (CIP). Para temas específicos, como son la conservación *in-* y *ex-situ*, evaluación de caracteres de interés, sistemas de documentación y/o aspectos regulatorios se ha realizado una revisión exhaustiva. El autor también toma casos propios de investigación en recursos genéticos realizados en el CIP.

Resultados

Una fortaleza en la región Latinoamericana es la presencia de recursos genéticos únicos y la capacidad creciente en muchos países para conservar y utilizarlo efectivamente. Algunas áreas de particular interés para la investigación futura sobre recursos genéticos de papa son: (i) cobertura efectiva de conservación de

especies silvestres y variedades nativas según análisis de vacíos (*gap analysis*), (ii) sistemas de monitoreo sistemático *in-situ* de variedades nativas y de parientes silvestres ante el cambio climático, (iii) herramientas predictivas para la identificación de caracteres de interés (como FIGS), (iv) sistemas digitales y de fácil acceso para la documentación de los recursos genéticos, (v) capacidad y coordinación regional de uso de los recursos genéticos de papa en programas de mejoramiento, (vi) casos pilotos para la implementación del Protocolo de Nagoya.

Conclusiones

La investigación sobre los recursos genéticos de papa puede beneficiarse de mayor coordinación regional. Especialmente los vacíos en la cobertura de acervo genético y los vínculos con los usuarios deben ser atendidos, pero también la conservación *in-situ*. Puede lograrse mediante redes temáticas y/o sistemas de información compartidas.

Referencias bibliográficas

- FAO (2010). Second Report on State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.
- Ramirez, M. (2008). Redes de recursos fitogenéticos en las Américas. Recursos Naturales y Medio Ambiente 53:85-92.

Integrated Pest Management (IPM) in Andean highland potato production systems under a changing climate: lessons learned in Peru

Kroschel J.¹, J. Alcázar¹, Cañedo V.¹, P. Carhuapoma¹,

T. Miethbauer¹, B. Schaub¹, O. Zegarra¹

¹ Centro Internacional de la Papa (CIP). E-mail: v.canedo@cgiar.org

Potato Production and Pest Problems

Potato (*Solanum tuberosum*) is cultivated in diverse agroecosystems, which harbor different insect pests; accordingly, potato farmers need appropriate site-specific pest control solutions. We developed Integrated Pest Management (IPM) strategies for potato production systems of the high Andes, where potato is mainly produced by small-scale farmers at altitudes between 2800 and 4200 m under rain-fed conditions. Potato cultivation is severely constrained by many pest problems, but farmers main response is to control infestations of Andean potato weevils (*Premnotrypes suturalis*, *P. vorax* and *P. latithorax*) by applying hazardous class Ia and Ib (e.g., carbofuran, metamidophos) insecticides. Andean potato weevils cause substantial yield losses that seriously threaten Andean farmers' food availability and food security. Losses largely vary (16–45%) even when insecticides are applied. If weevils are not routinely controlled, losses can even reach 80–100%. While Andean potato weevils represent the only major biotic insect pest constraint at altitudes above 3800 m, in inner Andean valleys, other important pests are the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella*, and the Andean potato tuber moth, *Symmetrischema tangolias*. Potato tuber moths are estimated to cause losses of up to \$500/ha per year. Farmers often mistakenly consider them to be only storage pests. Occasional pests are flea beetles (*Epitrix* spp.), infestations of which are kept under control by insecticide applications for the Andean potato weevil. There is evidence that the long-term use of pesticides has affected natural enemy populations and biological control.

From Research to Technological Innovations and Applicable Solutions

Three newly developed innovations are building the basis of an effective IPM approach that allows controlling Andean potato weevils (especially) and two potato tuber moth species with substantially reduced amounts of insecticides, or none at all. The innovations are (1) physical barriers, which inhibit the migration of Andean potato weevils into potato fields; (2) attract-and-kill (the two products AdiosMacho-Po and AdiosMacho-St), to control the potato tuber moth species *P. operculella* and *S. tangolias* in potato field and storage; and (3) a talcum- *Bacillus thuringiensis* subsp.

kurstaki (*Btk*) formulation and product to protect stored potatoes against *P. operculella* and *S. tangolias*. These technical innovations should be embedded into the best cultural practices of potato cropping (use of high quality pest-free seed, adequate crop rotation, optimal planting and harvest dates, best practices of weeding and hilling).

Economic and Ecological Benefits of the Agricultural Innovations

Plastic barrier: The economic and ecological benefit of the plastic barrier technology was evaluated in large-scale of-farm experiments with 40 potato farmers of two Andean communities at an altitude of 3,900 masl. The plastic barriers revealed a higher efficacy for the control of the Andean potato weevil than applications of insecticides: the level of damaged potatoes was reduced to <5-7%; in comparison, the damage level after control by insecticides was just down to a level of 18 and 20% on the demonstration fields in the two communities, respectively. The Environmental Impact Quotient (EIQ) for the use of plastic barriers resulted in 32.9/ha compared to 191.5/ha in fields managed by farmers using insecticides. The costs for the installation of the barriers largely depend on the plot size. The relatively higher costs on small potato plots outweigh the positive damage abatement effects if not higher potato prices are achieved as through organic potato. **Attract-and-kill:** At a droplet size of 100 µl and 2,500 droplets/ha, the two attract-and-kill products AdiosMacho-Po and AdiosMacho-St effectively reduce the male population up to 98%, depending on the size of the potato fields—the larger the fields the higher the efficacy. This reduced the infestation by >80% compared to non-treated fields. The application of attract-and-kill in simulated potato storage conditions reduced tuber infestation by >85% under high-moth densities. Per treatment, the costs are calculated between \$20 and \$30/ha, whereas under small scale farmers storage conditions the costs are less than \$1-2 (one drop of attract-and-kill/m² of storage area). The attract-and-kill strategy has the great advantage of achieving a good level of control at a very low and insignificant amount of insecticides (<15 ml/ha). Because of its specificity and application in droplets, it does not harm natural enemies and is consistent with the aims of IPM. **Talco-Btk:** The low amount of *Btk* in the formulation makes the product highly competitive and cost effective compared to chemical pesticides, with estimated product costs of \$3.50 for protecting 200 kg of potato.

From Research to Use

Training curriculum and capacity building

The introduction and diffusion of the IPM approach into pilot regions of the departments Junín and Huancavelica started in the

2010/2011 cropping period. Its main objective is to offer practical, economic, and ecological solutions to pest management for resource-poor farmers, while supporting the rehabilitation of an agroecosystem weakened over decades by the excessive use of insecticides. Agricultural extension staff and farmers were trained through formal curriculum and capacity-building, which also included economic considerations and farmers learning to do their own cost and benefit calculus for good decision making.

Generating new business opportunities

Plastic barriers: Plastic is a common material used in agriculture and elsewhere for different purposes, and is widely available in the Andean region in different qualities and sizes. Initially, we assumed that farmers or farmer groups could prepare and install the plastic barriers (0.40 m wide, of which 0.10 m are to be buried in the soil) from plastic material (3 m wide) available on the local market. However, the quality of the plastic varied greatly, which proved a major hindrance to adopting this technology. We thus started creating awareness in the private sector about new business opportunities and to introduce and make available plastic of an adequate size (40 cm wide) and high quality (UV-resistant with a duration of at least two to three years). In 2011, the company JAI PLAST in Lima started producing the material, which was then sold through a local retailer to farmers and organizations. This was an important step forward to delivering this technology to farmers and by linking them to the respective input market. To further promote this technology, retailers in different potato growing regions will be identified. **Attract-and-kill:** Before the attract-and-kill system can be put into practice, several prerequisites need to be met, including product registration according to national regulations. At present, the two products *AdiosMacho-Po* and *AdiosMacho-St* are in the process of registration at SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agraria) of the Ministry of Agriculture, Peru. Registration efficacy trials have been finalized both under field and storage conditions and the registration dossier prepared. **Talco-Btk:** The product *talco-Btk*, using the formulation developed by CIP, is currently being produced and sold to farmers by INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Huancayo), Peru, as well as by a farmer association (Empresa Comunal de Servicios Agropecuarios San Miguel de Collahuasi, ECSASMICO) in collaboration with SENASA in the department of Ancash. Plans are also underway to register and commercialize this product with the private sector in Peru so that it can be more widely distributed and used by farmers.

Starting Small and Scaling Up

Initial direct beneficiaries

The demand for organic certified food, both for the national and international market, has strongly increased in Peru. Native,

anthocyanin-rich potato with their colorful flesh has been discovered for the production of potato chips. Infestations of Andean potato weevils, however, severely constrain its cultivation, and seemingly render organic production unfeasible or unprofitable. However, the easy-to-use technology of plastic barriers has fundamentally contributed to obtaining the certificate for the organic production of native potatoes in the department of Huancavelica. Hence, direct beneficiaries are mainly small-scale farmers organized in farmer associations producing certified organic native potato.

The net economic benefits of plastic barriers in terms of damage abatement and cost effects depend significantly on market conditions and farmers' collective action to jointly install barriers on larger field sizes. At current farm gate prices the mean expected farmer benefit of barrier adoption is positive (US\$73/ha) but might not present a strong adoption incentive. Organic potato when successfully marketed with a high price premium can result in significant additional mean income of US\$8771/ha ('optimistic' scenario).

Adaptation of IPM to Future Climates and Pest Risks

Insect pest distribution and population growth potentials are mainly temperature-driven; hence a rise in temperature through global warming may either increase or decrease insect development rates and related crop damages depending on the insect species' optimum temperature range. Hence for better preparing policy makers and farmers and adapting IPM to new pest situations a better understanding is needed to predict potential changes in pest risks on global, regional and local scales. We use process-based climatic phenology models for potato pests and apply three risk indices (establishment risk index, ERI; generation index, GI; and activity index, AI) in a geographic information system (GIS) environment to map and quantify changes for climate-change scenarios of the year 2050 based on downscaled climate-change data of the A1B scenario from the WorldClim database. All applications and simulations are made using the Insect Life Cycle Modeling (ILCYM) software developed by The International Potato Center, Lima, Peru (www.cipotato.org/ilcym). *P. operculella*, e.g. will progressively increase its damage potential in all regions where the pest already prevails today, with an excessive increase in warmer cropping regions of the tropics and subtropics. Further, a range expansion into tropical temperate mountainous regions with a moderate increase of its damage potential is also predicted; i.e., that in Bolivia, Ecuador and Peru 44,322 ha, 9,569 ha, and 39,511 ha of potato will be under new risk of infestation. The Guatemalan potato tuber moth, *Tecia solanivora* (Povolny), is considered one of the most serious potato pests in Central and South America. Today, the pest is spread throughout Central America and is present in Colombia and Venezuela. In 1996, it reached Ecuador

but from where it didn't expand further yet into other countries of South America. However, in 1999 its introduction had been reported from the Canary Islands. Globalization and the trade of agricultural products will further increase the risk of the pests' range expansion. According to model predictions under current temperature conditions the pest may potentially expand into Peru and also to some potato growing areas of Bolivia and Chile. The future establishment, distribution and abundance of this pest will be affected by climate change. Global predictions for 2050 indicate a reduction in the high risk areas where the pest has been established (e.g., Guatemala, Honduras and Nicaragua). A slight range expansion is expected to Chile with a high establishment potential of the pest ($ERI > 0.8$). Further, by 2050 the abundance of the pest will potentially increase by 1 to 2 generations more per year in Central America and South America (e.g., Colombia, Ecuador, Peru and Venezuela).

Conclusions

The potential changes in pest risks call for creating better awareness and promote the inclusion of pest risks adaptation plans at country level. Further, the capacity of NPPO needs to be improved to adequately incorporate pest risk mapping results in adaptation planning of IPM to manage future pest risks on regional and country level.

Mosca Blanca: El mejor vector del PYVV

Torrado-León, Edison¹

¹ Profesor asociado, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Director Proyecto EntomA – Entomología en Acción, de NaturaVisión. E-mail: edisontorrado@naturavision.com

La “mosca blanca” o también conocida como “mosca blanca de los invernaderos” *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae), es una importante plaga que causa daños significativos a los cultivos agrícolas. Tiene una amplia distribución en diferentes regiones del mundo y es conocida por agricultores, asistentes técnicos y especialistas de la biología, ecología, comportamiento y manejo, debido a su gran capacidad polifágica, es decir la habilidad que tiene de alimentarse de diferentes especies de plantas que pertenecen a una abundante variedad de familias, así como por su estrategia reproductiva sexual y asexual, su dispersión y su capacidad de búsqueda del alimento, entre otras.

Se consideran como insectos de ciclo de vida con metamorfosis intermedia, debido a que pasan por un instar ninfal conocido como “pupa”, sin llegar a serlo en el sentido estricto de los insectos holometábolos o con metamorfosis completa. Pasan por los estados de huevo, cuatro instares ninfales (este último tiene una fracción de tiempo en pupa, antes de pasar al adulto) y los adultos macho y hembra. Tanto las ninfas como los adultos se alimentan de líquidos de la planta, que después de introducir sus piezas bucales de ingestión conocidos como estiletes hasta el floema, extraen continuamente la savia elaborada que circula por éste.

Como consecuencia de la alimentación se generan tres tipos de problemas, uno directo y dos indirectos. El directo se produce como resultado de la continua succión de la savia elaborada, lo que le disminuye a la planta su capacidad de entrega de nutrientes, conduciéndola a un debilitamiento que conlleva a una importante reducción de la producción. Por su parte, los daños indirectos, es decir aquellos causados por otros organismos producto de la presencia de las moscas blancas, se dan en dos vías; por un lado, debido a alimentación continua las ninfas y adultos generan cuantiosas excreciones líquidas que son ricas en azúcares, denominadas por esta razón como “miel de rocío”, esas microgotas por gravedad caen y se acumulan en las diferentes superficies de la planta, lo que sirve de alimento a un complejo de hongos conocidos como “fumaginas” por su particular color oscuro. Como consecuencia, la planta reduce dramáticamente su capacidad fotosintética y por lo tanto la producción de energía. El otro daño indirecto de la presencia de la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* en cultivos agrícolas, que también está relacionado con la alimentación, es que éstas se convierten en transportadores o

vectores pasivos de importantes virus de plantas; este es el caso de la mosca blanca con el virus del amarillamiento de las venas de la papa (PYVV por sus siglas en inglés). Esta enfermedad puede generar disminución considerable en la producción y es transmitida también a través de tubérculo semilla infectada.

El PYVV pertenece al género *Crinivirus* y a la familia de virus conocidos como *Closteroviridae*, nombre que es dado porque tiene forma de cordel o cordón. La razón de su aspecto es un factor muy importante y tiene una relación directa con el sitio de ubicación para ser transportado: el floema. Así, el virión o la partícula de virus individual que tiene capacidad infecciosa en forma de cordel se mueve fácilmente por el haz vascular y es en este sitio que es ingerido por las moscas blancas, una vez llegan con su estilete para tomar la savia. Los artrópodos con aparatos picadores chupadores tienen como estrategia liberar saliva en el sitio donde se alimentan, para posteriormente ingerir los líquidos, lo que no ocurre con las plagas masticadoras como lepidópteros o coleópteros. En este proceso también toman alimento más parte de la saliva. Este intercambio de saliva-alimento es lo que le conviene al virus para pasar a una nueva planta no infectada.

La estrategia de manipulación del virus a la mosca blanca se inicia con una de sus características sobresalientes y es el aspecto amarillo de las hojas, de donde proviene el nombre de virus del amarillamiento de las venas de la papa. Esto se da debido a que los viriones degeneran los cloroplastos y mitocondrias, lo que trae como consecuencia la alteración del metabolismo y la respiración. Para los adultos de la mosca blanca el color amarillo tienen un significado importante en la búsqueda del recurso, debido a que esta es una estrategia de ahorro de energía para localizar el alimento. La especie *Trialeurodes vaporariorum* tiene atracción hacia longitudes de onda de 540 nm, correspondiente al amarillo, es decir que de la reflexión del color verde de la hojas, solo perciben el amarillo (el verde es la mezcla de los colores primarios amarillo y azul). La atracción hacia las plantas con el virus que expresan el color amarillo es más fuerte y de esta manera toman rápidamente contenidos de savia más el virus. Otra manipulación del virus con las moscas blancas está relacionada con la obstrucción del floema que le producen a las plantas. Como consecuencia, los adultos permanecen menos tiempo en esta y salen a buscar nuevas plantas sanas, así el virus se distribuye rápidamente a plantas sanas.

La mosca blanca es el mejor vector del PYVV porque tiene alta movilidad, se deja “seducir” con atrayentes de color amarillo y es capaz de tomar el virus y depositarlo en nuevas plantas para que este se perpetúe.

Referencias bibliográficas

- Guzmán-Barney, M., A. Hernández y L. Franco-Lara. 2012. Tracking foliar symptoms caused by tuber-borne Potato yellow vein virus (PYVV) in *Solanum Phueja* (Juz et Buk) Cultivar "Criolla Colombia". *American Journal of Potato Research*. 90(3): 284-293.
- Jones, D. R. 2003. Plant viruses transmitted by whiteflies. *European Journal of Plant Pathology* 109: 195–219.
- Salazar, L., G. Müller, M. Querci, J. Zapata, y R. Owens. 2000. Potato yellow vein virus. Its host range, distribution in South America and identification as a crinivirus transmitted by *Trialeurodes vaporariorum*. *Annals of Applied Biology*. 137: 007–019.

***Spongospora* diseases of *Solanum tuberosum*; South American origins and worldwide problems, requiring integrated management solutions**

Falloon, Richard^{1,2} and Merz, Ueli³

¹New Zealand Institute for Plant & Food Research Limited, Lincoln, New Zealand. E-mail: richard.falloon@plantandfood.co.nz

²Bio- Protection Research Centre, Lincoln University, Lincoln, New Zealand

³Plant Pathology, ETH Zurich, Switzerland

Spongospora subterranea causes powdery scab of potato tubers, an important disease problem for all sectors of potato industries, including seed tuber production, and where crops are grown for fresh markets or for processing. The pathogen also infects potato roots, a stage that is increasingly recognised for harmful effects on plant growth and productivity, and as the source of rapid increases in soil inoculum.

Recent research has confirmed that *S. subterranea* probably originated from South America. The pathogen has spread throughout the world, most likely from Europe, as potato has been widely adopted for food production in temperate climates, as the international trade in seed potatoes has expanded, and as potato production has become increasingly intensified.

Spongospora zoospores, produced from long-living resting spores in sporosori, infect the roots of young potato plants. Zoospore multiplication and infection cycles follow and are probably responsible for harmful effects on host growth. Infections of host roots later develop into galls which mature to release many sporosori into the soil. Stolon infections develop as powdery scab lesions on tubers, which also contain many sporosori. Lesions on tubers reduce their quality for fresh market sale and for processing, and the disease on seed tubers is a likely source of transmission of the pathogen to future crops. The pathogen is also the vector of *Potato mop-top virus*, an important quality-limiting virus. Sporosori and resting spores can survive for many years, posing severe problems where potatoes are grown in short crop rotation cycles.

Several control methods have been tested as possible management options for *Spongospora* diseases of potatoes. Long crop rotation intervals are recommended between potato crops where powdery scab has previously occurred, and “biofumigant” crops may reduce soil inoculum levels. Soil- or seed tuber-applied sterilants and pesticides have been shown to reduce disease incidence and severity, but these are increasingly unacceptable in modern food production systems. Manipulation of soil environments with nutrient applications (e.g. zinc, boron, ammonium nitrogen, elemental sulphur), have been shown to reduce powdery scab on

harvested tubers, and irrigation management to avoid excessive soil moisture during tuber initiation may reduce the disease. Some potato cultivars are much less susceptible to powdery scab than others, so if cultivar choices are available, those that are resistant to the disease should be grown. Utilising effective host resistance to all stages of the pathogen life cycle (on roots and tubers) is likely to be the most acceptable and “sustainable” strategy for effective management of the economically important potato diseases caused by *S. subterranea*.

Like many soil borne diseases, those caused by *S. subterranea* pose severe problems for potato growers aiming to produce high-quality and high-yielding crops. Effective disease management is likely to be best achieved across all stages of crop management, using multiple disease control strategies. Solutions to the problems caused by *S. subterranea* require continued research effort, across the crop production and cultivar development science disciplines.

Semilla de Papa en los Andes con Agricultores de Pequeña Escala: Una Nueva Mirada para el Siglo 21

Andrade-Piedra, J.¹; Kromann, P.¹; Otazú, V.²;

Orrego, R.²; Chuquillanqui, C.²; Pérez, W.²; Forbes, G.³

¹ Centro Internacional de la Papa (CIP), Quito, Ecuador;

E-mail: p.kromann@cgiar.org

² CIP, Lima, Perú.

³ CIP, Beijing, China.

Introducción

Este artículo presenta algunas de las experiencias del Centro Internacional de la Papa (CIP), en alianza con varias instituciones nacionales de Bolivia, Ecuador y Perú, en relación a la producción de semilla de papa en los últimos años, especialmente con agricultores de pequeña escala. Se redefine el principal problema asociado con la semilla de papa, se describen nuevos estudios sobre degeneración de semilla, así como un marco conceptual para analizar proyectos de semilla, y se discuten nuevas técnicas para multiplicación rápida de semilla.

El problema central de semilla con agricultores de pequeña escala

Definir claramente un problema es el primer paso para solucionarlo. En el caso de la semilla de papa en países en desarrollo y con agricultores de pequeña escala, muchas veces se ha definido que el principal problema es el bajo acceso a semilla de calidad, es decir, que el agricultor no puede adquirir semilla de calidad. Esto implica que el agricultor no puede producir su propia semilla de calidad y por lo tanto la tiene que adquirir fuera de su propiedad. Sin embargo, la realidad es diferente.

El cultivo de papa se propaga vegetativamente a través de tubérculos. Esto hace que la semilla (o material de siembra) sea voluminosa, costosa, susceptible de ser afectada por patógenos y plagas que disminuyen su calidad sanitaria y difícil de ser almacenada. Como respuesta a esto, la gran mayoría de agricultores de pequeña escala de países en desarrollo prefieren dejar una parte de su cosecha para ser usada como semilla en el siguiente ciclo de cultivo. Desafortunadamente, muchas veces los tubérculos que son usados como semilla son aquellos que no se pueden vender o consumir por ser pequeños y/o estar afectados por plagas y enfermedades.

Es decir, el principal problema que tiene este tipo de agricultor no es el bajo acceso a semilla de calidad, sino la baja calidad de su semilla. Esto es particularmente importante en Perú y Bolivia,

donde muchos agricultores de pequeña escala cultivan variedades nativas, en las que no se dispone de semilla certificada. Al redefinir el problema central de la semilla en los Andes es posible redefinir también las tácticas para la producción y el manejo de la semilla.

Degeneración de semilla

La degeneración es “la pérdida de rendimiento del cultivo o del valor de mercado de los tubérculos debido a la acumulación de patógenos, en sucesivos ciclos de cultivo” (Thomas *et al.*, 2013). Este concepto es importante, pues uno de los factores que explica el bajo rendimiento en el cultivo de papa es la baja sanidad de la semilla que se debe, en gran medida, precisamente a la degeneración. De hecho, si no ocurriera la degeneración se podría utilizar la semilla en forma indefinida, ya que mantendría su sanidad. Al mismo tiempo, la degeneración de semilla fue la causa de que se iniciara la producción de semilla certificada en países del norte a inicios del siglo 20.

Los principales patógenos que causan degeneración a nivel mundial son los virus, pero en zonas altas de los Andes hay otros patógenos que causan degeneración, como *Rhizoctonia solani*, *Spongospora subterranea*, *Streptomyces scabies*, *Verticillium dahliae*, *Fusarium* sp., *Thecaphora solani*, *Phytophthora erythroseptica*, *Meloidogyne* sp., *Globodera* spp., *Nacobbus aberrans*, entre otros (Fankhauser, 2000; CABI-CIP-PROINPA, 2004).

Nuevo paradigma para manejar la degeneración de semilla

El paradigma tradicional propone que la degeneración de semilla se maneje casi exclusivamente mediante la compra de semilla sana producida fuera de la finca, principalmente certificada. Sin embargo, en la mayoría de países en desarrollo con cultivos de seguridad alimentaria, como la papa, producidos por pequeños agricultores en zonas de difícil acceso y con alta biodiversidad, el uso de semilla certificada permanece bajo: 2% en Colombia (Acuerdo de Competitividad de la Cadena Agroalimentaria de la Papa, 2010); 0,4% en Perú (INIA, 2014); y 2,9% en Ecuador (ESPAC, 2012). Esto a pesar que se han hecho inversiones significativas a lo largo de muchos años.

Para agricultores de pequeña escala de países en desarrollo, el nuevo paradigma propuesto por CIP y sus socios para manejar la degeneración de semilla en cultivos de propagación vegetativa, considera la integración de tres tácticas (Figura 1) (Thomas *et al.*, 2013), en ese orden de importancia:

Uso de variedades resistentes, que implica un fuerte trabajo de mejoramiento genético para generar este tipo de variedades y disseminarlas. Para el caso de virus hay buenas fuentes de resistencia



Figura 1. Tácticas para manejar la degeneración de semilla.

que parecen ser estables. Sin embargo, en variedades nativas este trabajo es un reto complejo, pues su número es muy alto.

Manejo de semilla en finca, que implica reconocer y mejorar los sistemas informales de semilla, a través del fortalecimiento de las capacidades de los agricultores, para que sean capaces de mantener la sanidad de su semilla, mediante técnicas como la selección positiva, rotaciones adecuadas de cultivos y almacenamiento adecuado de la semilla (ver por ejemplo, Orrego *et al.*, 2011; Montesdeoca *et al.* 2012).

Compra de semilla sana producida fuera de la finca, que implica reconocer y mejorar los sistemas formales, por ejemplo, a través de una mayor participación del sector privado y el uso de sistemas de semilla de calidad declarada (FAO, 2006), para que se pueda producir y comercializar semilla de alta sanidad, en el momento, cantidad, precio y variedad adecuados.

Al momento, el Programa de Investigación del CGIAR de Raíces, Tubérculos y Bananas (CRP RTB por sus siglas en inglés) se encuentra realizando estudios de degeneración en cinco cultivos propagados vegetativamente (papa, camote, yuca, banano y ñame) a nivel global (CRP RTB, 2014). Estos estudios proveerán la base científica para diseñar e implementar tácticas de manejo de la degeneración de semilla, con especial énfasis en el desarrollo y uso de variedades resistentes a la degeneración y al manejo de semilla en finca.

Marco conceptual para analizar intervenciones en semilla

Uno de los campos de mayor inversión en la investigación y desarrollo (I&D) del cultivo de papa ha sido la semilla. Prácticamente todos los proyectos de I&D relacionados con el cultivo de papa en los Andes tienen componentes importantes de semilla. Lamentablemente, la mayoría de estos proyectos se han enfocado en mejorar el acceso a semilla sana producida fuera de la finca, especialmente certificada. Años de experiencia y un aparente fracaso han mostrado que esta táctica no es suficiente para

agricultores de pequeña escala y que necesita ser complementada con las dos tácticas mencionadas anteriormente: uso de variedades resistentes y manejo de semilla en finca. Al mismo tiempo, los aprendizajes fruto de estas experiencias no han sido asimilados y es común observar que nuevos profesionales insisten en únicamente mejorar el acceso a semilla certificada.

Para subsanar esto, el CRP RTB y sus socios han diseñado un marco conceptual para analizar proyectos de semilla de papa y extraer lecciones y buenas prácticas, con dos fines: (i) apoyar a instituciones de desarrollo en el diseño, implementación y evaluación de nuevos proyectos de semilla; y (ii) apoyar a instituciones de investigación a desarrollar y refinar hipótesis relacionadas con el tema de semilla.

Este marco conceptual analiza varias dimensiones del tema de semilla, incluyendo calidad, acceso, disponibilidad, políticas, regulaciones, sostenibilidad, equidad y género, desde la perspectiva de diversos actores: usuarios de semilla, proveedores de semilla, investigadores y políticos (Sperling *et al.*, 2013). Al momento, 10 proyectos de semilla (con sistemas formales, informales, mixtos y de emergencia) de papa, camote, yuca, banano y ñame están siendo analizados a nivel global.

Nuevas técnicas para multiplicación rápida de semilla

Como se mencionó antes, CIP y sus socios consideran que las dos principales tácticas para manejar la degeneración de semilla con agricultores de pequeña escala son el uso de variedades resistentes a degeneración y el manejo de semilla en finca. Sin embargo, la compra de semilla sana producida fuera de la finca, especialmente certificada, no se la puede obviar y más bien hay que fortalecerla, teniendo claro que los principales usuarios de esta semilla serán productores de mediana y gran escala principalmente de variedades mejoradas, ya que los productores de pequeña escala es bastante probable que continúen dando prioridad al uso de semilla propia, es decir, a mantener una parte de su cosecha para usarla como semilla en el siguiente ciclo de cultivo.

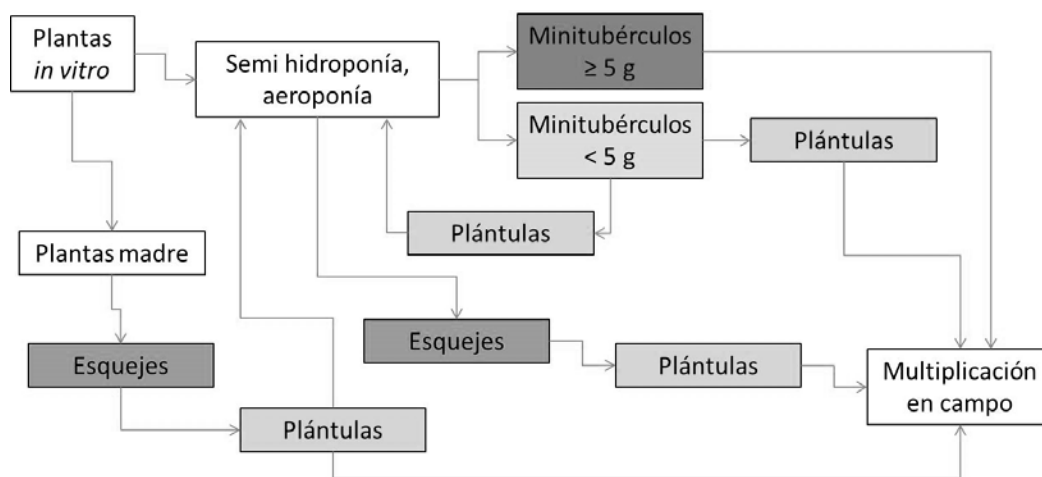


Figura 2. Ejemplo de un sistema integrado de producción de minitubérculos en el que se combina el uso de plantas *in vitro*, plantas madres, esquejes, semi hidroponía y aeroponía.

En los últimos años, la aeroponía ha recibido una gran atención por parte de la comunidad de I&D de papa. En la aeroponía las raíces de las plantas crecen suspendidas en el aire, dentro de cajones cerrados (también llamados módulos) y son alimentadas mediante una solución nutritiva, que es nebulizada y que puede ser recirculada. No hay sustratos sólidos para sostener las raíces, lo que permite disminuir el impacto ambiental y los costos de producción, así como aumentar la sanidad.

Como tecnología de multiplicación rápida de semilla, la aeroponía ayuda a manejar la degeneración de la semilla de papa, a través del mejoramiento de los sistemas formales de semilla, es decir, aquellos que producen y distribuyen semilla certificada. Mediante la aeroponía, es posible producir una gran cantidad de minitubérculos de papa (llamados también tuberculillos), correspondientes a la categoría de semilla prebásica, a un menor costo, con mayor sanidad y en mayores volúmenes (Mateus-Rodríguez *et al.*, 2013). Al disponer de grandes cantidades de minitubérculos de alta calidad y bajo costo, es posible reducir el número de multiplicaciones en campo, lo que genera que la semilla certificada, que se obtiene al final de estos ciclos de multiplicación, tenga mayor sanidad y esté disponible en menor tiempo y a menor costo.

CIP y sus socios, conscientes de que la aeroponía puede estar generando expectativas sobredimensionadas, han definido el perfil de las instituciones que están en capacidad de implementar la aeroponía. También han diseñado una metodología para evaluar los riesgos que pueden hacer fracasar a la aeroponía y de esta manera orientar a los posibles usuarios y brindarles alternativas tecnológicas que sustituyan o complementen a la aeroponía (CIP, INIAP, CORPOICA, 2014). En ese sentido, la propuesta es que la aeroponía sea parte de un sistema integrado de producción de minitubérculos en el que se combinen varias tecnologías (Figura 2).

Conclusión

En este artículo se presenta una nueva mirada al tema de semilla de papa en los Andes. Esto incluye redefinir el problema central relacionado con la semilla (baja calidad), rescatar el concepto de degeneración y estudiarlo a profundidad, desarrollar un marco conceptual para analizar proyectos de semilla, y reconocer las ventajas y limitaciones de tecnologías muy llamativas, como la aeroponía. Este análisis abre nuevas perspectivas para contribuir a generar un cambio profundo en la manera en la que se interviene en el tema de semilla en el siglo 21 en los Andes, especialmente con agricultores de pequeña escala.

Referencias bibliográficas

- CABI Bioscience (CABI Bio), Centro Internacional de la Papa (CIP); Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos (PROINPA). 2004. Integrated management of bacterial wilt and soil-borne diseases of potato in farmer communities of the inter-Andean valleys of Peru and Bolivia. Research for Development Project Record. Department for International Development (DFID). <http://r4d.dfid.gov.uk/Project/2870/> (consultado 27 agosto 2014)
- Chang, D.C., C.S. Park, S.Y. Kim, S.J. Kim, and Y.B. Lee. 2008. Physiological growth responses by nutrient interruption in aeroponically grown potatoes. *American Journal of Potato Research* 85: 315–323.
- Christie, C.B., and M.A. Nichols. 2004. Aeroponics: a production system and research tool. *Acta Horticulturae* 648: 185–190.
- Centro Internacional de la Papa (CIP), Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). 2014. Manual para la Producción de Semilla de Papa usando Aeroponía. Diez años de Experiencias de Colombia, Ecuador y Perú. Quito, Ecuador. En preparación.

- CGIAR Research Program on Roots, Tubers and Bananas (CRP RTB). 2014. <http://www.rtb.cgiar.org/seed-degeneration-of-roots-tubers-and-bananas/> (consultado 26 agosto 2014)
- Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC). 2012. http://www.inec.gob.ec/estadisticas/?option=com_content&view=article&id=103&Itemid=75 (consultado 6 julio 2014)
- Fankhauser, C. 2000. Seed-transmitted diseases as constraints for potato production in the tropical highlands of Ecuador. PhD dissertation. Swiss Federal Institute of Technology Zurich. 125 p.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2006. Quality declared seed system. FAO plant production and protection paper 185. Rome. <http://www.fao.org/docrep/009/a0503e/a0503e00.htm> (consultado 27 agosto 2014)
- Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria (INIA). 2014. Tasa de uso de semillas certificadas de papa fue 0.4% en campaña pasada. Agencia Agraria de Noticias. Perú. <http://agraria.pe/noticias/tasa-de-uso-de-semillas-certificadas-de-papa-fue-04-en-campana-pasada> (consultado 27 agosto 2014)
- Mateus-Rodriguez, J.R., De Haan, S., Andrade-Piedra, J.L., Maldonado, L., Hareau, G., Barker, I., Chuquillanqui, C., Otazú, V., Frisancho, R., Bastos, C., Pereira, A.S., Medeiros, C.A., Montesdeoca, F., and Benitez, J. 2013. Technical and economic analysis of aeroponics and other systems for potato mini-tuber production in Latin America. *American Journal of Potato Research* DOI 10.1007/s12230-013-9312-5
- Montesdeoca et al., 2012. Referencia completa: Montesdeoca, F., Panchi, N., Pallo, E., Yumisaca, F., Taipe, A., Mera, X., Espinoza, S., y Andrade-Piedra, J. 2012. Produzcamos nuestra semilla de papa de buena calidad - Guía para agricultoras y agricultores. Centro Internacional de la Papa (CIP), Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Consorcio de Pequeños Productores de Papa (CONPAPA), Fundación McKnight. Quito, Ecuador. 82 p.
- Orrego, R., Manrique, K., Quevedo, M., Ortiz, O. 2011. Mejorando la calidad de nuestra semilla de papa mediante la selección de las mejores plantas. Selección positiva. Guía de Campo para agricultores. Centro Internacional de la Papa (CIP), Dirección General de Competitividad Agraria. 71 p.
- Sperling, L., Ortiz, O., and Thiele, G. 2013. RTB Seed Systems: Conceptual Frameworks for Guiding Practical Interventions. Working Paper 2013-1. CGIAR Research Program on Roots, Tubers and Bananas. http://www.rtb.cgiar.org/publication/rtb-seed-systems-conceptual-frameworks-for-guiding-practical-interventions-rtb-working-paper-2013-1-2/wppa_open/ (consultado 26 agosto 2014).
- Thomas, S., Andrade-Piedra, J., Yepes, M.C., Nopsa, J.H., Kromann, P., Legg, J., Yuen, J., Forbes, G., and Garrett, K. 2013. Estimating the effectiveness of management strategies to reduce seed degeneration in vegetatively-propagated crops: A theoretical framework. Poster Session: Analytical and Theoretical Plant Pathology (478-P). American Phytopathological Society, Austin, Texas.

Dissecting the component traits of drought tolerance in potato to enhance productivity under stress conditions

Khan, Awais¹

¹ International Potato Center (CIP) Lima, Peru. E-mail: awais.khan@cgiar.org

Potato, the world's fourth most produced food crop, is grown on ~20 million ha worldwide. It can yield up to 2.3 tons of dry matter, 7.1 million Kcal, and 196 kg protein per ha. The relatively short growth cycle makes potato a highly intensive crop, and competitive when compared with other crops. More than half of the global potato production is contributed by developing countries, making it critical to poverty reduction and food security. Modern potato varieties have short and sparse roots that make it very sensitive to water shortage, even if the stress is only for short periods. Many potato-growing regions around the world regularly suffer droughts due to erratic rainfall or inadequate irrigation techniques. The situation is expected to worsen in the near future due to climate change, which will increase the frequency of drought events in many regions. The severity of the impact of drought on potato yield depends on its frequency, intensity, and duration and the phenology of the potato crop.

Realizing the impact of climate change on global potato production, the International Potato Center (CIP) has adopted adaptation and abiotic stress tolerance as a key theme for new Strategic and Corporate Plan (SCP). We are expanding on a comprehensive approach that is fully aligned with the SCP to develop potatoes for target regions with enhanced adaptation and abiotic stress tolerance. The key components of the approach that are critical for increasing plant performance in drought prone areas are: characterizing target and experimental environments, development and utilization of appropriate populations, germplasm and tools for genetic dissection, development of robust and standardized protocols for phenotyping of traits related to drought tolerance in field conditions, and multi-environmental trials to characterize and exploit G x E in breeding. Usually potatoes exhibit strong G x E interactions, therefore multi-environment trials are crucial to fully understand their magnitude, the genetic potential and to predict future productivity of potatoes in target environments.

In stressed conditions, plants use different physiological mechanisms to help them cope. Attributes such as chlorophyll content, relative water content, osmotic potential, yield parameters, and Water Use Efficiency, the increase in plant production per unit of water used, and their relationships with each other can help to devise strategies to ensure high yield and minimize unpredictable losses due to water shortage. Another aspect that can have a crucial role in surviving drought is the capacity of root system

architecture to access available moisture. Features such as root number, root length, root angle, root thickness, root hair, and root weight, potentially associated to multiple drought stress scenarios should be identified to develop rapid field screening protocols to be used in breeding programs for screening of drought tolerant cultivars.

Furthermore, the presence of great genetic variation for several stress related traits could be efficiently utilized for stable yield under water limited conditions by acquiring good understanding of the genetic architecture of adaptation and abiotic stress tolerance related traits and identification of molecular markers linked to them, which could be used for climate smart breeding programs. We are taking full advantage of recent developments in genomics and bioinformatics in general and potato in particular for understanding the genetic basis of drought tolerance and its component traits via QTL and association mapping. The markers associated with traits of interest will be used to select plants with favorable alleles to make informed crosses in CIP's breeding program to develop resilient cultivars that yield well with stable quality under water-limited conditions.

El rol de la papa para la Seguridad Alimentaria y Nutricional en la región Andina

Devaux, André ¹, Ordinola, Miguel ¹ y Fernández, Juan Pablo ¹.

¹ Centro Internacional de la Papa (CIP). E-mail: a.devaux@cgiar.org

Introducción

En los últimos años se ha dado un importante impulso al crecimiento de las economías de los países de América Latina y el Caribe, el cual no se ha traducido en una disminución de la vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria a la que está expuesta una parte importante de la población del continente. Berdegué y Fuentealba [1] han demostrado que mientras que el PIB ha aumentado en promedio un 25% en toda la región de América Latina en los últimos 30 años, el porcentaje de pobres rurales sólo se ha reducido del 60% al 52%. Además de la pobreza crónica en las poblaciones rurales también ha agravado la desnutrición en muchos países de la región. Un alarmante 7% de los niños de esta región tienen bajo peso y el 15% tienen un retraso de crecimiento. Además los países de la región aún muestran niveles de desigualdad muy altos en relación con otras regiones del mundo y se presentan brechas sociales que necesitan ser atendidas para hacer más inclusivo el modelo de desarrollo. La pregunta es ¿cómo podemos trabajar en el marco de sistemas de producción basados en papa para mejorar esta situación?

Un enfoque estratégico

El enfoque moderno de la agricultura reconoce la necesidad de desarrollar un nuevo modelo que articule la agricultura, la nutrición, la salud humana y la generación de ingresos de los productores y sus familias [2]. Este modelo debe orientarse a mejorar la articulación entre los sistemas de producción y los sistemas alimentarios en zonas geográficas específicas, para reducir la vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria mediante la innovación. En este marco conceptual, el Centro Internacional de la Papa (CIP) está desarrollando un enfoque de trabajo multidisciplinario en la región Andina mediante el proyecto IssAndes (www.issandes.org) con una serie de socios nacionales de investigación y desarrollo. Este proyecto busca sacar un mejor provecho de los sistemas de producción basados en el cultivo de la papa, columna vertebral de la alimentación de las poblaciones rurales en las regiones alto-Andinas. La papa es un cultivo con ventajas comparativas porque crece rápidamente, es adaptable, produce mucho por unidad de tiempo y de superficie de tierra. Además, es un cultivo poco afectado por las fluctuaciones de precios de alimentos a nivel internacional. Las papas son ideales para lugares donde hay poca tierra y con mano de obra disponible, condiciones características de

gran parte del mundo en desarrollo y especialmente de las zonas alto andinas. Sin embargo, el modelo también reconoce que se deben incluir variables como la diversificación productiva, educación nutricional y la incidencia en políticas públicas para generar escalas.

Un enfoque operativo

La propuesta de intervención en seguridad alimentaria y nutricional se enfoca de manera integral y complementaria, como se percibe en el gráfico adjunto. Se actúa principalmente a nivel de los sistemas de producción, para aumentar la disponibilidad de alimentos, y en la generación de ingresos que faciliten el acceso a estos. De manera complementaria a la mayor disponibilidad y calidad de alimentos, hay que asegurarse que estos sean consumidos en forma adecuada, trabajando en la educación nutricional de la madre, actor clave en el proceso. De manera operativa se trabaja en función a cuatro componentes: i) **Papa, nutrición y salud:** Identificación y potenciación de contenidos de macro y micronutrientes, antioxidantes, componentes funcionales aprovechando la biodiversidad de papa ii) **Sistemas de producción basados en papa:** Innovaciones en el marco de sistemas agrícolas: semilla de calidad, selección de variedades, cambio climático, manejo integrado del cultivo y manejo de crianzas menores, tanto para la alimentación de la familia como para la articulación al mercado; iii) **Educación nutricional:** Mejoras en prácticas de alimentación, diversificación de alimentos, conocimiento nutricional; iv) **Incidencia pública y de políticas:** Promover políticas para el fortalecimiento de la seguridad alimentaria y nutrición.



Evidencias sobre los resultados del enfoque

En los trabajos implementados en Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú se han logrado diversos resultados e innovaciones en función a las cinco dimensiones de la problemática de seguridad alimentaria: (1) **Disponibilidad:** Variedades de papas nativas y mejoradas con mayor volumen de producción y mejor calidad nutricional con contenidos más elevados de hierro y zinc; métodos de producción de semilla de calidad (2) **Acceso:** Mejoras de ingresos por la calidad de la producción y acceso a mercados diferenciados; (3) **Uso:** Dietas diversificadas que incluyen variedades de papa con mayor contenido de zinc y hierro y enfoque de educación nutricional dirigido a niños, niñas y madres; (4) **Estabilidad:** Productores han diversificado su producción y consumo con diversos productos agropecuarios, estrategias de control adecuado de plagas (polilla) y enfermedades (Tizón) que evolucionan con el cambio climático; (5) **Institucionalidad:** Espacios públicos comprometidos con inversión pública a nivel territorial y a nivel nacional y con medidas de apoyo que toman como referencia el enfoque de agricultura y nutrición.

Referencias bibliográficas

- [1] Berdegue, J. A., Fuentealba, R. 2011. Latin America: The State of Smallholders in Agriculture. Paper presented at the IFAD Conference on New Directions for Smallholder Agriculture 24-25 January. Breakout session 3. IFAD, Rome.
- [2] Haddad L. (2000) A conceptual framework for assessing agriculture-nutrition linkages. Food and Nutrition Bulletin 21: 367-373.
- [3] Pinstrip-Andersen, Per, and Rajur Pandya-Lorch (eds.) (2001). An Unfinished Agenda: Perspectives on Overcoming Hunger, Poverty, and Environmental Degradation. Washington, DC: IFPRI.

The Importance of Food Security Information for Decision Making in the Fight against Hunger

Melgar-Quinonez, Hugo¹

¹ Director of the Institute for Global Food Security; Margaret A. Gilliam
Faculty Scholar in Food Security; School of Dietetics and Human Nutrition;
McGill University, Canada. E-mail: hugo.melgar-quinonez@mcgill.ca

Using as a foundation the definition of food security that states the access by all people, all the time, to enough, safe, nutritious, and culturally acceptable food, that allows individuals to have a healthy and active life, agencies, academicians, and practitioners have tried to assess at least some of the components of such a complex phenomenon. Understanding in a clear manner how populations are affected by food insecurity constitutes an essential step in order to generate appropriate legislation, policies, programs and interventions to tackle an issue that might be affecting one third of the world population. Partly, the resulting measures have focused on one of the so called pillars of food security: food availability, access to food, and the use of the food. Conceptually, these three “columns” stand on a foundation of political, social, and economic stability. In practice, the most used tools are based on economic indicators of food production and food availability at the national and the global level. Being food insecurity such a complex phenomenon, its measurement goes certainly beyond the much obvious lack of sufficient available food to meet the most basic caloric requirements of people. This certainly turns the issue of generating information on food security a very complex task, since the decisions to be made by policy makers and by practitioners will be greatly influenced by the kind of data the institutions generate. Because of the complexity of the phenomenon of interest, no indicator is capable of measuring all of its components on its own, and the right interpretation of the collected information is fundamental for further action. Scientifically validated indicators, that are easy to apply, low-cost, culturally appropriate, and that cover one or more components of the food security construct are greatly demanded by agencies and institutions fighting hunger across the world. Newly developed tools are generating information about food insecurity as a problem affecting not only populations in the developing world, but also in the industrialized countries. Additionally, it is becoming more evident that the consequences of food insecurity go beyond undernourishment, resulting in higher risks for overweight, obesity and its impact on the health status of people. Appropriate decision and policy making in the effort to eradicate hunger is fundamentally based on accurate, but also real-time, current information, and requires a broadening in the understanding of food insecurity, its causes and consequences.

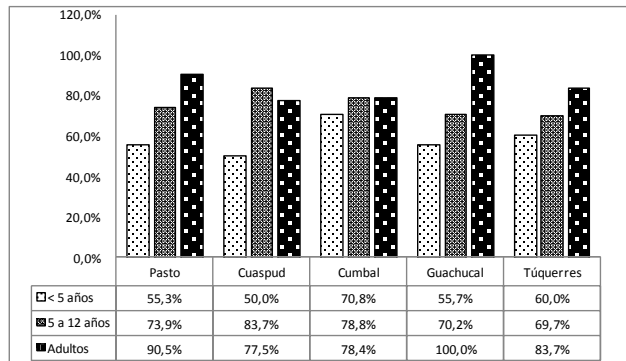
Patrón de consumo de alimentos de las familias vinculadas al circuito agroalimentario de la papa en cinco municipios de la región andina del departamento de Nariño

Del Castillo, Sara¹

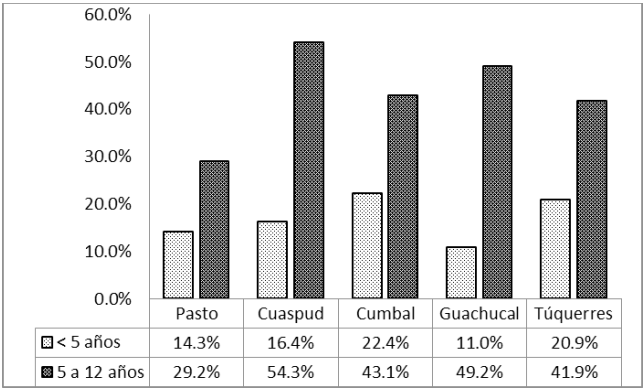
¹ Universidad Nacional de Colombia. Coordinación del Observatorio de Seguridad Alimentaria y Nutricional –OBSAN-UN. Profesora Asociada Departamento de Nutrición Humana Líder del Componente de Nutrición del Proyecto SAN Nariño.E-mail:sedelcastillom@unal.edu.co

Problemática

La población total del Departamento de Nariño, Colombia, es más de 1,5 millones con el 54% viviendo en zonas rurales [1]. La población indígena de Nariño es de aproximadamente 155.000 personas en su mayoría asentados en 67 resguardos indígenas autónomos. Las comunidades rurales de Nariño se caracterizan por varios factores que ilustran su inseguridad alimentaria. En seis municipios seleccionados para este proyecto, el Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas van desde 46,1% a 70,9% [1]. Las comunidades rurales de Nariño tienen el segundo porcentaje más alto de desnutrición en Colombia y 67,7% de los hogares sufren de inseguridad alimentaria en comparación con un promedio Nacional de 42,7%. La mayoría de estos hogares con inseguridad alimentaria son familias pobres donde las madres tienen un nivel bajo de educación y el 21,5% de la población menor de cinco años, sufre algún tipo de desnutrición [2]. Existe una alta prevalencia de anemia por deficiencia de hierro en la infancia. Se estima que uno de cada dos niños menores de 2 años tiene anemia y la deficiencia de hierro en mujeres embarazadas es del 44,7%. Al no existir estudios relacionados con los patrones de consumo alimentario de poblaciones rurales indígenas pertenecientes al circuito agroalimentario de la papa en Nariño Colombia,



Grafica 1. Proporción de la población de las comunidades de Nariño, que se encuentra por debajo del EAR estimado por grupo de edad



Grafica 2. Proporción de la población de las comunidades de Nariño, que se encuentra por debajo del EER Requerimiento Estimado para Proteínas por grupo de edad

se hace necesario realizar un estudio que permita determinarlo en esta población, para que sirva de base en la planeación y ejecución de políticas públicas de Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional a nivel territorial.

Materiales y Métodos

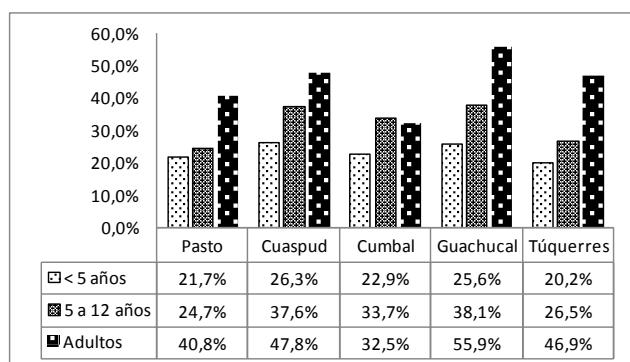
La evaluación dietética se realizó a través de la metodología conocida como recordatorio de 24 horas (R24h) que es el recuento de las comidas y bebidas ingeridas durante las 24 horas anteriores a la encuesta. Este se llevó a cabo a segmentos de población de 2 a 5 años, 5 a 12 años y 18 a 64 años y permite determinar el consumo promedio de calorías y nutrientes e identificar en los grupos estudiados el tipo de nutrientes cuyo consumo está por debajo del requerimiento promedio estimado, utilizando parámetros internacionales adaptados por Colombia. Para la aplicación del R24h, se realizaron varias acciones antes, durante y después del operativo de campo y en la etapa de análisis. Se realizó un riguroso entrenamiento y estandarización de los encuestadores. Para esto se contó con la asesoría de nutricionistas, con experticia en la aplicación de esta metodología y formación en epidemiología. Como apoyo al proceso de estandarización se elaboró un manual de aplicación, el cual fue adaptado de la metodología proPAN [3], así como el listado de alimentos y códigos a utilizar, los cuales incluyen alimentos de la base de datos proPAN y de la Tabla de Composición de Alimentos Colombiana. ICBF 2005. Se emplearon módulos de alimentos neutros y fotos, con el fin ayudar a las personas entrevistadas a definir mejor las cantidades consumidas, estos módulos y fotos que representan las diferentes porciones y medidas de alimentos, fueron estandarizados con el fin de poder calcular posteriormente los nutrientes ingeridos por las personas encuestadas y hacer su respectivo análisis. La muestra final estuvo compuesta por 871 hogares de las zonas rurales de los 5 municipios.

Resultados

En las familias vinculadas al circuito agroalimentario encuestadas, el 89% realiza más de tres eventos de consumo de alimentos al día, a pesar de los altos niveles de pobreza, que en la evaluación de la inseguridad alimentaria alcanza para varios de los municipios incluidos en el estudio el 90%. El consumo de alimentos en estas familias es bastante limitado, siendo la papa “guata” o blanca la que consumen en un 99,5% y la papa criolla en más del 80%, lo cual hace que su participación sea importante en las calorías totales de la dieta. En tanto que las carnes, huevos y lácteos si bien alcanzan en conjunto el 80% las veces a la semana que lo consumen es de apenas 2 o 3 días, en tanto que la papa la consumen todos los días

En la grafica 1 se muestra como en los diferentes grupos de edad son altos los porcentajes de población cuyos consumos de energía están por debajo de la recomendación (EAR). La mayor deficiencia en la ingesta de energía la presentan los adultos, que en municipios como Guachucal alcanzan el 100% de los encuestados, siendo los menos afectados los niños y niñas menores de 5 años en todos los municipios, pero con cifras muy altas que van de mas del 55% a más de 70% de niños y niñas cuya ingesta de calorías por debajo del EAR.

La grafica 2 informa sobre el porcentaje de población que consume proteína por debajo del requerimiento estimado, siendo mayor la proporción de niños y niñas entre 5 y 12 años que para los niños y niñas más pequeños, en municipios como Cuaspud y Guachucal superan el 40% de la población. Este aspecto tiene que ver con la calidad de la dieta y por ello preocupa que a medida que crecen los niños y niñas la oferta de proteína de su dieta está más afectada en particular la que corresponde a los eventos de consumo en el hogar.



Gráfica 3. Proporción de la población de las comunidades de Nariño, que se encuentra por debajo del EER Requerimiento estimado para Hierro por grupo de edad

De igual manera, para la ingesta de hierro, como uno de los micro-nutrientes más importantes en la nutrición de la población, la gráfica 3 deja ver las alta proporción de población en todos los municipios analizados que presenta ingestas de hierro por debajo del requerimiento, siendo la población mas afectada los adultos con proporciones que superan el 40% en todos los municipios excepto Cumbal, anotando que la población de niños y niñas entre 5 y 12 años también registra altos porcentajes de población que tiene una ingesta por debajo del requerimiento en especial en los municipios de Guachucal y Cuaspud con mas del 37% de la población afectada.

Conclusiones

El consumo de alimentos por parte de las familias encuestadas muestra situaciones preocupantes respecto a la calidad de la dieta para los diferentes integrantes del hogar. Si bien la proporción mayor población con todos los nutrientes por debajo de los requerimientos es la población adulta en todos los municipios evaluados, los porcentajes de niños y niñas menores de 12 años afectados también es alta y compromete la situación de salud y nutrición de toda la población integrante de los hogares vinculados al circuito agroalimentario de la papa.

Referencias bibliográficas

- [1] Departamento Nacional de Estadísticas. Proyecciones Censo 2005, Bogotá Colombia.
- [2] ICBF, Ministerio de la Protección Social. ENSIN 2005 y ENSIN 2010. Bogotá, Colombia.
- [3] OPS – OMS. 2013. Metodología ProPAN 2.0 también incluye un software libre EpiInfo TM para ingresar datos y analizarlos

Human simulated gut digestion and first-pass metabolism to identify bioactive antioxidant, anti-inflammatory and anti-tumorigenic metabolites generated by polyphenol-rich potato extracts and cooked potatoes

Kubow, Stan¹

¹ School of Dietetics and Human Nutrition, Macdonald Campus, McGill University.

E-mail: stankubow@gmail.com

Introduction

Potato (*Solanum tuberosum* L.) is a staple crop that plays an important role in human nutrition. Potatoes are a good source of the polyphenol, chlorogenic acid, and certain cultivars are also good sources of anthocyanins. Consumption of potato cultivars containing a relatively high polyphenol content can provide antioxidant and anti-inflammatory benefits. Due to the very low absorption of the polyphenols in potatoes, metabolites of polyphenols generated during gut microbial digestion are likely responsible for the systemic antioxidant effects of potatoes. There is limited knowledge, however, regarding the structure and bioactivity of the polyphenol metabolites generated from gut digestion of potatoes and their subsequent intestinal and hepatic first pass metabolism.

Materials and Methods

Cooked whole potatoes rich in either chlorogenic acid or anthocyanins and polyphenol-rich extracts of potatoes were submitted to digestion using a computer controlled dynamic human gastrointestinal (GI) model. The polyphenol metabolites generated via GI digestion were characterized by liquid chromatography coupled with mass spectrometry (MS). The antioxidant capacity of the potato digesta obtained from the colonic vessels was determined as well as the effects of these digesta on the proliferation of human CaCo-2 human colonic tumor cells and the non-tumorigenic CCD colonic cells. Colonic potato digesta from the GI model underwent CaCo-2/HepG₂ co-culture metabolism, which mimics human intestinal and hepatic first pass metabolism. Metabolites from the CaCo-2/HepG₂ metabolism of the colonic digesta were identified by electrospray time-of-flight MS. These metabolites were subsequently tested for their antioxidant and anti-inflammatory effects on human respiratory epithelial Calu-3 cells exposed to H₂O₂ induced oxidative stress.

Results

All parent polyphenols were completely biotransformed following 24 h digestion of the cooked potatoes and potato extracts to form

new metabolites generated by the human microbiome within the colonic vessels. The colonic digesta of potatoes showed an increase in antioxidant capacity that corresponded to anti-proliferative effects that these digesta exerted on colonic CaCo-2 tumor cells. 3-Phenylpropionic acid (PPA) and benzoic acid were the only metabolites detectable after first pass metabolism of the colonic digesta of potatoes. At physiological concentrations PPA showed protective anti-inflammatory action and restorative effects against H₂O₂ induced cellular injury.

Conclusion

Biotransformation of potato-derived polyphenols by colonic microflora generates secondary metabolites that can exert antioxidant, anti-inflammatory and anti-tumorigenic activities.

Oportunidades y desafíos en la producción de papa destinada al procesamiento industrial

Caldiz, Daniel¹

¹ Investigador Principal, Global Innovation - Agronomy

R&D, McCain Foods Limited, Balcarce, Argentina.

E-mail: dcaldiz@mccain.com.ar

La producción de papa a nivel mundial ha aumentado significativamente en la última década, incrementándose de 18.4 a 19.2 MM ha y de 307 a 364 MM ton; y el mayor crecimiento se ha dado en los países en desarrollo [1]. En el mismo período la producción en Latinoamérica también aumentó, liderada por el crecimiento en Brasil y México. Al mismo tiempo que ha aumentado la producción han aumentado las oportunidades y desafíos, en particular aquellos relacionados con la producción de materia prima destinada al procesamiento. Una de las principales oportunidades para Latinoamérica es ampliar el uso de variedades diferenciales, con propiedades nutritivas y funcionales superiores a las utilizadas actualmente; una estrategia que ya se está aplicando en algunos países. En esta línea se ubican las numerosas y vistosas papas andinas que ya están siendo utilizadas tanto para el consumo fresco como para el procesamiento en chips. Asimismo, existen estudios avanzados que demuestran las importantes propiedades que posee la papa, vinculadas a la salud humana y que podrían posicionar al cultivo en un segmento totalmente diferente [2] y [3]. Al mismo tiempo, y para aprovechar la ventaja competitiva que ofrece el disponer de una amplia gama de genotipos, es crucial poder implementar la adopción de buenas prácticas agrícolas (GAP). La producción bajo normas Global GAP o similares, es uno de los principales requisitos que exigen los mayores clientes de productos procesados, como escamas (flakes), chips y French fries. Otro de los aspectos claves a considerar para hacer más sustentables, más eficientes y más económicos los sistemas productivos, es la creación de áreas diferenciadas para la producción de tubérculos-semilla, una estrategia que permite optimizar el uso de los recursos y mejorar la calidad de los mismos. En cuanto a los desafíos y/o amenazas a la producción, es importante destacar la necesidad de monitorear la aparición de nuevas enfermedades, como por ej. Zebra Chips, causado por la bacteria *Candidatus liberibacter* que es transmitida por el Psílido de la papa (*Bactericera cockerelli*); el Virus del Marchitamiento del Tomate (TSWV), transmitido por thrips (varias especies), y el Virus de la Clorosis del Tomate (ToCV) transmitido por la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), enfermedades que han causado importantes pérdidas en cultivos destinados al procesamiento en México, Argentina y Brasil, respectivamente [4], [5] y [6]. En esta presentación se discutirán en detalle las diversas estrategias que pueden aplicarse para aprovechar las oportunidades y también afrontar los desafíos a los cuales se

enfrenta la región, que podrían contribuir a posicionarla aún más en el contexto productivo global.

Referencias bibliográficas

- [1] FAO, 2013. FAO Statistical Yearbook – World Food and Agriculture. FAO, Rome, 307 pp.
- [2] Andreu AB, AM Clausen, ML Lanteri, M Valiñas, MX Silveyra, MJ Martinez, A Digilio, D Gomez, PA Suarez, D Massazza, A ten Have, L Barbini & E Huaxi Xu, 2012. Healthy polyphenols in potato: Its possible use as therapeutic agents. 1º Congreso Nacional de Agregado de Valor en Origen, INTA EEA Manfredi, 18-20 July, Córdoba, Argentina.
- [3] McGill, CR, A.C. Kurilich & J Davignon, 2013. The role of potatoes and potato components in cardiometabolic health: A review. *Annals of Medicine* (Early Online) 2013: 1–7.
- [4] Rubio-Covarrubias, OA, IS Almeyda-León, MA Cadena-Hinojosa & R Lobato-Sánchez, 2011. Relación entre *Bactericera cockerelli* y presencia de *Candidatus liberibacter psyllaurens* en lotes comerciales de papa. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 2: 17-28.
- [5] Jacobsen, B, AM Vincini; MC Tulli, DM Carmona & RA López, 2013. Trips transmisores de Tomatoes potted wilt virus (TSWV) en cultivos de papa (*Solanum tuberosum* L.) para industria. *Revista Latinoamericana de la Papa* 17: 73-101.
- [6] Caram de Souza-Dias, JA, Colin Jeffries; CP Fávoro, F Barbato & P Santos, 2013. Algumas observações e sugestões sobre a rápida disseminação do Crinivírus: Tomato chlorosis virus (ToCV) na produção de batata-semente no Brasil. *Batata Show* 36: 29-31.

SIMPOSIO “EL TIZÓN TARDÍO EN LATINOAMÉRICA”

Conferencias Magistrales
y Presentaciones
por Países

Recent developments concerning the population biology and management of *Phytophthora infestans* in the USA

Fry, William¹

¹ Section of Plant Pathology and Plant- Microbe Biology. School of Integrative Plant Science. Cornell University. Ithaca, NY USA. E-mail: wef1@cornell.edu

Phytophthora infestans, the causal agent of potato and tomato late blight is largely asexual in the USA, with a few clonal lineages that have been dominant in the country. In 2009, US22 became widely prevalent because it was distributed through out the eastern half of the country by a national supplier of tomato transplants. It has been displaced by the US23 clonal lineage. The US24 clonal lineage has had a more regional distribution. The characteristics of these three clonal lineages will be described and compared to previously dominant clonal lineages: US8 and US11. Additionally, there is some evidence for a recombination event occurring (likely in the USA), but the progeny seem unlikely to have survived. The importance of knowing the specific lineage causing disease in an area will be illustrated via a Decision Support System developed at Cornell University.

Forward-reverse genetics and cisgenics to improve resistance in potato to late blight

Kushalappa, AC¹; Yogendra, KN¹; Sarkar, K¹; Sarmiento, F²; Mosquera, T²; Rodrigues, LE².

¹ McGill University, Ste. Anne de Bellevue, Quebec, Canada.

E-mail: ajjamada.kushalappa@mcgill.ca

² Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

Ever since the first epidemics of late blight in Ireland in 1845 the potato crop still suffers from this devastating disease. Late blight is caused by an Oomycete *Phytophthora infestans*. Its occurrence is worldwide and is managed by weekly application of fungicides. Potato genotypes with different levels of resistance / susceptibility were inoculated with *P. infestans*, metabolites profile during liquid chromatography linked to high resolution mass spectrometry. Metabolites, both constitutive and induced following pathogen inoculation, were identified and quantified. These metabolites were mapped in metabolic pathways to identify the catalytic enzymes and searched in genomic data bases to identify the genes (1). The metabolites higher in abundance in resistant than in susceptible genotypes (RR metabolites) mainly belonged to phenylpropanoid, flavonoid, fattyacid, terpenoid and alkaloid metabolic pathways. Among the RR metabolites, the monomers generally were antimicrobial that reduced pathogen biomass, while the polymers and conjugated products of different groups deposited to thicken the cell wall around the pathogen infected areas contained the pathogen to initial infection (2). The RR genes that produced these metabolites in turn were over expressed by regulatory genes such as transcription factors and signal molecules or phytohormones. Thus, generally a set of RR genes and regulatory genes belonging to a specific metabolic pathway were responsible for resistance in a genotype, rather than random independent genes. The RR genes and regulatory genes identified here, following validation based on gene silencing, can be used to improve resistance in potato through cisgenics (transfer genes between sexually compatible plants). The genes/alleles in susceptible elite cultivars can be identified based on RNA sequencing or candidate gene sequencing, and the single nucleotide polymorphisms (SNPs) lacking in susceptible cultivar can be replaced with the resistant genes/alleles, based on genome replacement technology, using CRISPR-Cas9 systems. Cisgenic cultivars are not genetically modified organisms (GMOs), as the resistance genes come from potato, and the gene replacement technology used here leaves no vector backbone DNA, thus, the cisgenic potato can be considered safe to eat.

References

1. Kushalappa AC and Gunnaiah R. 2013. Metabolo-proteomics to discover plant biotic stress resistance genes. Trends in Plant Science. 18: 522-531.
2. Yogendra KN, Pushpa D, Mosa K, Kushalappa AC, Murphy A and Mosquera T. 2014. Quantitative resistance in potato leaves to late blight associated with induced hydroxycinnamic acid amides. Functional and Integrative Genomics. 14:285–298.

Biography of the presenting author

Dr. Kushalappa is a professor at McGill University, Quebec. He is a Plant Pathologist and his current focus of research is candidate gene identification in crop plants against biotic stress through forward and reverse genetics. He has published more than 80 papers and written several review articles and book chapters. He is the Canadian Principal Investigator of the IDRC-DFATD project SAN Nariño, Colombia: Improving food security of indigenous communities in Colombia.

Euroblight: A potato late blight network for Europe

Schepers, Huub¹; Hansen, Jens Grønbech²;

Lees, Alison³, Leiminger, Jürgen⁴

¹ Wageningen University and Research.

E-mail: huub.schepers@wur.nl

² Aarhus University.

³ The James Hutton Institute.

⁴ Technische Universität München-Weihenstephan.

Introduction

A European network of scientists and other specialists working on potato late blight (*Phytophthora infestans*) meet every 2 years. The EuroBlight network combines two previous networks originating from European Concerted Actions and has 150 members.

EU.NET.ICP: "European network for development of an integrated control strategy of potato late blight" (1996-2000). Coordinated by Huub Schepers

EUCABLIGHT: "A potato late blight network for Europe" (2003-2006). Coordinated by Alison Lees.

The 14th Workshop in 2013 was hosted by the Cyprus University of Technology, Limassol, Cyprus. The Workshop was attended by 94 persons from 16 European countries, Russia, Chile, Argentina, China and Israel. Representatives from all countries presented recent research results regarding integrated control, decision support systems, resistance of varieties, late blight in organic potatoes and population biology of the late blight pathogen in potatoes.

The EuroBlight network has five subgroups:

Host resistance to *P. infestans*

Pathogen characteristics, population biology and genetics

Epidemiology, integrated control and decision support systems

Fungicides

Epidemiology and control of *Alternaria* spp.

The subgroups each arrange subgroup meetings during the workshops, organise harmonised protocols and co-ordinate and integrate European research on each topic.

Potato Blight mapped in Europe

A team of researchers tracking the 2013 *P. Infestans* population have, for the first time, spatially plotted its diversity and shown that some areas are dominated by clones, contrasting with other regions where novel, genetically diverse isolates, were found. The project hinged on the distribution of 'FTA cards' to hundreds of disease 'scouts' from across the industry who, in the course of their work, visited blight-infected crops. Disease lesions were pressed on the cards and returned to the laboratories where the pathogen DNA was analysed at Wageningen University and the James Hutton Institute, Dundee using the technology used in criminal forensics. Despite a low disease pressure in 2013, over 795 samples were returned. This data also includes that from the Potato Council 'Fight Against Blight' campaign which monitors the pathogen in British crops. The fingerprint patterns of all the *P. infestans* samples were collated and compared to those found previously. In an exciting development, the data is being processed and, for the first time, mapped using tools developed by a team at Aarhus University.

EuroBlight Fungicide Table

EuroBlight evaluates the effectiveness of fungicide products/co-formulations for the control of *P. infestans* based on the highest rate registered in Europe. These ratings are decided by the Fungicides Sub-Group, and are based on field experiments and experience of product performance under commercial conditions.

EuroBlight Website

Results from the population monitoring 2013 as well as the Fungicide Table can be found on the website of the network (www.euroblight.net). The proceedings and power point presentations from previous workshops are also available on this website.

Situación del Tizón Tardío en Chile

Acuña, Ivette.¹

¹ Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Chile,
CRI-Remehue. E-mail: iacuna@inia.cl

Los primeros reportes de esta enfermedad en Chile, datan de la década del 50 y se cree que fue procedente de Argentina (Anónimo, 1951). Esto tuvo un gran impacto en el cultivo de papa produciendo pérdidas de hasta el 100% a nivel nacional. Fernández (1979) realizó un estudio de virulencia en poblaciones de la zona sur de Chile, describiendo patotipos complejos capaces de infectar a 5 diferenciales de papa. En el 2003, Riveros *et al* reportaron que aislamientos colectados en el norte del país durante las temporadas 2001/03, pertenecían al tipo de apareamiento A1 y genotipo US1, con varios patotipos de baja agresividad y todos altamente resistentes a metalaxil (> 300 ppm), presumiblemente debido al continuo uso de Ridomil. Actualmente, el Tizón tardío, es la enfermedad más importante y destructiva del cultivo de papa en Chile, presentándose con una alta incidencia y severidad, ocasionando pérdidas de más del 50% de la producción dependiendo de las condiciones climáticas de la temporada y un alto uso de agroquímicos para su control.

Desde el año 2003, el INIA, junto a instituciones públicas y privadas, realizan estudios para implementar un sistema de manejo integrado basado en un sistema de alerta temprana. Uno de los objetivos es caracterizar y monitorear la población de *P. infestans* asociada al cultivo de papa en el sur de Chile. Así, desde la temporada 2003/04 se ha determinado el tipo de apareamiento, genes de avirulencia, resistencia a metalaxil, SSR y haplotipos mitocondriales.

Se ha determinado que la población de *P. infestans* hasta la temporada 2004/05 fue susceptible a metalaxil con EC50 menores a 3 ppm, patotipos altamente complejos, haplotipo mitocondrial Ib y diferenciándose 19 genotipos utilizando 9 SSR, sin predominancia clara. Sin embargo, en la temporada 2006/07 se detectó un cambio en el perfil genético de las poblaciones, donde los genotipos presentes en las temporadas anteriores ya no se presentaron; siendo reemplazados principalmente por 2 genotipos nuevos. Este cambio coincide con la detección de genotipos resistentes a metalaxil con EC50 mayor a 100 ppm, presencia de patotipos más complejos en virulencia y cambio en el patrón mitocondrial ala. No obstante, aún se mantiene el grupo de apareamiento A1. Esto demuestra, que la población de *P. infestans* en el sur de Chile, ha experimentado cambios genéticos importantes con los años, observándose hoy en día patrones completamente distintos a las temporadas anteriores.

A su vez, como parte del desarrollo de paquete integrado de Tizón tardío, se ha evaluado el comportamiento en campo de las principales cultivares comerciales frente a la enfermedad. Obteniéndose como cultivares resistentes a Cornado y Symfonia, seguidas por Baraka y Patagonia INIA (medianamente resistentes), siendo las más susceptibles Asterix, Yagana INIA, Karú INIA, Pukará INIA, Rodeo y Atlantic. También se ha evaluado la eficacia de control de los principales activos en el mercado tales como: Metalaxil + Mancozeb, Mefenoxam + Clorotalonil, Propamocarb + Initium, Propamocarb + Fenamidona, Dimetomorfo, Cimoxanilo + Mancozeb, Famoxadona + Cimoxanilo, Ciazofamida, Ametoctradina + Dimetomorfo, Mandipropamide, Mandipropamide + Difeconazole, Fluazinam.

Situación del Tizón Tardío en México

Mora Aguilar, Rafael^{1,2}, Villanueva Verduzco,

Clemente^{1,2}, Lozoya Saldaña, Héctor¹

¹ Profesor-Investigador. Universidad Autónoma

Chapingo. Chapingo, estado de México.

² Actualmente desempeñan una comisión en el Sistema Nacional de Investigación y Transferencia de Tecnología (SNITT) dependiente de la SAGARPA. MÉXICO. E-mail: moraarfitara@gmail.com.

Hospederos reportados del patógeno

En México los hospederos de *P. infestans* pertenecen a los géneros *Solanum* y *Lycopersicon*. Dentro de las Solanáceas se encuentra la papa (*Solanum tuberosum* L.) y en el género *Lycopersicum* se encuentra *S. lycopersicum* (tomate).

Especies reportadas

Las hermanas de clado de *P. infestans*, *P. mirabilis*, *P. ipomoea* y *P. phaseoli* (clado 1c) se encuentran coexistiendo todas juntas en México. Otras especies son: *P. cinnamomi* y *P. palmivora* que inciden en más de 900 especies y 300 géneros, respectivamente.

Tipos de apareamiento

En las poblaciones de *P. infestans* de México han estado presentes los dos tipos de apareamiento, A1 y A2, necesarios para la reproducción sexual. En la región central de México (Valle de Toluca), donde predomina la reproducción sexual del patógeno, las poblaciones de *P. infestans* contienen muchos individuos con numerosas virulencias específicas y la proporción de los grupos de compatibilidad varía a lo largo de cada ciclo (1:1.4 a 1:1.7), aunque predomina el A2. En el Noreste del país, las poblaciones de *P. infestans* presentan gran heterogeneidad. En Chapingo, estado de México los dos tipos de compatibilidad ocurren con frecuencia de 0.125 (A1) y 0.114 (A2), guardando la proporción 1:1, aunque predominan las cepas homotáticas (A1/A2) con frecuencia de 0.761; en Michoacán su frecuencia es de 0.038.

Diversidad genética, linajes clonales, grupos de microsatélites

La mayor diversidad genotípica mundial de *P. infestans* se encuentra en el Valle de Toluca, considerado como su lugar de origen, y el área de Chapingo, al oriente del lago de Texcoco, es el segundo centro de diversidad del oomiceto.

En el Valle de Toluca se encuentran los genotipos US-1, US-6, y US-7, pero en muy baja proporción; sin embargo, la no detección

de muchos genotipos previamente reportados no implica su ausencia en el ambiente, siendo lo más probable que los clones fueran resistentes a ellos o simplemente no se infectaron con ellos. En Chapingo, México, han sido identificados genotipos que se asocian con el US-1, US-5, US-6, CA-3, US-14 y US-8; sin embargo, la mayoría de genotipos no se integran a las clasificaciones actuales del patógeno porque éstas sólo integran genotipos heterotáticos. La diversidad genotípica calculada para aislamientos del Valle de Toluca es 1.8, usando el índice de Shannon, que duplicó al 0.92 reportado para Chapingo, lo cual confirma que al transcurrir el tiempo aumenta la diversidad en las poblaciones del patógeno.

En México se han identificado todos los haplotipos mitocondriales (Ia, Ib, IIa y IIb). Los factores que favorecen y explican la gran diversidad genética de *P. infestans* en el altiplano central mexicano son: 1. la presencia de grupos de compatibilidad; 2. la abundancia de especies silvestres del hospedante natural del oomiceto, el género *Solanum*; 3. el clima ideal de gran altitud (más de 1500 m) con temperaturas entre 10 y 20°C y abundantes y confiables lluvias en el verano, con humedad relativa superior al 90 %, ideal para el desarrollo del tizón.

En México también se observa gran cantidad de genotipos de aloenzimas en aislamientos de *P. infestans*, identificándose los alelos 92, 100 y 122 para las peptidasas (*Pep*), y 86, 90, 100, 111 y 122 para glucosa fosfato isomerasa (*Gpi*). El genotipo más frecuente presenta bandas 100/100 para *Pep* y 86/100 para *Gpi*. Al considerar el tipo de apareamiento junto con los alelos aloenzimáticos reportados, se han identificado 24 genotipos multilocus. De estos, sólo algunos no homotáticos se han reportado para el Valle de Toluca; para los aislamientos homotáticos solamente se ha reportado el genotipo *Gpi*100/100 y *Pep*100/100 en Saltillo, Coahuila.

Principales moléculas químicas aplicadas para el control del patógeno y niveles de resistencia del patógeno

Los fungicidas que se utilizan con mayor frecuencia son productos protectantes con base en el ingrediente activo genérico mancozeb (etilen-bis-ditiocarbamato de zinc y manganeso) y el fungicida sistémico metalaxyl (N-[2,6-dimetilfenil]-N-[metoxiacetil]-alaninametiléster) del grupo de las fenilamidas. Otros productos que se utilizan son: Clorotalonil (tetracloroisofaltonitrilo), Cymoxanil (2-cyano-N-[(etilamino) carbonil]-2-(metoximino) acetamida), del grupo de los aromáticos policlorados; fenamidona (3-anilino-5-metil-5-(4-fenoxifenil)-2,4-oxazolidinediona) del grupo de las imidazolinonas; Fluopicolide (2,6-dicloro-N-[[3-cloro-5-(trifluorometil)-2-piridinil] benzamida) del grupo acilpicolide.

El programa clorotalonil/clorotalonil-metalaxil ha sido de los más eficientes para controlar la enfermedad (94% de eficiencia) y el

programa clorotalonil/ cymoxanil/ mancozeb resulta más eficiente para prevenir la infección (86-89%). Estos valores son satisfactorios desde los puntos de vista biológico y económico, ya que los productores generalmente realizan de 16 a 24 aspersiones de fungicidas por ciclo en el Valle de Toluca. Por otro lado, cobre/ mancozeb y trifeniltin/metiram terminan con 66 y 77% de eficiencia. Con base en la relación costo/beneficio, la combinación clorotalonil/metalaxil es la mejor opción para el control efectivo de la enfermedad.

Estimación de las pérdidas actuales causadas por el patógeno en los cultivos de papa

De manera general, *P. infestans* alcanza un potencial de daño de entre 40 y 70%, en función de la variedad y las condiciones ambientales y de manejo; causa pérdidas de hasta 70-90% si no se controla oportunamente y sin aplicación de fungicidas alcanza 92-95% de infección del follaje al final de los ciclos de cultivo, casi sin rendimiento de tubérculo. El control químico de *P. infestans* incrementa los costos de producción hasta en 30. En el Valle de Toluca, México, los productores hacen de 16 a 24 aplicaciones por ciclo, mientras que en el Valle y Cofre de Perote, en el estado de Veracruz, se hacen 9 y 6 aplicaciones de fungicidas en cultivos establecidos en condiciones de riego y temporal, respectivamente, y el costo de esos productos representa 7.0-7.5% de los costos totales de producción, lo cual resulta poco significativo al considerar que la rentabilidad del cultivo es de 3.14.

En las variedades susceptibles a la *P. infestans* (Alpha) la severidad varía de 20 al 100%, mientras que en variedades resistentes (Zafiro) es de 0.5 a 90%; en ambos cultivares los valores más bajos ocurren cuando son tratados con fungicida. Infecciones del 20 al 50% en variedades susceptibles causan pérdidas del 20 al 49% del rendimiento, mientras que en variedades resistentes lo disminuyen entre 14 y 34%; no obstante, por preferencia del productor, la mayor parte de la superficie se siembra con variedades susceptibles; aunque existen variedades resistentes, éstas ocupan <10% de la superficie sembrada.

Variedades cultivadas y su respuesta a la enfermedad.

Las variedades que se utilizan actualmente son: Fianna (40%), Alpha (10%), Gigant (10%), Atlantic (10%), todas susceptibles a *P. infestans*; se siembran algunas variedades mexicanas como Tollocan, Rosita, Yema, San José, Marciana, Malinche, que solo ocupan 3% de la superficie, y otras como Caesar, Mondial, Vivaldi, Fabula, Felsina, Elfe, Agata, Adora, Snowden, Hertha, Escort, Timate, en 27%. Aunque se cuenta con variedades resistentes al tizón tardío (Nieder, Bayonera, Enrica, Milagros, Paz Blanca Adela y Tollocan y el clon T01-7-45), éstas ocupan una superficie mínima.

Referencias bibliográficas

- Alarcón-Rodríguez, N.M.; Lozoya-Saldaña, H.; Valadez-Moctezuma, E.; García-Mateos, M.R.; Colinas-León, M.T. 2013. Diversidad genética del tizón tardío de la papa [*Phytophthora infestans* (Mont) de Bary] en Chapingo, México. *Revista Agrociencia* 47: 593-607. 2013
- Belmar-Díaz, C.R.; Lozoya-Saldaña, H. 2013. Incidencia de razas fisiológicas y genotipos de *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary en el Valle de Toluca, México. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 19(2): 173-181.
- Cadena-Hinojosa, M.A.; Díaz-Valasis, M.; Guzmán-Plazola, R.A.; Fernández-Pavía, S.; Grunwald, N.J. 2007. Late blight resistance of five mexican potato cultivars in the eastern sierra of the state of México. *Amer. J. Potato Res.* 84(5): 385-392.
- Cárdenas, M.; Danies, G.; Tabima, J.; Bernal, A.; Restrepo, S. 2012. *Phytophthora infestans* Population Structure: A Worldwide Scale. *Acta Biol. Colomb.* 17(2): 227-240.
- Fernández E., J. 2011. Costos de producción del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el Valle y Cofre de Perote. Trabajo de Experiencia Profesional. Facultad De Ciencias Agrícolas. Universidad Veracruzana. 45 p.
- Gobierno del Estado de Chihuahua (GECh). 2010. Papa – Análisis de competitividad. 33 p. <http://www.chihuahua.gob.mx/attach2/sdr/uploads/File/papa.pdf>
- González-Gallegos, E.; Hernández-Castillo, F.D.; Chávez-Betancourt, C. 2014. Efectividad biológica de metabolitos microbianos y extractos vegetales contra *Phytophthora infestans* in vitro. XVI Congreso Internacional y XLI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. 20 al 24 de julio del 2014. Ixtapan de la Sal, estado de México. Pp. 141.
- Goodwin, S.B.; Ludwik, S.; Sujkowski, S.; Fry, W.E. 1996. Widespread distribution and probable origin of resistance to metalaxil in clonal genotypes of *Phytophthora infestans* in the United States and Western Canada. *Phytopathology* 86:793-800.
- Goodwin, S. B. 1996. Origin and ecology of *Phytophthora infestans*. *Rev. Mex. Fitopatol.* 14: 143-147.
- Grünwald, N.J.; Sturbaum, A.K.; Romero M., G.; Garay S., E.; Lozoya-Saldaña, H.; Fry, W.E. 2006. Selection for Fungicide Resistance Within a Growing Season in Field Populations of *Phytophthora infestans* at the Center of Origin. *Phytopathology* 96 (12): 1397-1403.
- Grünwald, N.J.; Flier, W.G.; Sturbaum, AK, Garay-Serrano E, van den Bosch TBM, Smart CD, Matuszac JM, Lozoya-Saldaña H, Turkensteen LJ, Fry WE (2001) Population structure of *Phytophthora infestans* within the Toluca valley region of central México. *Phytopathology* 91: 882-890.
- INIFAP. 2012. Hortalizas, En: Reporte Anual 2012. Publicación Especial Núm. 11. México, D.F. Pp. 13-14.
- López O., C.A.; Peñuelas R., C.G.; Arteaga R., T.T.; Martínez C., A.R. 2013. Análisis del costo de remoción de fungicidas utilizados en el control del tizón tardío (*Phytophthora infestans*) del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*). *Rev. Int. Contam. Ambie.* 29(4): 295-301.
- Lozoya-Saldaña, H.; Belmar-Díaz, C.R.; Bradeen, J.M.; Helgeson, J.P. 2010. Caracterización de poblaciones de *Phytophthora infestans* (Mont, De Bary) obtenidas de *Solanum* transgénicas y de híbridos somáticos resistentes. *Interciencia* 35(10): 784-788.

- Lozoya-Saldaña, H.; Hernández-Vilchis, A. 2001. Registered and section 18 compounds for control of late blight (*Phytophthora infestans* Mont. De By) in potatoes in Toluca, México. *Agrociencia* 35: 451-458. 2001
- Luque S., E.J. sf. Nuevas variedades de papa en el norte de Sinaloa. Resultados de Proyectos. Fundación Produce Sinaloa, A.C.
- Orona-Castro, F.; Pecina-Quintero, V.; Rocha-Peña, M.A.; Parga-Torres, V.M.; Martínez de La Vega, O.; Almeyda-León, I.H. 2004. Caracterización de variedades y líneas élite de papa (*Solanum tuberosum* L.) en México utilizando marcadores RAPD y SSR. *Pyton* 53: 289-300.
- Parga-Torres, V.M.; Covarrubias-Ramírez, J.M.; Sánchez-Valdés, I. 2010. XXV Años de mejoramiento genético de papa en el Noreste de México. Memoria del XIII Congreso Nacional de Papa. 9, 10 y 11 de Septiembre, 2010. Tapalpa, Jal. Pp. 6.
- Ramos-Vergara, O.A.; González-Cepeda, L.E.; Isauero-Jerónimo, M.F.; Acosta-Ramos, M. 2014. Efectividad biológica de vincare (benthiavalicarb + folpet) para el control del tizón tardío (*Phytophthora infestans* Mont de Bary) en el cultivo de tomate. XVI Congreso Internacional y XLI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. 20 al 24 de julio del 2014. Ixtapan de la Sal, estado de México. Pp. 138.
- Rivera P., A.; Mendoza N., M.A.; Romero, V.M.; López D., H.A. 2010. Validación de Clones de papa con agricultores: Caso Balderas, Municipio Tenango del Valle Estado De México. Memoria del XIII Congreso Nacional de Papa. 9, 10 y 11 de Septiembre, 2010. Tapalpa, Jal. Pp. 10.
- Romero M., G.; Lozoya S., H.; Mora A., G.; Fernández P., S.; Grünwald, N.J. 2012. Rendimiento de papa en función de epidemia por tizón tardío (*Phytophthora infestans* Mont. de Bary). *Rev. Fitotec. Mex.* 35(1): 69 – 78.
- Rodríguez G., M.P. Biodiversidad de los hongos fitopatógenos del suelo de México. Consulta el 6 de agosto de 2014. http://www3.inecol.edu.mx/csmbgd/images/stories/resultados_articulos_archivos/5%20BIODIVERSIDAD%20DE%20LOS%20HONGOS%20FITOPATOGENOS.pdf
- Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM). 2014. Comportamiento para papa Alpha de primera calidad. Central de Abasto de Iztapalapa, DF. Consulta el 6 de agosto de 2014. <http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/>.

Situación del Tizón Tardío en Perú

Pérez, W.¹; Gamboa, S.¹; Forbes, G.A.² y J. Andrade-Piedra³

¹ Centro Internacional de la Papa [CIP]. Lima, Perú. E-mail: w.perez@cgiar.org.

² CIP. Beijing, China

³ CIP. Quito, Ecuador

Introducción

La papa es producida en 19 de los 24 departamentos del Perú y es uno de los principales cultivos alimenticios debido al área sembrada [260,000 ha/año], número de productores que dependen de ella [600,000], aporte a la economía nacional (11% del Producto Bruto Interno agrícola) y aporte a la dieta humana [consumo promedio de 68.4 kg/habitante/año][19]. Por su ubicación geográfica y condiciones climáticas determinadas por la cordillera andina y la corriente marina de Humboldt, en el Perú se siembra y cosecha papa prácticamente durante todo el año, aunque en diferentes proporciones de acuerdo a la altitud y épocas de cultivo y cosecha [11].

El tizón tardío es la principal enfermedad que se presenta en el cultivo de la papa, especialmente en los valles interandinos y áreas cercanas a la vertiente oriental amazónica. La severidad de la enfermedad varía de acuerdo al área geográfica de producción y al tipo de control utilizado [11]. [27] reportó inicialmente que en el Perú, el número promedio de aplicaciones de fungicidas por campaña para controlar al tizón era de 6, sin embargo [9] y [23] reportaron hasta 12 y 15 aplicaciones de fungicida por campaña respectivamente. La característica principal del uso de plaguicidas por parte de los agricultores en Perú es que dichos productos no son usados en las dosis recomendadas, hay desconocimiento del tipo de fungicidas a utilizar, existe un deficiente diagnóstico de la enfermedad y hay un alto riesgo para la salud humana por la no utilización de equipos de protección personal [26].

Hospederos reportados del patógeno

El tizón tardío afecta principalmente a la papa (*Solanum tuberosum*), tomate (*S. lycopersicum*) y pepino dulce (*S. muricatum*). Se ha reportado infección natural en 47 especies: *S. medians*, *S. montanum*, *S. senecioides*, *S. tuberiferum*, *Nolana gayana*, *N. humifusa*, *S. laxissimum*, *S. sitiens*, *S. bukasovii*, *Lycopersicon chilense*, *L. peruvianum*, *L. pimpinellifolium*, *S. lycopersicoides*, *S. ochranthum*, *L. pennelli*, *S. sitiens* [4], *S. tuberosum*ssp. *andigena*, *S. goniocalyx*, *S. chaucha*, *S. phureja*, *S. stenotomum*, *S. acaule*, *S. ancophilum*, *S. bill-hookerii*, *S. cajamarquense*, *S. cantense*, *S. chiquidenum*, *S. chomatophilum*, *S. gracilifrons*, *S. hastiforme*, *S. huancabambense*, *S. hypacarthrum*, *S. jalcae*, *S. medians*, *S. mochi-quense*, *S. multiinterruptum*, *S. orophyllum*, *S. paucisectum*, *S.*

piurae, *S. raquialatum*, *S. simplicissimum*, *S. sogarandinum*, *S. wittmackii* [16], *S. caripense*, *S. hirsutum*, *S. peruvianum* y *S. megistacrolobum* [W. Pérez, datos no publicados].

Especies reportadas

P. infestans. Según [3] los primeros reportes del tizón tardío de la papa en el Perú datan del siglo pasado. Los primeros estudios de caracterización fenotípica de *P. infestans* fueron realizados por [1, 2], mientras que Tooley realizó los primeros trabajos de caracterización molecular del patógeno [34], posterior a ellos [29] y [14,15] continuaron con estos estudios.

P. andina. En el Perú el tomate de árbol (*S. betaceum*) es un cultivo subutilizado a diferencia de otros países de la región andina donde es producido extensivamente con la finalidad de exportar y aprovechar sus frutos comestibles. [13] reporta la presencia de *P. andina* en Perú afectando en forma específica a este hospedante.

Tipos de apareamiento

P. infestans. Diversos estudios realizados con aislamientos provenientes de diferentes lugares y hospedantes han determinado la presencia solo del grupo de apareamiento A1 en el Perú [2, 28, 35] La hipótesis de una frontera sexual del patógeno entre el grupo de apareamiento A1 del Perú y el grupo de apareamiento A2 predominante en Bolivia no fue confirmada en los estudios realizados en el 2001 [29].

P. andina. Los aislamientos colectados de tomate de árbol en Oxapampa [Pasco] fueron apareados con aislamientos conocidos de *P. infestans* del grupo de apareamiento A1 y produjeron oosporas, por lo que se infirió que los aislamientos de *P. andina* pertenecen al grupo de apareamiento A2 [Pérez, W datos no publicados]. La prueba de PCR usando el marcador ligado al locus de apareamiento propuesta por [20] confirmó que los aislamientos peruanos de *P. andina* pertenecen al grupo de apareamiento A2 [S. Gamboa, datos no publicados].

Diversidad genética, linajes clonales, grupos de microsatélites

P. infestans. [34] en 1989 reportó que la población de *P. infestans* en el Perú era similar a la de México, Estados Unidos y Europa dominada entonces por el linaje US-1. En el 2001, [29] reportó el cambio poblacional y determinó que linaje EC-1 era dominante en el país, también reportó a los linajes US-1, PE-3, PE-5 y PE-6 que se encontraban en menor proporción y restringidos a determinadas zonas. [16] encontró asociación entre los linajes EC-1, US-1, PE-3 y PE-7 y el hospedante del que fueron aislados. [14] reportó que la mayoría de los aislamientos de *P. infestans* colectados en

el Perú presentan las variantes alélicas *ipiO1*, *ipiO2* y *ipiO3*, hizo mención especial de la presencia de aislamientos del linaje US-1 que no contienen el alelo *ipiO1* pero si el alelo *ipiO4*. [18] plantea la hipótesis que la diversidad de *P. infestans* en Los Andes ha sido producto de una migración global junto con un proceso de hibridación entre poblaciones establecidas vía eventos independientes de migración.

P. andina. Los aislamientos colectados de *S. betaceum* en Perú y algunos aislamientos provenientes de la sección Anarrichomenum colectados en Ecuador están agrupados en un sub-clade diferente al de los aislamientos colectados en el mismo hospedante en Ecuador y Colombia. Estos datos son confirmados con los resultados de RFLP y de haplotipo mitocondrial que indican que los aislamientos peruanos pertenecen al linaje EC-2 presente también en Ecuador pero diferente al linaje EC-3. Los aislamientos de *P. andina* colectados en Oxapampa (Pasco), Perú solo infectan *S. betaceum* [S. Gamboa, datos no publicados].

Otros estudios realizados o en curso

Estudios realizados en campos de papa situados entre 3718 y 4090 m.s.n.m. de los Andes centrales del Perú, se determinó que la enfermedad con mayor incidencia afectando la papa era el tizón tardío [datos no publicados]. Estos resultados corroboran con lo previsto por el modelo agroclimático GEOSIMCAST usado para generar mapas de riesgo al tizón tardío, que determinó que la enfermedad aumentará en las zonas más altas y situadas a mayor altitud debido al cambio climático [17].

Perú, con sus condiciones tan variables de clima, fue el lugar en donde se realizó la modificación y validación del simulador LATEBLIGHT para condiciones de trópico de altura al final de la década de los 90, utilizando las variedades Amarilis, Yungay y Amarilis [5, 6].

Utilizando secuenciación de ARN se logró identificar efectores de *P. infestans* con expresión diferencial y ausencia de expresión en aislamientos pertenecientes al linaje clonal EC-1 [H. Kreuze, comunicación personal].

Se están caracterizando aislamientos de *Phytophthora* spp. colectados de *Urera laciniata* Goudot ex Wedd. Y *S. chrysotrichum* Schltdl, así como también aislamientos de *P. infestans* de diversas zonas agrícolas del Perú.

La Escuela de Campo de Agricultores [ECAs] se implementó en el Perú en 1998 como una propuesta de capacitación intensiva enfocada en fortalecer las capacidades y experiencias de los agricultores principalmente en el manejo integrado del tizón tardío de la papa. Como resultado del auto aprendizaje y una eficiente toma

de decisiones, los agricultores incrementaron el rendimiento del cultivo y obtuvieron un beneficio adicional de US\$ 236 / ha como resultado del conocimiento adquirido en las ECA's [25, 36].

Las doce variedades de papa más difundidas en el Perú fueron evaluadas en campo de acuerdo a la escala de susceptibilidad al tizón tardío propuesta por [35]. Se confirmó la pérdida de resistencia de la variedad Canchan y Amarilis y se estableció en forma cuantitativa la susceptibilidad de las variedades a diferencia de la terminología ambigua que fue usada al momento de su liberación [7].

El CIP ha desarrollado módulos de capacitación para fortalecer las competencias de los agricultores en el manejo del tizón tardío [10] y actualmente se está validando tres herramientas para la toma de decisiones (DSS) en el control de la enfermedad diseñados especialmente para agricultores de subsistencia y apropiados para las regiones tropicales/subtropicales.

Principales moléculas químicas aplicadas para el control del patógeno e información sobre los niveles de resistencia del patógeno

P. infestans. Los fungicidas mayormente usados en el Perú para el control del tizón tardío son el cymoxanil, metalaxil [11], mancozeb, dimetomorf y benalaxyl [33]. [33] reportó la existencia de 23 ingredientes activos de fungicidas que son usados en el cultivo de la papa, muchos de los cuales son usados para el control del tizón tardío pero sin tener el registrado para su uso contra esta enfermedad, como por ejemplo, el carbendazim. Aislamientos del linaje EC-1 colectados en Huánuco mostraron bajos niveles de resistencia al cymoxanil, sin embargo ocurre lo contrario con el metalaxyl - M en el cual la concentración más alta aplicada en el campo estuvo por debajo del promedio de EC50 que se encontró en pruebas de laboratorio e invernadero [30]. El uso de fosfonatos a dosis de 2.5 g i.a./litro tuvo similar control del tizón tardío que los fungicidas de contacto mancozeb y clorotalonil usados a las mismas dosis [21].

P. andina. No se han realizado estudios sobre el control químico del tizón afectando *S. betaceum*.

Estimación de las pérdidas actuales causadas por el patógeno en los cultivos de papa

P. infestans. Los agricultores de los Andes Peruanos indican que el tizón tardío es uno de los principales problemas que afectan el cultivo de papa ocasionando pérdidas incluso hasta en un 100% [28]. Un estudio realizado en 1992 determinó que la enfermedad ocasionaba pérdidas de 6 t/ha [8].

P. andina. El tomate de árbol en el Perú está restringido a jardines y parcelas de reducida escala comercial por lo que no se han realizado estudios sobre las pérdidas ocasionadas por *P. andina*.

Variedades cultivadas y su respuesta al tizón tardío

Las principales variedades de papa que se cultivan a nivel nacional son Yungay y Canchan, otras variedades tienen predominancia regional como Libertañá y Amarilis en la sierra norte [33], y en el caso de las variedades nativas Amarilla Tumbay, Peruanita, Huayro, Huamantanga, Amarilla del Centro, Camotillo y Tayacaja son producidas principalmente en la sierra centro y sur del Perú [24].

En el Perú al igual que en otros países, la industria de procesamiento promueve el uso de variedades que tienen buenas características para el procesamiento pero tienen bajos niveles de resistencia al tizón tardío como es el caso de Diacol Capiro y Canchan [24].

Debido a la aparición de poblaciones del patógeno más virulentas y agresivas, variedades como Canchan y Amarilis perdieron su resistencia genética [7,12], la cual combinaba la resistencia vertical y horizontal propia de la población A de mejoramiento genético del Centro Internacional de la papa (CIP)[22] a la cual también pertenecen las variedades Perricholi y Serranita que también son utilizadas en la industria de procesamiento.

El Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) del Perú ha liberado variedades como Chucmarina y Antañita con altos niveles de resistencia horizontal alto rendimiento y buena calidad para mesa e industria y que pertenecen a la población de mejoramiento B3C1 del CIP. De igual manera ha liberado variedades como Pallay Poncho, Puca Lliclla y Antiplano que pertenecen a una población mejorada (B1C5) a partir de variedades nativas de *S. tuberosum* spp. *andigena*, seleccionadas por su alto nivel de resistencia horizontal, alto rendimiento y sobretodo que mantienen la forma de la variedad nativa como la diversidad de colores de piel, contenido de materia seca, etc.[19]. En trabajos de búsqueda de resistencia genética realizado por el CIP se encontró 19 accesiones de cultivares nativos con mejores o similares niveles de resistencia al tizón tardío que la variedad Chucmarina [31]. En trabajos con especies silvestres se encontró que las especies *S. urubambae*, *S. violaeimamorum*, *S. cantense*, *S. cajamarquense*, *S. orophilum*, *S. velardei* y *S. wittmackii* presentaban altos niveles de resistencia a la enfermedad [32].

Referencias bibliográficas

[1] Abad, G. J. de, and Henfling, J. 1984. Variabilidad patogénica de *Phytophthora infestans* [Mont.] de Bary en *Solanum muricatum* Ait. Fitopatología 19:50–51.

[2] Abad, G. J. L. R. de. 1983. *Phytophthora infestans* en la zona central del Perú: Rango de hospedantes, variabilidad y resistencia varietal. Tesis M. Sc. Fitopatología. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 200 p.

[3] Abad, Z. G., and Abad, J. A. 1997. Another look at the origin of late blight of potatoes, tomatoes, and pear melon in the Andes of South America. Plant Disease 81:682–688.

[4] Abad, Z. G., Abad, J. A., Fernandez-Northcote, E. N., and Ochoa, C. 1995. Host range of *Phytophthora infestans* in central Peru and list in the world since 1840's. Resistance on wild tomatoes. Phytopathology 85:1173.

[5] Andrade-Piedra, J. L., Forbes, G. A., Shtienberg, D., Grünwald, N. J., Taipei, M. V., and Fry, W. E. 2005. Simulation of potato late blight in the Andes: II: validation of the LATEBLIGHT model. Phytopathology 95:1200–1208.

[6] Andrade-Piedra, J. L., Hijmans, R. J., Forbes, G. A., Fry, W. E., and Nelson, R. J. 2005. Simulation of potato late blight in the Andes: I: modification and parameterization of the LATEBLIGHT model. Phytopathology 95:1191–1199.

[7] Anticona, R. 2012. Cuantificación de la resistencia a la ranca *Phytophthora infestans* [Mont.] De Bary, en variedades de papa [*Solanum tuberosum*] de mayor difusión en el Perú. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Paucartambo [Pasco], Perú. 94 p.

[8] Bailon Vilcapoma, Y. M. 1987. Estudio económico del control de la ranca [*Phytophthora infestans*] [Mont.] de Bary en papa, en lugares de diferente incidencia. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional del Centro del Perú. 105 p.

[9] Bustamante, H. N. 2007. Control químico del tizón tardío de la papa [*Phytophthora infestans* Mont. de Bary] en la variedad Canchan en Huasahuasi, Junín. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 82 p.

[10] Cáceres, P. A., Pumisacho, M., Forbes, G. A., and Andrade-Piedra, J. L. 2008. Learning to control potato late blight: A facilitator's guide. International Potato Center [CIP], Instituto Nacional Autonomo de Investigaciones Agropecuarias [INIAP] y Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología del Ecuador [SENACYT]. Quito, Ecuador. 142 p. A

[11] Egúsziza, R., and Apaza, W. 2001. La ranca de la papa [*Phytophthora infestans*] en el Perú. Perfil del país. In Proceedings of the International Workshop on Complementing Resistance to Late Blight [*Phytophthora infestans*] in the Andes, Cochabamba - Bolivia. Memorias: 29 -39.

[12] Forbes, G. A. 2012. Using Host Resistance to Manage Potato Late Blight with Particular Reference to Developing Countries. Potato Research 55:205–216.

[13] Forbes, G. A., Morales, J. G., Restrepo, S., Pérez, W., Gamboa, S., Ruiz, R., Cedefio, L., Fermin, G., Andreu, A. B., Acuña, I., and Oliva, R. 2013. *Phytophthora infestans* and *Phytophthora andina* on Solanaceous Hosts in South America. In *Phytophthora: A Global Perspective*, ed. Kurt Lamour, p. 48–58.

[14] Gamboa, S., Rivera, C., Roman, M. L., Pérez, W., Lindqvist-Kreuz, H., Forbes, G., Kreuz, J., and Ghislain, M. 2014. IPIO alleles in *Phytophthora infestans* isolates are not only determinants of late blight resistance of RB transgenic potato. In MPMI 2014, Rhodes, Greece: International Scientific Committee [ISC], p. P314.

[15] Garry, G., Forbes, G. A., Salas, A., Cruz, M. S., Perez, W., and Nelson, R. J. 2005. Genetic diversity and host differentiation among isolates of *Phytophthora infestans* from cultivated potato and wild solanaceous hosts in Peru. Plant Pathology 54:740–748.

- [16] Garry, G., Salas, A., Forbes, G. A., Perez, W., Cruz, M. S., and Nelson, R. J. 2005. Host specialization not detected in isolates of *Phytophthora infestans* attacking wild and cultivated potatoes in Peru. *European Journal of Plant Pathology* 113:71–81.
- [17] Giraldo, D., Juarez, H., Perez, W. M., Trebejo, I., Izarra, W., and Forbes, G. 2010. Severidad del tizón tardío de la papa [*Phytophthora infestans*] en zonas agrícolas del Perú asociado con el cambio climático. *Revista Peruana Geo-Atmosferica* 56–67.
- [18] Goss, E. M., Tabima, J. F., Cooke, D. E. L., Restrepo, S., Fry, W. E., Forbes, G. A., Fieland, V. J., Cardenas, M., and Grünwald, N. J. 2014. The Irish potato famine pathogen *Phytophthora infestans* originated in central Mexico rather than the Andes. *Proceedings of the National Academy of Sciences* Available at: <http://www.pnas.org/content/early/2014/05/29/1401884111.abstract>.
- [19] Instituto nacional de Innovación Agraria, and Red LatinPapa. 2012. Catálogo de nuevas variedades de papa: sabores y colores para el gusto peruano. Lima, Perú. 93 p.
- [20] Judelson, H. S. 1996. Chromosomal heteromorphism linked to the mating type locus of the oomycete *Phytophthora infestans*. *Molecular and General Genetics* 252:155–161.
- [21] Kromann, P., Pérez, W. G., Taipe, A., Schulte-Geldermann, E., Sharma, B. P., Andrade-Piedra, J. L., and Forbes, G. A. 2012. Use of Phosphonate to Manage Foliar Potato Late Blight in Developing Countries. *Plant Disease* 96:1008–1015.
- [22] Landeo, J. A. 1988. Breeding strategy to control potato late blight at the International Potato Center [CIP]. Programme Regional d'Amelioration de la Culture de la Pomme de Terre en Afrique Centrale [PRAPAC]; Seminaire sur le mildiou de la pomme de terre. Workshop on late blight of potato. Ruhengeri [Rwanda]. 1988. pp. 75–82.
- [23] Maldonado, L., Suarez, V., and Thiele, G. 2008. Estudio de la adopción de variedades de papa en zonas pobres del Perú. Documento de Trabajo. Centro Internacional de la papa. Lima, Perú. 37 p.
- [24] Ministerio de Agricultura. 2012. Cadena agroproductiva de la papa. 1st ed. Centro de Documentación Agraria-CENDOC. Lima, Perú. 35 p.
- [25] Nelson, R. J., Orrego, R., Ortiz, O., Tenorio, J., Mundt, C. C., Fredrix, M., and Vien, N. V. 2001. Working with resource-poor farmers to manage plant diseases. *Plant Disease* 85:684–695.
- [26] Ortiz, O., G., T., and Forbes, G. 2002. Farmers' Knowledge and Practices Regarding Fungicide Use for Late Blight Control in the Andes. In *Proceedings of the International Workshop Complementing Resistance to Late Blight [Phytophthora infestans] in the Andes, February 13-16, 2001, Cochabamba, Bolivia*: International Potato Center, Lima, Peru, p. 45–56.
- [27] Ortiz, O., Garrett, K. A., Heath, J. J., Orrego, R., and Nelson, R. J. 2004. Management of potato late blight in the Peruvian highlands: evaluating the benefits of farmer field schools and farmer participatory research. *Plant Disease* 88:565–571.
- [28] Ortiz, O., Winters, P., and Fano, H. 1999. La percepción de los agricultores sobre el problema de tizón tardío o rancho [*Phytophthora infestans*] y su manejo: Estudio de casos en Cajamarca, Perú. *Revista Latinoamericana de la Papa*. 11:97–120.
- [29] Perez, W. G., Gamboa, J. S., Falcon, Y. V., Coca, M., Raymundo, R. M., and Nelson, R. J. 2001. Genetic structure of Peruvian populations of *Phytophthora infestans*. *Phytopathology* 91:956–965.
- [30] Pérez, W., Lara, J., and Forbes, G. 2009. Resistance to metalaxyl-M and cymoxanil in a dominant clonal lineage of *Phytophthora infestans* in Huánuco, Peru, an area of continuous potato production. *European Journal of Plant Pathology* 125:87–95.
- [31] Perez, W., Ñahui, M., Ellis, D., and Forbes, G. 2014. Wide phenotypic diversity for resistance to *Phytophthora infestans* found in potato landraces from Peru. *Plant Disease* Available at: <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-03-14-0306-RE> [Accessed May 9, 2014].
- [32] Perez, W., Salas, A., Raymundo, R., Huaman, Z., Nelson, R., and Bonierbale, M. 2001. Evaluation of wild potato species for resistance to late blight. In *Scientist and farmer: partners in research for the 21st Century*. Program Report 1999-2000, Lima: International Potato Center [CIP], p. 49–62.
- [33] Pradel, W. F. 2009. Use of the environmental impact quotient to estimate impacts of pesticide usage in three Peruvian potato production areas. International Potato Center [CIP]. Integrated Crop Management Division. Working paper. Lima, Peru. 18 p.
- [34] Tooley, P. W., Therrien, C. D., and Ritch, D. L. 1989. Mating type, race composition, nuclear DNA content, and isozyme analysis of Peruvian isolates of *Phytophthora infestans*. *Phytopathology* 79:478–481.
- [35] Yuen, J. E., and Forbes, G. A. 2009. Estimating the level of susceptibility to *Phytophthora infestans* in potato genotypes. *Phytopathology* 99:783–786.
- [36] Zuger, R. 2004. Impact Assessment of Farmer Field Schools in Cajamarca, Peru: An Economic Evaluation. Social Sciences Working Paper . International Potato center. Lima, Peru. 38 p.

Situación del Tizón Tardío en Colombia

Restrepo, Silvia ¹ y Núñez, Carlos E. ²

¹ Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia. E-mail: srestrep@uniandes.edu.co

² Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

Hospederos y especies reportadas

El tizón tardío en Colombia se ha reportado en gran variedad de especies de la familia Solanaceae, lo cual no hace sino empeorar los daños causados por la enfermedad [1]. El patógeno, *Phytophthora infestans* se ha aislado de *Solanum tuberosum*, *Solanum tuberosum* Grupo Phureja, *Solanum quitoense*, *Solanum betaceum*, *Physalis peruviana*, y *Solanum viarum* [2]. La mayoría de los reportes corresponden a la especie *P. infestans*. Sin embargo, en el caso del hospedero *Solanum betaceum* se ha encontrado recientemente una nueva población que diverge morfológica y molecularmente de las especies *P. infestans* y *P. andina*.

Biología del patógeno y su diversidad

Los estudios más recientes muestran que las poblaciones del patógeno asociadas al cultivo de la papa son clonales, mostrando poca variación intraclonal [1]. En Colombia, solo se ha reportado el tipo de apareamiento A2, en una sola cepa atacando uchuva, *Physalis peruviana* y nunca se ha puesto en evidencia la recombinación sexual.

Sin embargo, con el uso de marcadores microsatélites en las poblaciones del patógeno asociadas a tomate de árbol se ha reportado una gran variabilidad genética, con valores de diversidad cercanos a los mostrados por las poblaciones del patógeno en México. Otros estudios han mostrado que estas cepas muestran un contenido de ADN mayor al de cepas aisladas comúnmente de papa, no producen oosporas cuando son cruzadas con otras cepas de *P. infestans* y muestran una gran especificidad de hospedero.

Principales moléculas químicas aplicadas para el control del patógeno e información sobre los niveles de resistencia del patógeno

Los principales productos usados en Colombia contra *Phytophthora infestans* son: Metalaxil, Cymoxanil, Propamocarb, Dimetomorf, Mandipropamida, Clorotalonil, mancozeb, propineb, fosetil-aluminio, Propamocarb+Fluopicolide y, en la actualidad, otros múltiples productos disponibles en el mercado son combinaciones de estas moléculas, muchos de ellos en la gama de genéricos. En un estudio publicado en el año 2013, Céspedes y colaboradores mostraron la existencia de un número grande de cepas con resistencia al mefenoxam (metalaxyl) en la región de Cundinamarca [3]. Sin

embargo, son pocos los estudios al respecto y se necesita un constante monitoreo de los niveles de resistencia/susceptibilidad a los principales compuestos usados.

Variedades cultivadas y su respuesta a la enfermedad

En Colombia la producción de papa concentra en cuatro departamentos que siembran aproximadamente el 90% del área total. Para el año 2013 la Secretaría Técnica del Consejo Nacional de la Papa reportó un área sembrada de 127.400 ha distribuidas en su orden: Cundinamarca (37%), Boyacá (26.8%), Nariño (19.2%) y Antioquia (6.4%); esta distribución es muy similar para el volumen de producción del tubérculo. Para el año 2012, la misma entidad reportó en su orden por área sembrada las principales variedades de papa que se siembran en el país, ellas son: Pastusa Suprema (29.7%), Diacol Capiro (25.2%), Parda Pastusa (13%), ICA Unica (10.5%), Papa Criolla (6.7%), Tuquerreña (4.1%), Puracé (1.1%) y otras varias que en total se estiman cubren el 9.7% restante del área [6].

Pastusa Suprema es una variedad liberada en Diciembre de 2002 por el programa de mejoramiento genético de la Universidad Nacional de Colombia (UNC), esta variedad tiene una importante resistencia de tipo horizontal a la gota (tizón tardío); su fuente de resistencia al patógeno viene de la especie silvestre mejicana *Solanum stoloniferum* [4]. A pesar de esta ventaja genética de la variedad, los agricultores realizan un manejo químico tradicional del tizón en la variedad, con la única diferencia que se amplía un poco la ventana de los días entre aplicaciones, variando entre 7 y 14 días dependiendo de las localidades y de la presión natural del patógeno. Este manejo es el resultado de la falta de transferencia de tecnología y de un factor muy importante y arraigado entre los agricultores que se conoce como la "aversión al riesgo", explicado sin duda, por el hecho de que el manejo de esta enfermedad no representa más allá del 10% de los costos totales de producción en el cultivo. En los agricultores más tecnificados los costos de este ítem disminuyen con el uso de la variedad, porque aunque no se disminuyen mucho las aplicaciones, si se utilizan con mayor frecuencia moléculas protectantes que son de menor costo. Parda Pastusa es una variedad susceptible que solo se siembra en las zonas altas (> 2900 msnm), fue la principal variedad en el país hasta el 2006.

La variedad ICA Única también es una variedad con buena respuesta de resistencia al tizón tardío, y ocurre algo similar al caso de la variedad Pastusa Suprema. La variedad Tuquerreña es nativa y es la variedad de mayor susceptibilidad a la gota, Diacol Capiro, es la variedad que le sigue en susceptibilidad y, dado que es la principal variedad utilizada por la industria de procesamiento (hojuela y bastón), el manejo de la 'gota' es fundamentalmente químico, con un rango de aplicaciones entre 12 y 22 por ciclo,

dependiendo de la región y el ciclo de cultivo. La variedad Puracé está restringida en sus siembras comerciales al departamento de Antioquia, y su respuesta a la gota es de moderada susceptibilidad. En el caso de la papa criolla (*S. phureja*), también es el programa de mejoramiento genético de la UNC el que ha liberado las que hoy existen (Colombia, Latina, Paisa, Galeras y Guaneña) [5]. La variedad Criolla Colombia es la más difundida entre los agricultores y es susceptible, las restantes presentan niveles moderados de resistencia. Actualmente en el programa de la UNC se han logrado avances significativos en resistencia a la gota en el nivel diploide, lo que se reflejará en futuros materiales comerciales. En el ítem de otras variedades, la UNC participa con otras variedades liberadas entre 2002 y 2005, ellas son: Betina, Roja Nariño, Esmeralda, Rubí y Punto Azul, las cuatro primeras con moderados niveles de resistencia y la última con buena resistencia [4]. Todas ellas están en manos de los agricultores y se mantienen por sus ventajas de rendimiento y respuesta a la enfermedad.

Estimación de las pérdidas actuales causadas por el patógeno en los cultivos de papa

La enfermedad de la gota causada por *P. infestans* tiene un potencial de daño variable dependiendo del fondo genético de las variedades y del ambiente en el ciclo de producción. En variedades susceptibles puede ocurrir un nivel de daño del 100% si hay descuido en su manejo desde fases muy tempranas de cultivo. En las variedades con niveles moderados y altos de resistencia, los niveles de daño son variados dependiendo del manejo que den los agricultores, pero al respecto no hay estudios que estimen los reales efectos del patógeno sobre el rendimiento en estas variedades en diferentes contextos ambientales. Niveles de severidad similar no causan el mismo nivel de daño, si consideramos que este puede ocurrir en diferentes estados fenológicos del cultivo y, es muy claro, por la experiencia de campo que es mayor su potencial impacto cuando las plantas están entre las fases de diferenciación y llenado de tubérculo. En Colombia estos tópicos de epidemiología en diferentes variedades está por investigar, al igual que lo relacionado con diferentes estrategias de manejo químico en estas variedades.

En un alto porcentaje, que no se puede precisar por la falta de estudios, se puede decir que en Colombia el nivel de daño por la gota es bajo, ello se explica porque la estrategia química tiene un amplio abanico de opciones (moléculas simples o combinaciones de ellas) con buen nivel de eficiencia. Los agricultores en su mayoría realizan aplicaciones calendario, en razón de que es muy claro el peligro que significa esta enfermedad para el cultivo, algunos utilizan repetidamente ciertas combinaciones de moléculas, pero la mayoría comprende la importancia de la rotación de las moléculas disponibles para hacer un buen manejo. El impacto del patógeno está en los costos de producción del cultivo y en el

potencial impacto ambiental de las diferentes moléculas químicas que se usan en la estrategia de manejo químico, ello en razón de la carente transferencia de tecnología, todo ello carece de estudios serios hasta el presente.

Referencias bibliográficas

- [1] Vargas AM, Quesada Ocampo LM, Cespedes MC, Carreno N, Gonzalez A, Rojas A, Zuluaga AP, Myers K, Fry WE, Jimenez P, et al: Characterization of *Phytophthora infestans* populations in Colombia: first report of the A2 mating type. *Phytopathology* 2009, 99(1), 82-88.
- [2] Cárdenas M.E., E. Medina, J. Tabima, A. Vargas, C. Lopera, A. Bernal, and S. Restrepo. 2011. First report of *Phytophthora infestans* causing late blight on *Solanum viarum* in Colombia. *Plant Disease* 95 (7), 875.
- [3] Cespedes M, Cardenas M, Vargas A, Rojas A, Morales J. B., Jiménez P, Bernal A. J., Restrepo S. 2013. Physiological and molecular characterization of *Phytophthora infestans* isolates from the Central Colombian Andean Region. *Revista Iberoamericana de Micología* 30(2), 81-87.
- [4] Núñez, C.E. 2011. Variedades colombianas de papa. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. Bogotá. 48 p.
- [5] Rodríguez, L.E., Núñez, C.E., Estrada, N. 2009. Criolla latina, Criolla Paisa y Criolla Colombia, nuevos cultivares de papa criolla para el departamento de Antioquia (Colombia). *Agronomía Colombiana* 27(3), 289-303.
- [6] Villarreal, H. 2013 y 2014. Documentos de trabajo de la Secretaría Técnica del Consejo Nacional de la Papa.

Situación del Tizón Tardío en Costa Rica

Brenes, Arturo¹

¹ Laboratorio de Biotecnología de Plantas, Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. E-mail: arturo.brenes@ucr.ac.cr

Hospederos reportados del patógeno

Papa, *Petunia* sp., *Brugmansia* spp, Tomate.

Observados e identificados: *Brugmansia* spp, *Petunia* sp, y *Solanum longiconicum*

Especies reportadas

P. infestans

Tipos de apareamientos reportados

Papa: A1

Solanum longiconicum: A2 (debe ser reconfirmado)

Tomate /*Brugmansia*/ *Petunia*: No determinado

Diversidad genética, linajes clonales, grupos de microsatélites

Papa: linaje clonal CR-1 (RG 57 1000000001001101000110011), A1, la (mtDNA), 100/100 (Gpi), 94/100 (Pep), 75% resistente al metalaxyl.

Solanum longiconicum: A2, la (mtDNA), 100/111/122 (Gpi)

Tomate /*Brugmansia*/ *Petunia*: No determinado

No se han realizado estudios con microsatélites

Otros estudios realizados o en curso

Selección de clones tolerantes

Evaluación de sensibilidad a fungicidas

Principales moléculas químicas aplicadas para el control del patógeno e información sobre los niveles de resistencia del patógeno

Dimetomorph: sensible

Metalaxyl: 75% aislamientos resistentes

Cymoxanil: 5% aislamientos EC50 2,46 mg/L

Propamocarb: resistente

Chlorotalonil: sensible

Mancozeb: sensible

Variedades cultivadas y su respuesta a la enfermedad.

Floresta: Susceptible. Cuando fue liberada mostraba resistencia

Granola: Susceptible

Situación del Tizón Tardío en Argentina

Lucca, Ana M. F.¹ y Huarte, Marcelo A.¹

¹ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EEA Balcarce, Grupo de Investigación en Papa, Ruta 226 Km 73.5, Balcarce, Argentina. E-mail: lucca.florencia@inta.gob.ar

Introducción

El Tizón tardío (TT) es la enfermedad más importante del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en Argentina y en el mundo. Es causada por el oomycete *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary (P.i) y su presencia también se ha informado en tomate (*Solanum lycopersicum*) y en berengena (*Solanum melongena* L.) en el país [1,2,3]. Malezas del cultivo de papa como *S. sisymbriifolium* pueden ser importantes a nivel epidemiológico al ser potenciales hospederos alternativos de P.i. Dentro del género *Phytophthora*, se han determinado en Argentina 18 especies en 180 hospederos: *P. austrocedrae*, *P. boehmeriae*, *P. cactorum*, *P. cambivora*, *P. capsici*, *P. cinnamomi*, *P. citricola*, *P. citrophthora*, *P. cryptogea*, *P. drechsleri*, *P. gonapodyides*, *P. infestans*, *P. medicaginis*, *P. megasperma*, *P. nicotianae*, *P. nivea*, *P. palmivora* y *P. sojae* [3, 4, 5].

El cultivo de papa se produce en todo el territorio de Argentina. En el Sudeste de la Provincia de Buenos Aires, donde se han informado los mayores rendimientos, se dan condiciones propicias para el desarrollo de la enfermedad. Según [6], el promedio de pérdidas debidas a la ausencia de control químico durante el período 1986-2005 fue de 41,8% para tubérculos comerciales y 35,6% para rendimiento total.

En el programa de mejoramiento de Papa de INTA en Balcarce, se trabaja para producir materiales con resistencia a enfermedades, siendo el TT, uno de los temas prioritarios.

Caracterización fenotípica y genotípica

El Grupo de Investigación en Papa del INTA en Balcarce analizó más de 130 aislamientos de P.i obtenidos de las principales zonas productoras de papa del país durante los últimos 20 años. El muestreo se centró en tres períodos: 1992-95, 1997-99 y 2009-12. Las principales regiones consideradas en el muestreo incluyen las provincias de Buenos Aires y Córdoba, donde se concentra la producción de papa para consumo, así como también en Tafí del Valle (Provincia de Tucumán), localidad donde las condiciones climáticas son muy predisponentes para el desarrollo de la enfermedad y se cultiva principalmente para "semilla". La mayoría de las cepas fueron aisladas de las hojas infectadas, tallos y tubérculos. Los aislamientos fueron recolectados de diferentes variedades de papa y clones. Se caracterizaron fenotípica y genotípicamente.

Se determinó el tipo de apareamiento, el haplotipo mitocondrial, el genotipo de aloenzimas (GPI), el polimorfismo de fragmentos de restricción (RFLP) con la sonda RG-57 y la sensibilidad a Mefenoxam. Se amplificaron 12 marcadores de microsátélites en las poblaciones más recientes [7, 8, 9]. Los estudios demostraron que la estructura de las poblaciones de P.i en Argentina ha experimentado cambios significativos en las últimas 2 décadas. Durante el período 1992-95 se determinó la presencia ambos tipos de apareamiento, con mayor preponderancia de tipo A2 (89%) y se describió la presencia del haplotipo mitocondrial la [10]. En los aislamientos colectados desde 1995 hasta principios del 2000, se identificó únicamente al tipo de apareamiento A2 y a los haplotipos mitocondriales la y Ila [11, 12, 13]. En comparación con esta información, las poblaciones más recientes han mostrado una variación hacia el tipo de apareamiento predominante A1, al haplotipo mitocondrial la y a perfiles de GPI 100/100 [14]. El genotipado realizado con las poblaciones más recientes (2007-2012) y en el que se incluyeron algunos aislamientos del período 1995-97, mostraron perfiles divergentes en las poblaciones más recientes respecto de aislamientos más antiguos. Si bien las nuevas poblaciones presentan perfiles de alta homogeneidad, el marcador PiG11 permitió distinguir claramente aislamientos de Tafí del Valle (provincia de Tucumán) de los recogidos en Córdoba y Sudeste de la Provincia de Buenos Aires en el mismo período. Los estudios comparativos preliminares con bases de datos, muestran que los perfiles de las poblaciones más recientes encontradas en Argentina no son semejantes a las poblaciones informadas en dichas bases. Aún no están caracterizadas las líneas clonales en estos aislamientos más recientes. Adler y col. [12] identifican a las líneas clonales AR-1, AR-2, AR-3, AR-4, AR-5, BR-1, en aislamientos colectados en Argentina en el período 1995-97.

Actualmente se está haciendo el análisis comparativo de los resultados de las poblaciones de P.i del país con bases de datos mundiales para ser presentados en el Congreso.

Otros estudios

En las poblaciones del período 1992-95, [15] informaron una mayor agresividad y mayor resistencia a la metalaxil asociados con el tipo de apareamiento A2, preponderante en la población de ese período.

Por su parte, se han realizado ensayos de sensibilidad a Mefenoxam (en placas de Petri) mostrando altos niveles de resistencia en las poblaciones más recientes de *P. infestans* [14].

Control químico del patógeno

Mantecón evaluó el efecto del control químico durante 20 años (1986-2005) y determinó que los fungicidas de contacto y

sistémicos reducen la gravedad de tizón foliar y aumentan significativamente el número de tubérculos comercializables y el rendimiento total [6]. Con alta presión de la enfermedad, los fungicidas sistémicos fueron mejores que los fungicidas de contacto para el control del tizón foliar. Los principales compuestos utilizados para el control químico preventivo del TT en Argentina son: Clorotalonil, Fluzinam y Mancozeb. Combinaciones de Mancozeb con Benalaxil (Galben M) y con Metalaxyl (Ridomil GOLD) y de Ametoctradin y Metiran (Orvego ME) se utilizan preventivamente. Ametoctradin con Dimetomorph (Zampro DM) y Famoxadona con Cymoxanil (Equation Pro 52.5WG) se utilizan como preventivos – curativos sobre el TT. Por su parte, el Dimetomorf combinado con Mancozeb (Acrobat MZ) y con Clorotalonil (Sphinx Supra) tienen acción curativa, al igual que Iprovalicarb y Propineb (Melody Duo). Curativa/ erradicante y erradicante está la formulación de Propamocarb clorhidrato y fluopicolide (Infinito) y Ciazofamida (Ranman), respectivamente. No se recomienda el uso exclusivo de fosfitos de Ca, Cu y K para el control del Tizón Tardío de la papa, sino en combinación con fungicidas específicos.

Variedades de papa

Spunta es la variedad más difundida en todo el país, representando aproximadamente el 90% mercado en fresco. Presenta gran susceptibilidad a P.i. Otras variedades con gran susceptibilidad son Shepody, Bintje y Russet Burbank. Con moderada resistencia al P.i se presentan: Kennebec, Frital INTA, Pampeana INTA, Kelune INTA, Ranger Russet, Asterix, Innovator. Por su parte, Chieftain y Markies presentan buen comportamiento frente al P.i. Otras variedades utilizadas son: Araucana, Primicia, Serrana y Calen (todas variedades del INTA), Huinkul Mag, Umatilla Russet y Atlantic.

Trabajos futuros

Se continuará con el genotipado de nuevos aislamientos de P.i. A fin de ampliar el número de aislamientos y las zonas de muestreo del patógeno, se recurrirá a la utilización de tarjetas FTA (FTA® card, Whatman®). En trabajos futuros, se buscará determinar las funciones de virulencia de proteínas efectoras RxLR de los aislamientos de P.i. de Argentina. Con los datos del genotipado realizado, se construirán mapas de distribución de frecuencias genotípicas de las zonas productoras de papa de Argentina.

Referencias bibliográficas

[1] CMI, 1982. Distribution Maps of Plant Diseases, No. 109, Edition 5. Wallingford, UK: CAB International.

[2] Atlas Fitopatológico Argentino. Vol. 4, N° 1. Marzo 2011; Nome, S.F.; Docampo, D.M.; Conci, L.R.; Canteros, B.; Córdoba, Argentina. ISSN 1851-8974. URL: <http://www.fitopatoatlas.org.ar/>. Fecha de consulta: 06/08/2014. Patógeno: *Phytophthora infestans*

[3] Frezzi, M.J. 1950. Las especies de *Phytophthora* en la Argentina. Rev. investig. agric. Vol. 4 (1): 47-133. Eds. INTA.

[4] Frezzi, M.J. 1977. Especies del género *Pythium* y *Phytophthora* fitopatógenas identificadas en Argentina. Boletín. Eds., Serie Didáctica 2. Inst. de Cs Agronómicas. UNCB. 96pp.

[5] Atlas Fitopatológico Argentino. Vol. 4, N° 1. Marzo 2011; Nome, S.F.; Docampo, D.M.; Conci, L.R.; Canteros, B.; Córdoba, Argentina. ISSN 1851-8974. URL: <http://www.fitopatoatlas.org.ar/>. Fecha de consulta: 06/08/2014. Patógeno: *Phytophthora*

[6] Mantecón, J. D. (2009). Importance of potato late blight in Argentina, and the effect of fungicide treatments on yield increments over twenty years. Cien. Inv. Agr. 36(1):115-122. 2009 www.rcia.puc.cl

[7] Ying, L., Cooke, D.E.L., Jacobsen, E., van der Lee, T. (2013). Efficient multiplex simple sequence repeat genotyping of the oomycete plant pathogen *Phytophthora infestans*. Journal of Microbiological Methods, Volume 92, Issue 3, Pages 316–322

[8] <http://www.eucablight.org/EucaBlight.asp>. Sección Protocolos: Protocols for SSR analysis of *P. infestans*

[9] Schena, L., Cardle, L., Cooke, D.E.L. 2008. Use of genome sequence data in the design and testing of SSR markers for *Phytophthora* species. BMC Genomics 9, 620. (doi:10.1186/1471-2164-9-620)

[10] Van Damme, M. and Ridao, A. (1994) Determination of races and mating type of *Phytophthora infestans* isolated in Argentina. Fitopatología 29, 78–82.

[11] Huarte, M. A. and Distel S. 2000. Memorias del XIX Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa, Cuba, SV-9, Pág.14.

[12] Andreu, A. B., Caldiz, D. O. and Forbes, G. A. (2010). Phenotypic Expression of Resistance to *Phytophthora infestans* in Processing Potatoes in Argentina. Am. J. Pot Res (2010) 87:177–187.

[13] Adler N, Chacón G, Forbes G, Flier W [Internet]. 2007. *Phytophthora infestans* sensu lato in South America population substructuring through host-specificity.

[14] Lucca, M. F, Crespo, C. y Huarte, M. "Advances in control of potato Late Blight in Argentina". Fourteenth EuroBlight Workshop. PPO-Special Report no. 16 (2014), 299-304. H.T.A.M. Schepers (editor). PPO-Special Report from no. 8 onwards: ISSN 1569 - 321X.

[15] Van Damme, M., S. Capezio, and M.A. Huarte. 1998. Phenotypes of *Phytophthora infestans* isolated in Argentina during 1994–1996: mating type, metalaxyl reaction and isozyme analysis. Fitopatología 33: 53.

Situación del Tizón Tardío en Uruguay

Vilaró, Francisco¹

¹INIA. Uruguay. E-mail: fvilaro@inia.org.uy

Hospederos reportados del patógeno

Sin datos

Especies reportadas

P. infestan

Tipos de apareamientos reportados

A1 y A2. Predominaría A2

Diversidad genética, linajes clonales, grupos de microsatélites

Estudio de diversidad en 1998-99 confirmó similitud genética con BR-1 y amplio espectro de virulencia. Algunos aislamientos poseían virulencia a 10 genes R. [1]

Otros estudios realizados o en curso

Evaluación regular de susceptibilidad al patógeno en germoplasma del programa de selección

Principales moléculas químicas aplicadas para el control del patógeno e información sobre los niveles de resistencia del patógeno

Curativo: Cymoxanil

Preventivo: Dimetomorph, Propamocarb, Iprovalicarb

Contacto: Mancozeb, Clorotalonil, Cobre

Metalaxil perdió efectividad. Cymoxanil sería el único principio activo con efecto curativo, con efecto temporario (3 a 4 días).

Estimación de las pérdidas actuales causadas por el patógeno en los cultivos de papa

Variable entre años y época. Puede causar pérdida total ocasionalmente. Durante la época de cultivo en otoño (50-60% del área anual) requiere 10 a 12 aplicaciones en forma preventiva. Durante la primavera se reduce a la mitad aproximadamente.

Variedades cultivadas y su respuesta a la enfermedad

Chieftain (50%) y Red Magic (20%) predominan. Estos y otros cultivares comerciales se comportan bastante susceptibles. Algún cultivar local (Guaviyú) se comporta tolerante, reciente liberación.

Referencias bibliográficas

[1] Deahl, K. L., M. C. Pagani, F. L. Vilaro, F. M. Pérez and B. Moravec. 2003. European Journal of Plant Pathology, 109(3), 277 – 281)

Situación del Tizón Tardío en Bolivia

Plata, Giovanna¹

¹ Fundación PROINPA, Av. Meneces Km 4, El Paso, Cochabamba, Bolivia. E-mail: gplata@proinpa.org

Uno de los problemas más importantes en el cultivo de papa es el ocasionado por *Phytophthora infestans*, agente causal del tizón tardío de la papa. Es una de las enfermedades más devastadoras de la papa a nivel mundial, porque ocasiona daños en cualquier fase de desarrollo del cultivo y puede ser trasladado de una región a otra mediante tubérculos semilla.

En Bolivia, afecta unas 20 mil hectáreas de producción de papa, de las cuales una gran parte se halla dedicada a la producción de semilla, compromete la economía de unas 40.000 familias de agricultores afectando sus ingresos económicos y su alimentación (Navia *et al.*, 2009). En zonas muy húmedas el tizón puede devastar los cultivos de papa en tres a cuatro días y las pérdidas pueden llegar hasta un 100% (Figura 1) debido al desconocimiento de estrategias adecuadas de control por parte de los agricultores (Gandarillas y Ortuño, 2009).

En Bolivia, las zonas de mayor incidencia del tizón están ubicadas en los alrededores de las comunidades de: Morochata, El Choro, Falsuri, Cocapata. Independencia, Colomi. Corani, Chullchungani, Monte Punku, Lope Mendoza, Epizana, Escalante, Capinota, Tiraque, Arani, Capinota, Valle Alto, Valle Bajo y Mizque en el departamento de Cochabamba; Comarapa, Los Pinos, Verdecillos, San Isidro, Saipina, Rio Nuevo, Los Negros, San Pedro, San Marcos y Valle Grande en el departamento de Santa Cruz; San Andrés, La Huerta, Concepción, Iscayachi, Pilaya y Entre Ríos en



Figura 1. Parcela de papa con un 100% de daño ocasionado por tizón. Colomi, 2013.

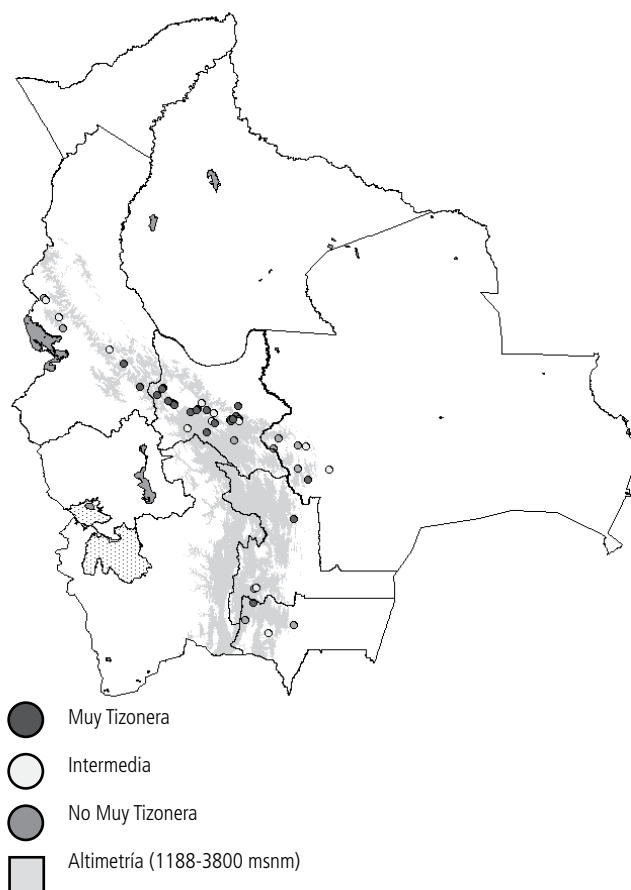


Figura 2. Distribución de *P. infestans* en Bolivia en base a investigaciones realizadas por PROINPA durante los años 1992 hasta el 2001. Elaborada a partir de Navia *et al.*, 1999.

el departamento de Tarija; Tacacoma. Sorata, Inquisivi, Mohoza, Irupana, Coroico, Charazani, Chullna, Puerto Acosta, Amarete y Moyapampa en el departamento de La Paz; La Cordillera de El Rosal, Culpina, Incahuasi en el departamento de Chuquisaca; y en las partes bajas de los Departamentos de Potosí y Oruro (Navia *et al.*, 1999).

Las comunidades arriba mencionadas, están agrupadas en zonas muy tizoneras y no muy tizoneras (Figura 2), está clasificación se da en función a las condiciones ambientales (temperatura y humedad) las cuales pueden favorecer el avance de la enfermedad. Las zonas muy tizoneras se caracterizan por tener una elevada precipitación pluvial (650 y 1700 mm) y una humedad relativa por encima del 90% y en las zonas no muy tizoneras la precipitación está por debajo de los 650 mm (Fernández- Northcote *et al.*, 1999).

Los principales hospederos que afecta este patógeno son la papa y el tomate, debido al cambio climático en estos últimos años se ha reportado un incremento de la pudrición rosada en papa



Figura 3. Las poblaciones que afectan a hoja no necesariamente son las mismas que las de tallo.

(*Phytophthora erythroseptica*), la incidencia no supera el 10%. En relación a un estudio llevado a cabo entre los años 1990 al 2001.

En Bolivia, no se ha evidenciado la reproducción sexual (formación de oospora) debido a que existe sólo un grupo de compatibilidad o tipo de apareamiento A2. Los años 1993 y 1994, se ha reportado que los genes de virulencia más frecuentes para las poblaciones de *P. infestans* en Cochabamba fueron el 1, 3, 7, 10 y 11, menos frecuentes el 2, 4, y 6, y poco frecuentes el 5, 8, y 9 (Plata, 1998). Por lo tanto, las poblaciones presentes en esa época eran moderadamente agresivas. En un trabajo posterior realizado a nivel nacional en los años 1996 a 1998, se evidenció un ligero cambio en las poblaciones los genes 5 y 9 poco frecuentes se tornan en frecuentes, haciendo entonces que las poblaciones sean más complejas. Debido a este cambio, también se ha observado la pérdida de resistencia de algunas variedades como la Runa Toralapa (Perricholi); en el caso de las variedades nativas la enfermedad se presenta en fases tempranas obviamente esto va depender de las condiciones ambientales.

Se han realizado estudios de comparación de poblaciones que afectan al tallo y la hoja en una misma planta, en un 50% se puede afirmar que las poblaciones son diferentes. Tampoco existe correlación entre la resistencia de follaje con la de tubérculo.

En la actualidad las variedades más cultivadas son la Waych'a (susceptible al tizón con buena capacidad de rebrote), Desireé (muy susceptible pero precoz), variedades mejoradas por el programa de mejoramiento de PROINPA: Robusta, Jaspe, Aurora, Puka Waych'a, Puyjuni Imilla, Palta Chola, Anita, Cholita Rosada, etc.

En cuanto al manejo de la enfermedad por los agricultores, algunos conocen y manejan la estrategia basada en tres principios: 1)

la prevención, 2) alternancia de productos sistémicos y contacto y 3) la no aplicación en más de tres oportunidades del sistémico. El otro grupo realiza aplicaciones desde la aparición de los síntomas y por lo general no alternan fungicidas, sólo emplean un fungicida. Las moléculas más utilizadas son el metalaxil, clorotalonil, dimethomorph, cimoxanil, mancozeb, tebuconazole, cobre, etc. Por el uso de un solo fungicida el nivel de resistencia es intermedio, esto debido a que en la siguiente campaña cambian de ingrediente activo o simplemente cuando ya no pueden controlar la enfermedad abandonan la parcela. En aquellos lugares donde la enfermedad es muy severa incluso han llegado a cambiar de cultivo.

Al presente muchos agricultores han tomado conciencia del efecto negativo de los plaguicidas sobre su salud y el medio ambiente y están buscando alternativas de manejo ecológico. Una alternativa es el caldo sulfocálcico en una dosis de 1 litro por mochila (19 litros de agua) que reemplaza al fungicida de contacto y permite su propia elaboración y disminuye los costos de producción.

A pesar de que se cuenta con los equipos y las capacidades para los estudios a nivel molecular tanto del patógeno como del mejoramiento genético, no se ha avanzado mucho en este aspecto en Bolivia. Existen uno o dos trabajos dirigidos a la selección de material genético con resistencia a tizón utilizando parentales nativos y silvestres.

Referencias bibliográficas

- Fernández-Northcote, EN; Navia, O; Gandarillas, A. 1999. Bases de las estrategias de control químico del tizón tardío desarrollada por PROINPA en Bolivia. Revista Latinoamericana de la Papa 11:1-25.
- Gandarillas, A; Ortuño, N. 2009. Compendio de enfermedades, insectos, nematodos y Factores Abióticos que afectan el cultivo de papa en Bolivia. Fundación PROINPA. Cochabamba, BO. p. 64 – 71.

PANEL

"EL CONSUMO Y
MERCADO DE LA PAPA
EN LATINOAMÉRICA"

Consumo y Mercadeo de la papa en Argentina

Huarte, M. A.¹

¹ INTA, Argentina. E-mail: huarte.marcelo@inta.gob.ar

Introducción

El cultivo de papa en Argentina, distribuido en varias provincias, registró una superficie que no ha superado las 80.000 hectáreas con unas 2.100.000 toneladas producidas para el quinquenio 2009-2013. Los datos de la FAO indican que el área cosechada no ha sido mayor 72000 ha en ese quinquenio (Tabla 1). Se estima un valor bruto de esa producción, a nivel mayorista de comercialización de 350 millones de dólares (Barón *et al.*, 2012). Es el producto hortícola de mayor consumo en estado fresco (sin industrializar) ya que, dependiendo de las estimaciones, puede alcanzar los 56 kilos/hab./año, superando al consumo de varios productos alimenticios (Cacace y Huarte, 1996 e información de McCain Argentina de 2005). Considerando los datos de producción de FAO, para el período 2006-2010, y los volúmenes de comercio exterior, se puede calcular un consumo aparente de 48 kilos de papa per cápita para ese período, teniendo en cuenta una población de 40 millones de habitantes. Se estiman que unos 400 productores de escala comercial cultivan papa en todo el país con una superficie promedio de 200 ha. El número de productores de papa se ha ido reduciendo drásticamente desde 1980 donde se estimaban unos 3000 productores con una superficie promedio de 40 has. Al mantenerse el volumen producido acorde con el crecimiento vegetativo y el nivel de consumo, se registró una obvia concentración de la producción en menos productores, más grandes, más tecnificados y, por ende con mayores rendimientos (unas 35 t/ha).

Problemática

Si bien no existen estadísticas confiables o relevamientos recientes, la dinámica del consumo per-cápita de papa en la Argentina en la última década se puede establecer en forma indirecta. Algunos de los elementos a tener en cuenta son:

La industria procesadora: encabezada por el procesamiento de papas prefritas congeladas en bastones y seguida por los "snacks" y el deshidratado, tienen un porcentaje variable de exportación pero un nada desdeñable consumo interno, irrelevante hace unos 20 años.

La constante demanda de información para la instalación de formas alternativas de procesamiento poco importantes hasta el

momento, como las papas enfriadas, el almidón y los productos extruidos.

La exportación de semilla se viene consolidando, abriendo nuevos mercados y significando una fuerza adicional que tracciona la demanda interna en competencia con la externa.

La aparición de nuevos segmentos comerciales (papines andinos, papines "gourmet", variedades con piel roja o violácea, nuevas formas de envases, etc) condimentan un panorama más variado del mercado en fresco.

El escaso o nulo control de calidad en el mercado en fresco es una de las principales fuerzas negativas hacia el aumento del consumo interno (Barón *et al.*, 2012).

En la Tabla 3 se observan las estimaciones de consumo per cápita, mensual y anual, de papa según regiones basadas en un estudio realizado por la FENAPP (Federación Nacional de Productores de Papa) en 2011. El consumo interno de papas procesadas es de 1,3 kg/capita/año que agregado al consumo de 35,28 kg/capita/año de papa en fresco junto con el de otros productos procesados (puré y "snacks"), arrojaría un consumo total de 40 kg/capita/año, mucho más bajo que el estimado hacia 1994 de 56 kg/capita/año (Napolitano *et al.*, 2011). Sin duda el consumo en fresco sigue siendo la forma más importante de consumo en Argentina, si bien el consumo de papas procesadas no ha dejado de crecer. La demanda de materia prima para el procesamiento industrial se incrementó rápidamente a partir de 1995 con la instalación de plantas elaboradoras de papa prefrita destinadas a abastecer el mercado interno y externo. La demanda industrial de papa pasó de sólo 10.000 toneladas anuales a comienzos de los '90, a 115.000 toneladas en 1996 y alrededor de 550.000 toneladas en 2010. Aproximadamente 73% de esta demanda corresponde a la elaboración de papa prefrita en bastones congelada, completándose por el procesamiento de papas snack (15%), en escamas (9%) y otras especialidades (3%). La Tabla 2 brinda una estimación de los principales destinos de la producción. (Napolitano *et al.*, 2011).

Canales de comercialización predominantes

En las tablas 4 y 5 se observan dos situaciones temporales (2002 y 2011) con leves cambios entre ellas. La predominancia de la venta a consignatario y en chacra es en ambos casos lo más destacado. Las diferencias de muestreo y de denominación del canal entre ambos estudios pueden ser las causas de otras diferencias y no debieran tenerse en cuenta.

Tabla 1. Área cosechada (ha), Rendimiento (t.ha⁻¹), Producción (t), Semilla (t) y Precio al Productor (u\$s/t) de papa en Argentina, 2009-2013

Año	2009	2010	2011	2012	2013
Área cosechada	69533	71404	71500	70000	69500
Rendimiento	28	28	30	31	29
Producción	1950000	1996038	2126787	2200000	2000000
Precio	186.9	119.5	97.7	242.6	nd
Semilla	64800	64800	64800	64800	64800

Fuente: FAOSTAT, 2013

Tabla 2. Destino de la producción de papa en Argentina (1996-2010)

	Consumo fresco (interno y exportación)		Industria		Semilla	
	t	%	t	%	t	%
1996	1.934.834	85	115.000	5	225.000	10
2001	2.033.000	81	251.000	10	220.000	9
2010	1.598.000	70	550.000	24	130.000	6

Fuente: Mosciaro, M., 2011

Tabla 3. Consumo per cápita (mensual y anual) de papa en fresco en Argentina en 2012

	CABA	GBA	Resto del País	Total País
Consumo per cápita en kilos/mes	2,43	2,76	3,19	2,94
consumo per cápita en kilos/año	29,16	33,12	38,28	35,28

CABA: Ciudad Autónoma de Buenos Aires; GBA: Gran Buenos Aires; Fuente Napolitano *et al.*, 2011

Tabla 4. Volumen Comercializado según Canal (%) para la Primera Venta en Fresco

Canal de Comercialización	Volumen (%)
SUP	0,5
PP	15,9
CON	21,4
EXP	9,4
CAM	3,1
ACO	49,6

Referencias: SUP: supermercados; PP: puesto propio; CON: contratos; EXP: exportación; CAM: camionero; ACO: consignatario acopiador. Fuente: Gorostegui, C. 2003

Comportamiento de los precios

En la Tabla 1 se observa la fluctuación de precios de los últimos años que aún después de la consolidación de la industria

procesadora sigue siendo muy importante. Las variaciones también son importantes entre regiones, siendo más elevados los precios de las papas provenientes de Córdoba y Mendoza que los del Sudeste de la PCia de Buenos Aires. La papa "procesada" (lavada y espolvoreada, o cepillada o lavada) sigue un comportamiento de precios similar al de Córdoba. La estacionalidad de precios aún sigue siendo importante a pesar del efecto estabilizador de la industria (Larocca, C., 2014).

Importaciones y exportaciones

La evolución de las exportaciones para el período 2003-2008, los principales destinos fueron Brasil y Chile, y en menor medida se registraron envíos a Uruguay, Paraguay y otros países (Bolivia, Reino Unido, Panamá, Suiza y República Dominicana). Del total exportado en este período, la papa para consumo en fresco representó más del 93% del volumen, seguida por la papa semilla, con volúmenes muy reducidos (0.5% - 5.30 %), completándose la

Tabla 5. Porcentaje de utilización de canales de comercialización de papa en Argentina (a) y de utilización de diferentes combinaciones de canales (b)

(a)

Canales de comercialización	Porcentaje (%)
Solo venta en Chacra	15,61
Solo venta por consignatario	10,87
Solo venta a industria	1,95
Combinación entre opciones anteriores	71,7

(b)

Canales combinados	Porcentaje (%)
Chacra y consignatario	38,16
Chacra e Industria	8,37
Industria y Consignatario	2,17
Chacra, Industria y Consignatarios	13,26
Otros (HORECA, Supermercado, Verdulería, Consumidor, Transportista)	9,14

Fuente: elaboración propia y Napolitano *et al*, 2011

Tabla 5. Importaciones de Brasil: evolución de la participación de Argentina y la UE en productos congelados de papa. Fuente: Napolitano *et al*, 2011

Origen	2000/01		2009/10	
	MT	Porcentaje (%)	MT	Porcentaje (%)
Argentina	57800	68%	99840	52%
UE	27200	32%	92160	48%

oferta con productos congelados (0.07% - 1%). Las importaciones de papa para ese período registran valores muy reducidos: de 200 a 1.500 toneladas. Sin embargo para el 2007, los volúmenes ascendieron a 13.989,75 toneladas y un valor de US\$ 2.583.480 FOB, lo cual se debió a un déficit en la oferta nacional registrada para ese año, provocado por factores climáticos. El principal proveedor fue Brasil, que cubrió más del 70% de los envíos a nuestro país (Curcio y Colamarino, 2009). La Argentina ocupó el puesto 45 en el ranking de exportaciones de papa fresca en 2009 con 22.000 toneladas y el puesto 132 en el ranking de importadores con 1329 toneladas (Napolitano *et al*, 2011). Las exportaciones nacionales no registran un nivel constante, esto se debe a lo esporádico de las demandas de los países, afectadas principalmente por razones climáticas. Si bien durante todo el período 2009-13 se incursionó en los mercados vecinos, el total exportado anual solo representa entre un 0,3 % y 1,5 % de la producción nacional (Larocca, 2014). En 2011 se exportaron 160000 toneladas de papa prefrita congelada, de las cuales un 76 % fue con destino a Brasil. En 2013, el acumulado enero-agosto superó en un 43% al de igual período de 2012. En particular, las ventas a Brasil crecieron un 74 %, distribuyéndose el resto entre los demás países limítrofes. La competencia de la Unión Europea en el mercado brasilero con la papa prefrita congelada en bastones queda reflejada en la Tabla 5, si bien la

proporción de papa procesada de Argentina sigue siendo la mayor y el volumen global se triplicó.

Acciones realizadas

Desde el INTA se han promovido reuniones conducentes al mejoramiento del mercadeo de la papa en fresco, tanto con productores como con los agentes del Mercado Central de Buenos Aires. Asimismo, se intentó promover la formación de un “cluster” papero en el que participaran todos los actores involucrados: productores, agentes de mercadeo, industriales, proveedores de insumos, profesionales asesores, investigadores y extensionistas. Desde la FENAPP y la Cámara de Productores de Papa del Sudeste se hicieron esfuerzos para la consolidación del Mercado Central de Buenos Aires, para el mejoramiento del mercadeo con un sistema de control de calidad en origen, para la caracterización del sector y otros. Desde el hoy Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca se promovió la formación de foros sectoriales y comités técnicos para el INASE y el SENASA, los organismos de control de la semilla y de la protección vegetal, respectivamente, dependientes de ese ministerio. Como resultante de todos estos esfuerzos aún no se puede afirmar que el sector haya sido exitoso en lograr una mayor competitividad, organización y transparencia.

Las perspectivas a mediano plazo dependerán del logro de esos tres aspectos. El trabajo de concientización sobre el consumidor y las cadenas de supermercados debe ser una actividad permanente por parte de los que se supone conocen el producto, ofreciendo calidad, variedad y presentación atractiva e informativa. Esto se puede lograr con apoyo gubernamental y con decisión y apoyo privados. Una visión regional parece lejana por el momento, en la medida que no se solucionen los problemas internos. No obstante, no se debería descartar una mayor integración regional a fin de disminuir las grandes fluctuaciones de precio a nivel local.

Referencias bibliográficas

- Barón, C., J. Fernández Lozano; A. Szczesny; C. Bedogni; M. Huarte, 2012. Evaluación de la calidad comercial de la papa (*solanum tuberosum* L.) en el Mercado Central de Buenos Aires. Revista ALAP 17 (1): 53-73. ISSN-1853-4961 http://www.papaslatinas.org/vol17/Final%20005_Calidad_de_la_Papa_MCB_digital.pdf
- FAOSTAT (2013), <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>
- Franco, D., 2013. Papas prefritas congeladas. Alimentos Argentinos. Área de Sectores Alimentarios - Dirección de Agroalimentos - Subsecretaría de Agregado de Valor y Nuevas Tecnologías. http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sectores/conservas/productos/PapasPrefritas_2013_11Nov.pdf
- Cacace, E. y M. Huarte, 1996. "Descubriendo la Papa", (Manual de divulgación Ed. INTA) 64 pp
- Curcio, N e I. Colamarino, 2009. Papa: panorama del cultivo. Alimentos Argentinos. p 30-32.
- Larocca, C., 2014. Situación de papa fresca. Gacetilla Informativa del Sector Agrícola Nro 75. Marzo 2014. http://www.minagri.gob.ar/dimeagro/newsletters/nro76/nl_papa.php
- Mateos, M., 2003. Papa prefrita congelada. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA- Argentina) Marzo, Documento A-15. Estudio 1.EG.33.7 <http://www.cepal.org/argentina/noticias/paginas/7/12267/Informe33715A.PDF>
- Mosciaro, M., 2011. Caracterización de la Producción y Comercialización de Papa en Argentina. Área de Economía y Sociología Rural EEA - INTA Balcarce. http://inta.gob.ar/documentos/caracterizacion-de-la-produccion-y-comercializacion-de-papa-en-argentina/at_multi_download/file/INTA_Mercado_de_papa_en_Argentina_Nov2011.pdf
- Napolitano, G., S. Senesi, E. Dulce, M. Inchausti y R. Tagliacozzo, 2011. Estudio de calidad y competitividad del agronegocio de la papa. Alimentos Argentinos. pp 83. http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/procal/estudios/06_AgrNegPapa/AgronegocioPapa_2011_Dic.pdf

A cadeia brasileira da batata

Situação atual

Shimoyama, Natalino¹

¹ Gerente Geral ABBA – Associação Brasileira da Batata

E-mail: abbabatata@uol.com.br

A produção de batata no Brasil é realizada nos estados da Bahia (6.000 há), Goiás (7.000 há), Minas Gerais (32.000 há), São Paulo (17.000 há), Paraná (13.000 há), Rio Grande do Sul (12.000 há) e Santa Catarina (3.000 há), totalizando cerca de 90.000 há e produção total de 3.000.000 toneladas. Na década de 1980 a área plantada era superior a 150.000 hectares e a produção era a mesma.

O destino da produção é basicamente o seguinte – indústria de pré-fritas congeladas – 200.000 a 250.000 toneladas, indústria de chips e palha – 250.000 a 300.000 toneladas, mercado fresco – 1.500.000 a 1.800.000 toneladas, batata semente – 200.000 a 250.000 toneladas e perdas – 200.000 a 300.000 toneladas (descartes ou problemas fitossanitários).

As principais variedades produzidas no Brasil são Ágata, Cupido, Mondial, Markies e Asterix (mercado fresco); (indústria de pré-fritas congeladas) e Atlantic (indústria de chips). As atuais variedades são as principais responsáveis pelo aumento da produtividade, simultaneamente a melhoria na qualidade da batata semente, nutrição adequada, irrigação e produção em regiões de clima favoráveis.

Há 30 anos existiam mais de 40.000 produtores de batata. Atualmente são de 4.000 a 5.000 produtores distribuídos em 15 regiões que abrangem mais de 150 municípios. Os principais fatores que causaram a redução do número de produtores estão relacionados às consequências da globalização.

Apesar de ser auto suficiente para produzir e abastecer o mercado interno, anualmente são importadas mais de 250.000 toneladas de batata pré fritas congeladas. As importações equivalem à produção de aproximadamente 20.000 hectares e são provenientes principalmente da Bélgica, Holanda e Argentina.

O consumo de batata fresca no Brasil está reduzindo ano a ano devido aos seguintes fatores: mídia (batata engorda e está contaminada com agrotóxicos); variedades (aptidões culinárias que não satisfazem os consumidores), supermercados (aumentam os preços pagos aos produtores de 10 a 40 vezes), praticidade (pessoas preferem alimentos processados); desemprego (problema crônico no país).

O domínio das grandes redes de supermercados na distribuição de alimentos é um dos fatores mais nefastos às cadeias produtivas. Geralmente impõem o menores preços possíveis aos produtores e vendem pelo maior preço possível aos consumidores. Além disso introduzem critérios e valores prejudiciais aos consumidores. Anteriormente valorizava-se batatas com excelentes qualidades culinárias, atualmente valoriza-se a aparência, e o resultado é simplesmente a insatisfação dos consumidores e consequentemente a retração de consumo.

Apesar de ser um país abençoado em termos de recursos naturais devido a abundância de água, terras, clima favorável, etc., o custo de produção é um dos mais elevados do mundo. Os itens como insumos (agroquímicos e fertilizantes), sementes, combustíveis, embalagens que deveriam ser responsáveis pelas maiores parcelas são menos onerosos que as despesas com encargos trabalhistas, custos financeiros e tributários, comercialização e transporte.

A falta de fiscalização e a facilidade de brotação de algumas variedades são as principais causas da implosão do segmento batata semente e consequentemente do aumento da ocorrência de muitos problemas fitossanitários praticamente em todas as regiões produtoras. Muitas áreas localizadas em locais de clima adequado a produção de batata foram inviabilizadas devido ao plantio de sementes infectadas com bactérias, fungos e nematoides. Apesar da imensidão do território brasileiro não há mais terras virgens disponíveis para a produção de batata devido à falta de água e temperaturas elevadas.

A sustentabilidade e crescimento da produção de batata dependem da organização profissional e da sinergia com os governantes. No Brasil a ABBA – Associação Brasileira da Batata vem tentando desempenhar a função, no entanto, o processo é extremamente complexo e difícil, porém jamais podemos desistir.

Cambios y perspectivas del comercio de la papa en el Perú

Ordinola, Miguel¹

¹ Centro internacional de la Papa. E-mail: cip-incopa@cgjar.org

Introducción

La papa es uno de los cultivos más importantes del sector agrario en el Perú, tanto económica como socialmente. Se producen en promedio más de 4 millones de toneladas al año y se siembran alrededor de 270 000 hectáreas anuales. Además, casi 600 000 familias dependen de su cultivo y aportan al producto interno bruto (PIB) agrícola unos US\$500 millones anuales [1]. Para el 87% de agricultores de la sierra peruana, la papa es su principal cultivo, especialmente para los pequeños productores que la tienen como su principal alimento dado su valor nutritivo, es una importante fuente de ingresos y un cultivo clave para la conservación de sus costumbres ancestrales. En las tierras altas de la sierra de Perú, se siguen cultivando miles de variedades de papas nativas, lo que genera más valor y empleo por hectárea que cualquier otro cultivo alimenticio.

Problemática

A pesar que su valor nutritivo es excelente, el consumo per cápita de los peruanos ha tenido una tendencia oscilante: en los años 50 era de 128 kilos, cayó a inicios de los 90 a 32 kg, y hacia el año 2005, llegaba a 65 kg. Relacionado con lo anterior, se mencionaba que a principios del 2000 se venía dando un proceso de pérdida de competitividad del sector, lo cual se expresaba en precios relativos bajos y el no aprovechamiento de las condiciones de calidad que podían ser desarrolladas en las zonas de producción [2].

Se mencionaba que un factor clave tenía que ver con el escaso desarrollo comercial de la papa (modernización de la imagen en fresco y desarrollo de valor agregado). En este contexto, uno de los aspectos claves a resolver era la generación de innovaciones que mejoren su competitividad en un trabajo conjunto y articulado con los actores públicos y privados a lo largo, de la cadena productiva de la papa.

Cambios introducidos

En los últimos diez años han ocurrido hechos notables en el sector papa: Perú se ha convertido en el principal productor en Latinoamérica; el consumo per cápita ha crecido de 65 a 85 kg; los precios se han incrementado en 55%. De manera particular, en el segmento donde predominan los pequeños productores, el valor de venta de la papa nativa ha crecido en 150% [3].

Por un lado, se han complementado de manera eficiente acciones públicas y privadas: los diferentes actores privados de la cadena han realizado inversiones para el desarrollo de nuevos productos y para relacionarse con los pequeños productores, y por su parte el sector público (a través del Ministerio de Agricultura y Riego) promovió su consumo y generó un marco adecuado para la intervención del sector privado. Por otro lado, se generaron diversas innovaciones que le han agregado valor a la papa (especialmente a las variedades nativas): nuevos productos en el mercado (innovaciones comerciales); nuevos arreglos institucionales y normas que aseguran la calidad del producto final (innovaciones institucionales); nuevas tecnologías que responden a demandas concretas y en función a la lógica del mercado.

Como producto de este proceso, en los últimos años, el sector de papas amarillas y papas nativas (de color) han comenzado a ser valorizadas y diversas experiencias se han desarrollado en base a productos frescos mejor presentados y productos con valor agregado tanto para el mercado local como para el internacional, generando oportunidades de ingresos para los pequeños productores de la sierra. El análisis de estas experiencias indica que los pequeños productores que se articularon a estos esquemas comerciales, han mejorado sus ingresos y calidad de vida [4].

Perspectivas

A partir de este escenario, el reto que se impone ahora es comenzar a ampliar estas posibilidades a otras zonas y productores y a su vez generar innovaciones para consolidar lo avanzado a la fecha tomando como **criterios de diferenciación comercial variables relacionadas a la nutrición y salud**. Los mercados locales e internacionales están respondiendo en el sentido de demandar las variedades amarillas y nativas tanto para su consumo en fresco como para la generación de productos con valor agregado. La consolidación de este proceso se expresa en la ampliación de las zonas de producción y aumentar el número de productores articulados, el volumen de producto comercializado, el número de variedades utilizadas y el número de innovaciones que permitan una mayor diferenciación comercial.

La idea clave es consolidar las alternativas de generación de ingresos de los pequeños productores de papa amarilla y papas nativas (de color) a partir de aprovechar las oportunidades de mercado (nacional e internacional) y la generación de innovaciones que permitan una mayor diferenciación comercial (en base a características específicas ligadas a la nutrición y salud) de los productos en base a estas variedades de papa.

Cuatro líneas de trabajo pueden ser claves: a) consolidar plataformas de concertación entre actores públicos y privados relacionados con la cadena de la papa; b) ampliar y consolidar aspectos

referidos a la producción (uso de semilla de calidad, acceso al riego para contar con producto todo el año, manejo de plagas y enfermedades, manejo post cosecha, asociatividad de pequeños productores); c) desarrollo de innovaciones para una mayor diferenciación comercial del producto (caracterización y uso de variedades por su contenido nutricional y presencia de elementos relacionados con la salud) [5] ; d) promover acciones de incidencia pública y política (promover una mayor participación del sector privado para el acceso a mercados externos y la implementación de experiencias de Responsabilidad Social Empresarial, involucramiento del sector público en la promoción de la imagen de la papa y el desarrollo de normatividad ligadas a las mejorar competitivas del sector papa, trabajo con el sector de gastronomía para la internacionalización de los insumos de la comida peruana).

Los cambios que se buscan tienen que ver con: consolidar el aumento del consumo per cápita y contribuir a la meta impuesta por el gobierno peruano de llegar a 100 kg en el 2016; lograr la consolidación de los aumentos de precios de las papas amarillas y nativas y el acceso a mercados de exportación por las características nutricionales y de su aporte a la salud de estas variedades; dar sostenibilidad y mayor escala a las alternativas de ingresos de los pequeños productores de papa de la sierra peruana.

Referencias bibliográficas

- [1] MINAG (Ministerio de Agricultura). 2009. Papa: Cadena Agroproductiva. Boletín no. 3.
- [2] Alarcon, J.; Ordinola, M. 2002. Mercadeo de Productos Agropecuarios: Teoría y Aplicaciones al Caso Peruano. CARE Perú – PRISMA – Universidad Nacional Agraria La Molina.
- [3] Horton, D; Samanamud, K. 2012. Recent trends in Peruvian potato production: The native potato revolution. Papa Andina Innovation Brief No. 2. Lima, Perú. Centro Internacional de la Papa.
- [4] Ordinola, M. et. al. 2013. Innovación para valorar la biodiversidad de las papas nativas: el caso de Papa Andina/INCOPA en el Perú. En Innovaciones de Impacto: lecciones de la agricultura familiar en América Latina – Priscila Henríquez; Hugo Li Pun, editores. San José Costa Rica; IICA. BID. p. 148-163.
- [5] Ordinola, M. 2012. Mejorar la Seguridad Nutricional con la Ayuda de la Agricultura: El Caso de las Papas Nativas. Revista Agroenfoque, Año XXVII – No. 184. Lima – Perú. p. 18-19.

Consumo y Mercadeo de la papa en México

Mora Aguilar, Rafael¹, Villanueva Verduzco, Clemente¹

¹ Profesor-Investigador. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, estado de México. CP.56230. Actualmente desempeñan una comisión en el Sistema Nacional de Investigación y Transferencia de Tecnología (SNITT) dependiente de la SAGARPA. MÉXICO. E-mail: moraarfitara@gmail.com

1. Introducción

En México, la papa ocupa el lugar 14 en orden de importancia por superficie sembrada (0.3% del total nacional), el lugar 17 por su producción y el 7° lugar (3.3%) por su valor de la producción. La superficie cosechada durante el 2013 fue de 60,875 ha, en las que se obtuvieron 1,629,938 t; el rendimiento promedio fue de 26.8 t ha⁻¹ y el valor de la producción alcanzó los \$11'363,388. Se cultiva en 24 de los 32 estados de la República, distribuidos en diferentes regiones del país. Los principales estados productores son Sonora, Sinaloa, Veracruz, Puebla, Nuevo León y México con una producción de 352,050, 293,045, 150,278, 143,624, 138,714 y 131, 244 t, respectivamente. Los principales estados por superficie cosechada son Sinaloa, Sonora, Puebla, Veracruz, México, Nuevo León y Chihuahua, los cuales abarcan 80% de la superficie cosechada; solo los primeros cinco estados comprenden 69% de esa superficie.

La papa se cultiva durante todo el año, en dos ciclos agrícolas: primavera-verano (PV) y otoño-invierno (OI). En el OI, bajo riego, Sinaloa, Sonora y Nuevo León ocupan 70% de la superficie cosechada (38,281 ha). Puebla, Veracruz y México ocupan 62% de la superficie cosechada en condiciones de temporal durante el ciclo PV (22,594 ha). El rendimiento medio bajo riego y temporal es de 30.2 y 20.9 t ha⁻¹, respectivamente.

Debido a las diversas labores que demanda en la siembra, cosecha, comercialización, etc., este cultivo tiene fuerte impacto económico en las zonas rurales donde se cultiva: 8,700 productores, 77,800 familias, sin contar la agricultura de subsistencia, 17,500 empleos directos, 51,600 empleos indirectos, 6'900,000 jornales año-1, valor de la producción por \$11'622,047, inversiones por un monto de 2,246, millones de dólares (CONPAPA, 2013). Ocupa alrededor de 70 jornales por hectárea.

2. Problemática

Los problemas más importantes de la papa discutidos en el 2003 y que se mantienen vigentes son: 1. Organización y Desarrollo Empresarial: falta de capacidad organizativa, deficiente planeación y escasa iniciativa empresarial; 2. Producción y Tecnología:

uso de suelo e información climática, intensificar los sistemas de producción, programas de producción de semillas, programas fitosanitarios; 3. Financiamiento; 4. Insumos, Maquinaria y Equipo; 5. Procesamiento, Empaque y Presentación; 6. Asistencia técnica, capacitación y asesoría; 7. Comercialización: Enfrenta problemas como falta de semilla certificada; incidencia de plagas (vectores) y enfermedades (fungosas y bacterianas), así como condiciones agroecológicas adversas (pH alcalino del suelo, temperaturas extremas y altas probabilidades de granizo; sequía) (Parga *et al.*, 2009; 2010). Existen problemas a los que en su oportunidad no se les prestó la atención que requerían y se han convertido en factores limitantes de la producción con la desaparición de algunas zonas productoras de papa y de solanáceas, como es el caso de *Paratryza cockerelli*, PVYn, roña común y roña pulverolenta, importadas en semilla proveniente de Canadá. En los últimos años la plaga *P. cockerelli* (*Bactericela Cockerelli*) está causando serios daños en la producción y calidad del cultivo de papa y en todas las demás solanáceas en los estados productores del país (CONPAPA, 2007a).

El problema de la *Paratryza cockerelli* ha crecido por la falta de conocimiento en los técnicos y productores por lo que en su oportunidad propusimos y llevamos a cada zona productora un taller para capacitación de técnicos y productores que contemplará todas las prácticas que tienen que implementarse para el control de la plaga, pero esto no fue suficiente y los productores de todas las zonas productoras piden nuevamente el taller, pero debido a que la CONPAPA es una organización que trabaja con recursos propios y dado que se vio muy afectada por estos problemas fitosanitarios que repercutieron enormemente en su economía, se vio limitada en sus recursos lo que ha impedido que se continúen llevar a cabo estos talleres de capacitación.

Además, se afrontan condiciones de competencia desleal respecto a los productores de USA y Canadá; los subsidios en México para este sector son menores que los otorgados a sus socios comerciales.

2.1 Consumo de papa fresca

En cuanto al consumo total, a nivel del continente americano, México ocupa el 6° lugar, con un consumo anual de 1'880,000 t, a pesar de esto el consumo *per cápita* es bajo, solo 17 kg por persona al año, comparado con el principal consumidor de América que es Perú (74 kg por persona al año) (Vázquez *et al.*, 2012).

Los productores de papa en México no han logrado beneficiarse de la comercialización del producto en fresco, debido a los bajos niveles de consumo. Aún y cuando la papa se produce casi todo el año, el consumo *per cápita* es muy bajo; en el año 2000 fue de 16.2 kg, para 2007 aumentó a 17 kg por habitante y en el 2013

alcanzó 17.1 kg. Este nivel de consumo es insuficiente para estimular la oferta. Para el 2022 el consumo *per cápita* de papa fresca será de casi 20 kg por habitante; de continuar con esa tendencia, para el 2060, México tendría un consumo de casi 36 kg por habitante. No obstante; el consumo de papa procesada en México ha sido creciente en los últimos años como consecuencia de la expansión de la industria de la comida rápida.

2.2 Distribución del consumo fresco y procesado

El consumo de papa en México se distribuye de manera siguiente: 56% de la producción nacional se destina al consumo enfresco, 29% a la industria y el 15% para semilla que se utiliza en las siembras del siguiente ciclo (CONPAPA, 2013).

La industria de la papa en México en los últimos años ha ido creciendo, debido a la necesidad de la población de obtener comida rápida. En los últimos años el consumo de papas fritas creció más que el consumo de papa fresca. Hay tres empresas principalmente que industrializan la papa: Sabritas, Barcel y Pringles. Sabritas participa con 80% de la producción total de papas fritas; Barcel, con el 10% y Pringles 1% y el resto, otras empresas. Sabritas tiene convenios con productores, principalmente de la zona norte del país, en donde adquiere la papa bajo el esquema de agricultura por contrato; en esta región compra aproximadamente el 20% de la producción.

Otra forma de consumir la papa sin que represente un alto grado de transformación es prefrita congelada y se encuentra en casi todas las tiendas de autoservicio.

2.3 Canales de comercialización predominantes

Los mecanismos de comercialización de la papa dependen de la región donde se produzca, la organización de los productores, el tamaño de las unidades productivas y la infraestructura para almacenaje con que se cuente. Por ejemplo, en Sinaloa casi no hay intermediarios, gran parte de los productores cuentan con grandes bodegas en las distintas centrales de abasto del país, lo que les permite comerciar directamente el producto. Los que no tienen bodegas envían directamente su producto a las centrales de abasto en donde previamente se fija el precio. La industria compra directamente a los productores bajo el esquema de agricultura por contrato; lo mismo ocurre en toda la zona norte del país. Sin embargo, en el Estado de México el “mediero” es fundamental. Los medieros comparten la mitad de los gastos de producción, pero también les corresponde la mitad de las ganancias, bajo este esquema, los productores omedieros venden directamente en las centrales de abasto con base en un contrato previo; en éste se establece el precio de venta y las condiciones de la hortaliza;

también se vende utilizando el mecanismo de oferta y demanda para fijar el precio en las centrales de abasto.

Igualmente existen los intermediarios, los cuales compran a pie de parcela el producto y después ellos lo venden en las centrales de abasto o pequeños mercados.

En general, la comercialización empieza cuando la producción es llevada a los centros de abasto, ya sea por los propios productores o por los intermediarios que la adquieren a pie de parcela. Después de la central de abasto, se distribuye a los diferentes mercados, tianguis y centros comerciales. Para que finalmente la adquiera el consumidor final.

Con relación al consumo en fresco se tienen como principales centros de acopio y distribución las centrales de abasto de la Cd. de México, estado de México (Toluca y Ecatepec), Monterrey, Guadalajara, Puebla, León y en menor proporción, Mérida y Chihuahua, de donde se distribuye a todos los centros de consumo del país.

Del total de la producción del estado de México, el 70% se comercializa en la Central de Abasto de la Cd. de México (CEDA) y el 30% en las centrales de Ecatepec, Toluca y en los mercados regionales. Puebla comercializa el 60% de su producción en la CEDA; 30%, en la de Puebla; 4% en la región de El Bajío y el resto, en otros lugares del país.

2.4 Comportamiento de los precios

A nivel nacional, el precio medio rural histórico de 2000 a 2009, tuvo un crecimiento de 127% al pasar desde \$3,320 en el 2000 hasta \$7,555 t en el 2009. No obstante que el precio medio rural estimado para el periodo de 2010 a 2015, prevé un crecimiento anual de 4.8%, esperando alcanzar un precio de \$7,738 t en el 2015, actualmente el precio al consumidor varía entre \$10.00 y \$14.00 el kilogramo de la papa blanca (SNIIM, 2014).

2.5 Importaciones y exportaciones

Con respecto a las importaciones de papa en México, éstas superan por mucho a las exportaciones, tanto en volumen como en valor; sin embargo, representan menos del 2% del consumo nacional.

Hasta 1999 se observó un crecimiento constante en las importaciones, cuando las compras al exterior alcanzaron 51,587 t, aprox. 17 millones de dólares (MDD) pero, a partir del siguiente año, empezaron a decrecer hasta ubicarse en 17,974 t en el año 2002; durante 2003 se reactivaron (31,928 t; 11.4 MDD) y en 2004 se ubicaron en 42,386 t, con valor de 12.3 MDD; para 2005 fueron

de 66,504 t, es decir, 29% más que el año previo. En el 2013 se importaron más de 230,000 t: papas preparadas congeladas (54%), frescas (41%) y papas preparadas sin congelar (5%). El 75% de las importaciones provienen de Estados Unidos y el 25% restante de Canadá.

Las exportaciones de papa han tenido un comportamiento variado en los últimos años, presentando una disminución significativa a partir del 2001 cuando se registraron ventas al exterior por tan sólo 96,000 dólares y de 31,000 dólares en 2003. Las exportaciones más altas se presentaron 1990 con 2,751 t y en 1999 con 2,485 t y un valor de 967,000 dólares. En 2013, sólo cerca de 27,000 t (1.6% de la producción) se destinaron al mercado de exportación: papas preparadas sin congelar (93%) y papas frescas (6%).

Las exportaciones en México prácticamente no tienen importancia; éstas, en su mayoría corresponden a la fracción 0701.90.99 (papas o papas frescas o refrigeradas para los demás usos). El 90% de las exportaciones se han dirigido a Belice, 6% a los Estados Unidos y 4% a otros países. El principal destino de las exportaciones es Belice, que concentra desde 1996 más del 95% de las exportaciones, salvo en 2001 y 2002; este último año, las exportaciones fueron principalmente para el mercado estadounidense. Otros países en donde México ha participado con cantidades muy pequeñas y de manera irregular son Brasil, República Dominicana, El Salvador, Aruba y Panamá.

3. Que se ha hecho para abordar la problemática en el país y que perspectivas analiza para el inmediato futuro para la papa (plantear si cree que pueden haber iniciativas regionales)

Ante la problemática planteada, principalmente en comercialización, los productores nacionales de papa, a través de la CONPAPA, han implementado estrategias hacia dos vertientes principalmente. 1. La primera está orientada a manifestar sus inconformidades en torno a las políticas comerciales establecidas en el TLCAN, debido a las condiciones de competencia desleal que enfrentan, en relación a los productores estadounidenses; han promovido el cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-012-FITO-1996, la cual impide la entrada de importaciones de papa fresca provenientes de Estados Unidos de América y Canadá más allá de la franja fronteriza; también han manifestado al Gobierno su deseo de recibir subsidios similares a los de sus socios comerciales; 2. La segunda estrategia está dirigida al mercado interno, con ella los productores mexicanos buscan aumentar la demanda de papa fresca a través de elevar el consumo de la población, mediante campañas publicitarias que exhiban las bondades nutrimentales del tubérculo, y que permitan estimular su demanda (CONPAPA, 2007b).

Existen otras iniciativas como la propuesta por el gobierno del estado de Nuevo León, que incluye los Programas Instrumentales y Proyectos Estratégicos siguientes: 1. Programas y Proyectos Prioritarios para el Sector Papa; 2. Programas y Proyectos para el Fortalecimiento de los Eslabones de la Cadena Global de Valor del Sector Papa; 3. Desarrollo del Capital Intelectual en el Sector Hortícola; 4. Fortalecimiento del Capital Organizacional del Sector Hortícola-Papa; 5. El Enfoque de Agronegocios y Empresas IFA del Sector Hortícola; 6. Programas para el Fortalecimiento de la Competitividad Logística de la Región; y 7. El Nuevo Enfoque de la Comercialización Hortícola (ICSD, 2005).

A nivel regional (México, Centroamérica y El Caribe) es necesario generar iniciativas para solucionar la problemática técnica que enfrenta el cultivo de papa. El desarrollo de proyectos estratégicos de investigación y transferencia de tecnología (I+TT), de carácter interinstitucional y transdisciplinarios podría frenar iniciativas de los gobiernos o de instituciones que afectan al sector primario de la papa; por ejemplo, en México, la firma del Acuerdo de Asociación Transpacífica (TTP) que permite el ingreso de papa fresca estadounidense. El CONPAPA anualmente elabora un plan de fortalecimiento del sector el cual debe ser reforzado en el área de I+TT por instituciones y centros públicos de investigación.

Referencias bibliográficas

- Alianza para el Campo, Fundación Produce Tlaxcala y Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas Campus Puebla. 2003. Programa Estratégico para la Producción, Transformación y Comercialización de la papa. FPT, CP, Tlaxcala, Tlax., Abril 2003. 16 p.
- Calderón C., M.; García M., R.; López D., S.; Mora F., J.S.; García S., J.A. 2004. Efecto del precio internacional sobre el mercado de la papa en México, 1990-2000. *Rev. Fitotec. Mex.* 27(4): 377-384.
- CONPAPA. 2007a. Fortalecimiento del comité nacional sistema producto papa. México, D.F. 51 p.
- CONPAPA. 2007b. Situación actual del sector papa. https://www.google.com.mx/?gfe_rd=cr&ei=IOXoU6qIGsvA8geHn4CoDQ&gws_rd=ssl#q=Situaci%C3%B3n+actual+del+sector+papa.+2007 (Consulta el 6 de agosto de 2014).
- CONPAPA. 2013. Monografía del cultivo de la papa.
- Financiera Rural de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesquero. 2014. Panorama de la papa. 2p.
- Gobierno del Estado de Chihuahua (GECh). 2010. Papa – Análisis de competitividad. 33 p. <http://www.chihuahua.gob.mx/atach2/sdr/uploads/File/papa.pdf>
- Instituto de Competitividad Sistémica y Desarrollo (ICSD). 2005. Programa de competitividad y modelo de negocio en la cadena global de valor del sector agropecuario de Nuevo León: Chile y papa. Monterrey, N.L., 205 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2012. El sector alimentario en México 2012. Serie estadísticas sectoriales. Número 26. Aguascalientes, Ags.
- Parga T., V.M.; Covarrubias R., J.M.; Almeyda L., I.H.; Zamora V., V.M.; Rivera P., A.; Rocha R., R.; 2009. Nieder, nueva variedad de papa para consumo en fresco. *Agricultura Técnica en México* 35(2): 233-236.

- Parga T., V.M.; Covarrubias R., J.M.; Almeyda L., I.H.; Zamora V., V.M.; Rivera P., A.; Rocha R., R. 2010. Bayonera, nueva variedad de papa para consumo en fresco y la industria de hojuelas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 1(5): 663-668.
- Rello, F. 1989. El abasto de frutas y legumbres en México. *Comercio Exterior* 39(9): 791-798.
- Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM). 2014. Comportamiento para papa Alpha de primera calidad. Central de Abasto de Iztapalapa, DF. <http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/> (Consulta el 6 de agosto de 2014).
- Sabbagh-Sánchez, A.; García-Salazar, J.A.; Matus-Gardea, J.A.; Jiménez-Sánchez, L.; Hernández-Juárez, M. 2011. Comportamiento del consumo de papa (*Solanum tuberosum* L.) fresca en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 2(4): 559-572
- Vázquez C., M.G.; Rubio C., O.A.; Salinas M., Y.; Santiago R., D. 2012. Usos alternativos de la papa en el Estado de México. INIFAP. CIRSE. CEVAMEX. México. Libro Técnico No. 15. 114 p.

Consumo y Mercadeo de la papa en Colombia

García, José Manuel¹

¹ Gerente General. FEDEPAPA. Colombia. E-mail: gerencia@fedepapa.com

1. Introducción

En Colombia el área del cultivo de papa; en la última década, ha fluctuado entre 122.000 y 138.631 hectáreas al año, mientras que la producción se ha mantenido entre las 2'300.000 y 2'788.050 ton/año. Según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural la actividad de producción de papa se concentra en cuatro departamentos Cundinamarca, Nariño, Boyacá y Antioquia, el rendimiento para el agregado nacional es de 25 t.ha⁻¹, encontrándose productores con rendimientos hasta de 75 t.ha⁻¹ [1]

Principales características

1. Alrededor de 90.000 familias se encuentran dedicadas a la actividad del cultivo de la papa en Colombia.
2. Es el cultivo más representativo de clima frío en cuanto a área y producción.
3. El cultivo de la papa se caracteriza por una marcada estacionalidad es decir cuenta con una amplia dependencia del comportamiento climático.
4. Se estima que el 90% de los agricultores son considerados pequeños.
5. Es un cultivo de carácter transitorio que permite al año hasta dos cosechas.
6. La producción óptima se encuentra entre los 2500 - 3000 m.s.n.m.

7. Se estima que el 90% de la producción de papa se realiza en terrenos de ladera y el 10% restante en suelos planos susceptibles de mecanización.
8. Tradicionalmente la producción se concentra en 14 departamentos. Cundinamarca ocupa el primer lugar en cuanto a área sembrada y producción.
9. Los pequeños productores concentran el 45% de la producción y se consideran aquellos que siembran hasta 3 hectáreas, los medianos hasta 10 hectáreas y representan el 35% y los grandes de 10 en adelante y son el 20% de la producción.
10. En Colombia existen más de 30 variedades comerciales de las cuales 8 son las de mayor demanda en el mercado (Parda Pastusa, Ica Única, Diacol Capiro, Pastusa Suprema, Criolla, Ica Puracé, Roja Nariño, Tuquerreña)
11. La producción se encuentra distribuida en 250 municipios de la zona fría del país.

2. Problemática

En los últimos 19 años el consumo per-cápita ha descendido de 76,5 Kg/persona/año a 61 Kg en la actualidad, lo que indica una clara dinámica al descenso requiriéndose la implementación de estrategias que permitan inicialmente frenar esta tendencia y a futuro poder incrementar esta cifra.

La penetración de la papa en Colombia continua siendo casi absoluta, pues el 99% de los hogares entrevistados declara que compra papa con alguna regularidad. Solo el 1% de los hogares contactados declara no comprar papa y aducen la no compra principalmente a razones de gusto, dieta y salud (Diabéticos) [1]. El 94% de la papa que se consume en el país se hace en fresco, solamente el 6% es industrializada [2].

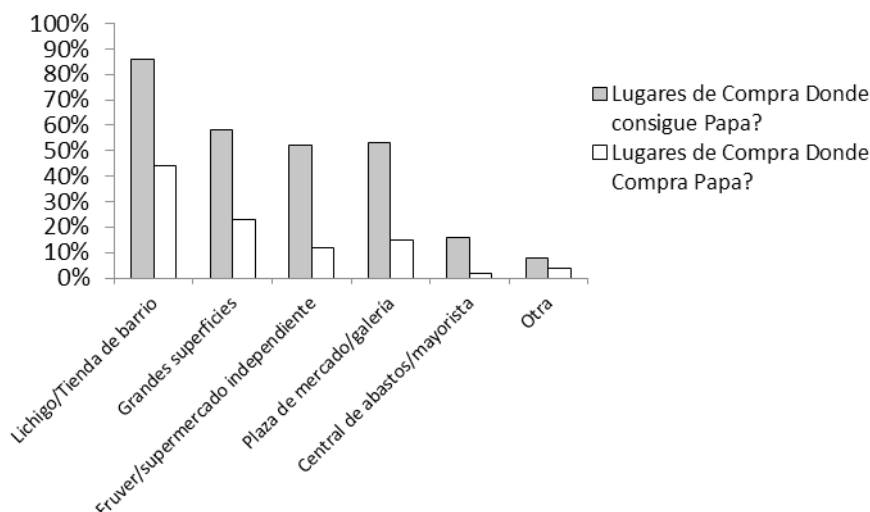


Tabla 1. Caracterización de la compra de papa. Lugares de compra

	ESTRATO											
	NSE 1		NSE 2		NSE 3		NSE 4		NSE 5		NSE 6	
Líchigo/Tienda de barrio	85%	44%	89%	60%	91%	49%	87%	39%	76%	14%	72%	13%
Grandes superficies	38%	10%	48%	10%	69%	24%	68%	25%	82%	62%	93%	68%
Fruver /Supermercado independiente	41%	12%	45%	10%	65%	11%	65%	18%	57%	11%	60%	10%
Plaza de mercado/Galería	51%	16%	51%	16%	54%	15%	59%	16%	64%	12%	43%	5%
Central de abastos/mayorista	15%	3%	13%	2%	15%	1%	16%	1%	26%	1%	28%	3%

Tabla 2. Evolución de las exportaciones de papa, 2002 – 2014 [1]

Año	Papa Fresca ¹ (Ton)	Valor FOB (US\$)	Papa Procesada ² (Ton)	Valor FOB(US\$)
2002	24,345	6,692,426	970	1,759,046
2003	15,688	4,815,031	884	1,971,360
2004	26,194	8,201,824	2,700	6,861,021
2005	23,369	9,308,235	2,632	6,335,851
2006	23,193	10,839,999	2,833	7,447,042
2007	22,272	10,595,737	3,145	8,192,068
2008	26,134	16,189,690	2,122	6,312,206
2009	20,226	15,065,886	1,750	6,101,879
2010	52.0	88,001	1,952	7,337,095
2011	3,639	2,853,060	1,773	7,167,471
2012	47.6	50,268	2,010	7,758,920
2013	54.0	61,740	1,158	3,882,302
2014*	10.2	8,863	63	167,290

¹Incluido semilla. Fuente: Agronet, Cálculos Sec. Técnica CNP. ²Todas las subpartidas arancelarias. * A 31 de Enero

La estructura de comercialización se considera como un sistema ineficiente por la elevada intermediación que se presenta en las diferentes etapas por donde debe pasar el producto durante el proceso de transferencia entre el productor y el comercializador si se tiene en cuenta que no se realiza agregación de valor. Hasta seis agentes intervienen en el proceso, es escaso el valor agregado, además el sistema se caracteriza por ausencia de estándares de calidad, permanente fluctuación de precios, dispersión de la producción y escasa promoción del producto [3].

Canales de comercialización predominantes

Los canales más tradicionales en la estructura de comercialización de la papa corresponden a -Productor acopiador rural o camiónero, -central mayorista, -supermercado, -instituciones plazas satélites, -minoristas, -tiendas – consumidor [3].

La papa es un producto muy asequible, las amas de casa aseguran que técnicamente se consigue en todo lado. Los sitios donde usualmente venden papa son las tiendas de barrio, fruver, grandes

superficies, plazas de mercado o galerías y en las centrales de abastos. La tienda de barrio sigue siendo el canal más usual para la compra de la papa, dado la cercanía que este canal tiene con los hogares, evita desplazamientos.

No obstante el comportamiento varía dependiendo el estrato, pues podemos ver que los estratos altos (NSE 5 y 6) presentan una mayor tendencia a comprar papa en las grandes superficies.

Cada uno de estos canales tiene unas características que los diferencian en relación a la compra de papa [2].

Respecto a los precios de la papa en el mercado, los mismos se han caracterizado por la permanente fluctuación originada por factores climáticos que hacen alterar la producción, conllevando a que ocurran cambios en la oferta en ciertas épocas del año, ocasionando variaciones que en un mismo periodo pueden ser hasta del 300%. Mientras tanto la demanda por el producto es más o menos constante. Igualmente los precios de la papa en el país están sujetos a los fenómenos climáticos estacionales y cíclicos,

perjudicando este comportamiento especialmente a los pequeños productores. De igual forma existe deficiente información sobre precios y mercados afectando a todos los actores de la cadena por el desconocimiento de las reales condiciones de oferta y demanda y de los precios del tubérculo en los distintos mercados [2].

Importaciones y Exportaciones

De conformidad a la información de la tabla 2, se evidencian incrementos hasta el año 2009 generados por las exportaciones de papa fresca y semillas a Venezuela, quien hasta esa fecha fue nuestro aliado comercial más importante, a partir de 2010 con la ruptura de relaciones comerciales con este país, las exportaciones sufren un descenso vertiginoso hasta el día de hoy donde son casi nulas, y se encuentran representadas por negociaciones de papa criolla con las Antillas, Panamá, Costa Rica y otros países del Caribe.

Como se puede observar en la tabla 3 las importaciones están representadas en papa pre-lista congelada, las cuales han tenido un incremento cercano al 429% en relación a las realizadas en el año 2002. Este incremento se ha visto favorecido por la entrada en vigencia de los tratados de libre comercio firmados por Colombia con economías de tradición productora. Sin embargo estos valores solo representan el 8.6% de la producción nacional.

3. Acciones

La cadena de la papa ha realizado esfuerzos por incrementar el consumo a través de diferentes campañas de promoción, las

cuales han contado con el respaldo económico del Ministerio de Agricultura y de la empresa privada. Sin embargo han sido esfuerzos aislados y sus escasos niveles de recordación se han traducido en una pérdida de espacio frente a los principales productos sustitutos.

Se han desarrollado acciones de capacitación con los productores, principalmente en la metodología de Escuelas de Campo para Agricultores en procura de fortalecer conocimientos y capacidades que redunden en mejoras de rendimiento y calidad del producto y en la reducción de los costos a partir del uso adecuado de los productos de nutrición y protección de cultivos.

Diseño y presentación ante el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural del “Programa de mejoramiento de la competitividad de pequeños y medianos productores de papa” Cuyo objetivo es contribuir de manera consecuente e interrelacionada a la solución de diversos problemas del sistema productivo papa, los cuales afectan diferentes aspectos y procesos presentes a lo largo del periodo productivo y de comercialización del producto [4]. Este programa consta de las siguientes acciones:

- Programa Nacional de promoción al consumo
- Modernización del Mercado: Implementación de Centros de Agregación de Valor
- Transferencia de Tecnología: A través de Escuelas de campo en los Departamentos productores.
- Promoción del uso de semilla certificada.
- Reconversión Productiva
- Comercio Exterior

Tabla 3. Evolución de las importaciones de papa, 2002 – 2013¹

Año	Papa Fresca ¹ (Ton)	Valor FOB (U\$)	Papa Procesada ² (Ton)	Valor FOB(U\$)
2002	0	0	5,631	2,932,900
2003	0	0	4,262	2,112,773
2004	26.7	12,414	3,593	2,566,883
2005	0.1	759	5,129	3,664,133
2006	0	0	7,864	5,409,608
2007	0	0	5,214	5,109,864
2008	0	0	7,625	8,476,484
2009	0	0	8,981	9,217,481
2010	0.6	2,032	15,398	14,792,812
2011	0.1	90	17,520	21,610,331
2012	0.0	0.0	22,159	25,025,071
2013	24.4	8,680.0	24,197	30,785,251
2014*	0.0	0.0	1,885	2,291,128

¹ Incluida semilla Fuente: Agronet, Cálculos Sec. Técnica CNP ²Todas las sub-partidas arancelarias. * A 31 de Enero

- Sistema de Información de Papa
- Programa de Investigación.

Referencias bibliográficas

- [1] Consejo Nacional de la Papa. 2014
- [2] Estudio de Hábitos de Consumo de Papa en Colombia. Fedepapa – CIP – Asohofrucol. 2013
- [3] Revista Papa No. 18. 1997
- [4] Plan de Mejoramiento de la Competitividad de Pequeños y Medianos Productores de Papa. Fedepapa MADR 2013

RESÚMENES DE TRABAJOS

AGRONOMÍA

Presentaciones
Orales y Posters

Determinación voltamétrica de Mancozeb, Paraquat, Glifosato, Carbofurano y Metomil en papa (*Solanum tuberosum*) proveniente de Ventaquemada Boyacá

Lara, Adriana.¹; García Mauricio.²; Chaparro Sandra³

¹ Estudiante Maestría en Química. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. E-mail: adrianalara_2@hotmail.com

² Químico de Alimentos. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

³ Magister en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Profesora Facultad de Ciencias. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Introducción. Boyacá es un departamento de vocación agrícola, donde el 80% del suelo es empleado para el cultivo de papa, para lo cual se aplican plaguicidas como mancozeb, paraquat, glifosato, carbofurano y metomil en muchas ocasiones de manera indiscriminada que puede generar residualidad en los productos expuestos. Dentro de los métodos de análisis de plaguicidas se destacan técnicas robustas como HPLC, cromatografía de gases, etc.; sin embargo existen otras alternativas de análisis como la voltametría, la cual es más versátil y económica frente a otras técnicas.

Objetivos. El objetivo de este trabajo es cuantificar por voltametría glifosato, paraquat, metomil, carbofurano y mancozeb en papa proveniente del Municipio de Ventaquemada.

Materiales y Métodos. Se verificaron las condiciones óptimas de funcionamiento de los equipos necesarios para la validación de los métodos, la medición se realizó en un Polarógrafo BAS CV 50W equipado con un analizador voltamperométrico. Se contempló verificación y limpieza de sistema de electrodos, y se seleccionaron las condiciones instrumentales. Se determinaron los principales atributos de los métodos de validación. Para la extracción de los plaguicidas en muestras de papa, se modificó y validó la metodología de extracción sólido-líquido descrita por Qiu y Nian [2]. La selección de las muestras de papa para el estudio, fueron recolectadas de forma aleatoria de acuerdo con un diseño experimental que cubra la totalidad de cultivos del municipio de Ventaquemada-Boyacá. Para la medida voltamétrica (Mancozeb, Paraquat, metomil y glifosato) se mezcló un volumen conocido de estándar, 3 mL de extracto de papa y 4 mL de la solución electrolítica; para carbofurano se siguió el procedimiento descrito por Nia y otros [3]. Los resultados obtenidos serán contrastados por espectrofotometría UV-Vis. Los potenciales seleccionados para la determinación cuantitativa electroquímica de cada plaguicida fueron tomados según la respuesta voltamétrica de reducción u oxidación que el plaguicida generaba.

Resultados. Para la validación y aplicación de las determinaciones voltamétricas se realizó limpieza química y electroquímica al sistema de electrodos. Se comprobó que los métodos generan una respuesta. Se realizó la prueba mediante el análisis con dos concentraciones y un blanco. Se realizó un barrido de exploración y se ajustaron conjuntamente los parámetros de cada técnica. Se procedió a la elaboración de las curvas de calibración. Los blancos empleados no generaron ninguna señal que pudiera causar interferencia a los métodos voltamétricos y que requiriera ajustes. La respuesta del equipo, intensidad en amperios, es proporcional a la concentración de los estándares empleados. Una vez elaboradas las curvas de calibración, se procedió a su validación. Con el fin de aplicar los métodos en la cuantificación de plaguicidas en extractos de papa, se evaluó la reproducibilidad de éstos. Se realizó un análisis de varianza permitiendo establecer que los procesos de validación no presentaron variaciones significativas (nivel de confiabilidad del 95%).

Conclusiones

Los métodos voltamétricos para la cuantificación de Carbofurano, Glifosato, Mancozeb, Metomilo y Paraquat son válidos y confiables. Estos métodos serán comparados con espectrofotometría UV-Vis como método de referencia. Se procederá a evaluar la carga residual de estos plaguicidas en papa cultivada en Ventaquemada-Boyacá.

Referencias bibliográficas

- [1] Andjelka V. Tomašević., milka I. Avramov Ivić, Slobodan D. Petrović., Mića B. Jovanović and Dušan Ž. Mijin 2009. A study of the electrochemical behaviour of methomyl on a gold electrode in a neutral electrolyte. J. Serb. Chem. Soc. 74 (5) 573–579
- [2] Ping Qiu, Yong Nian 2008. Determination of ziram in vegetable samples by square wave voltammetry. Chinese Chemical Letters. 19, 1337–1340.
- [3] Yong Nia, Ping Qiua, y Serge Kokotc. 2005. Simultaneous voltammetric determination of four carbamate pesticides with the use of chemometrics. Analytica Chimica Acta. 537, 321–330.
- [4] Rühling I., Schäfer H. y Ternes W. 1999. HPLC online reductive scanning voltammetric detection of diquat, paraquat and difenzoquat with mercury electrodes. Fresenius J. Anal. Chem. 364, 565–569.
- [5] Souza D., Machado S.A.S 2005. Electrochemical detection of the herbicide paraquat in natural water and citric fruit juices using microelectrodes. Analytica Chimica Acta. 546, 85–91.

Clones de papa criolla (*Solanum tuberosum* Grupo Phureja) evaluados por su potencial de rendimiento y atributos de procesamiento

Ceron, María del S.¹; Molina, Yaquelin¹; Coronel, Baltazar¹; Marco Antonio Pérez²; Prieto, Lena³; Argüelles, Jorge¹; Álvarez, Claudia³; Uribe, Andrés F.¹

¹ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA-Centro Investigación Tibaitatá, km 14 vía Mosquera, Cundinamarca, Colombia. E-mail: mceron@corpoica.org.co

² ASOAGRA, Vereda Santafé, Granada, Cundinamarca, Colombia, Representante Asociaciones de Agricultores Productores de Papa.

³ Universidad de La Salle, Carrera 2 # 10-70, Bogotá, Colombia.

Introducción

La papa es la especie de mayor área sembrada en la zona andina colombiana, es un tubérculo que permite múltiples usos culinarios e importante en la agroindustria para el mercado nacional e internacional; de ahí su importancia en la evaluación de clones con potencial de rendimiento y atributos culinarios y de procesamiento [1][2].

Objetivo

Evaluar en los Municipios de Subachoque, El Rosal, Granada y Sibate (Cundinamarca, Colombia), durante los años 2012 y 2013 y con la participación activa de los agricultores; el potencial de rendimiento, las características físico-químicas y tres productos procesados en nueve clones candidatos a registro y la variedad comercial Criolla Colombia como testigo.

Materiales y Métodos

Los clones mencionados fueron sembrados bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones; variables evaluadas: número de tubérculos tamaño cero (NTCERO), primera (NT1A), segunda (NT2A), ríche (NTR) y total (NTT); peso de tubérculos tamaño cero (PTCERO), primera (PT1A), segunda (PT2A), ríche (PTR) y peso total de tubérculos (PTT); materia seca (MS) [3], humedad (HM) [3], azúcares reductores (AR) [4], Almidón (ALM) [5], proteína (PR) [5], gravedad específica (GE) [6] y tres productos procesados: Rendimiento en chips (Rend_chips), rendimiento precocido congelado (Rend_cong) y rendimiento en harina (Rend_har) [7].

Resultados

Los resultados obtenidos para los componentes de rendimiento y las variables físico-químicas son afectadas por la localidad y los clones ($p < 0,005$). Los clones evaluados reportaron valores de rendimiento en el año 2012 para NTT de 848 a 2540 tub/20 mt-2; PTT 11,1 a 64,0 kg/20 m2 y para el 2013 el NTT fue de 1893 a 2354 tub/20 m2 con un PTT de 50 a 114,4 kg/20 m2. El clon 7 presentó el mayor potencial de rendimiento para los 2 años y en 3 de los Municipios en estudio. En procesamiento para los años 2012-2013, los valores resultantes fueron: MS 14,60 a 28,47%; HM 71,52 a 87,49%; AR 0,04 a 0,38%; ALM 11,53 a 29,23%; PR 1,04 a 3,84%; GE 1,05 a 1,10; Rend_chips 14,36 a 38,15%; Rend_cong 87,43 a 99,33% y el Rend_har 8,09 a 16,48%.

Conclusiones

Los mejores rendimientos se obtuvieron en Granada/ El Rosal para el año 2012 y Granada/ Subachoque para el 2013. Los clones 2, 3, 4 y 7 presentaron buen comportamiento para el rendimiento y atributos de procesamiento, que favorecerá el registro de los mismos ante el ICA, para el beneficio de los actores de La Cadena Agroalimentaria de la Papa en Colombia.

Referencias bibliográficas

- [1] Rodríguez, L. E., Núñez, C. E., & Estrada, N. (2009). Criolla Latina, Criolla Paisa y Criolla Colombia, nuevos cultivares de papa criolla para el departamento de Antioquia (Colombia). *Agronomía Colombiana*, 27(3), 289-303.
- [2] Cerón, M., Prieto, L., Álvarez, C., García, H., Abaunza, C., Molina, Y. *et al.*, (2011). Generación de variedades mejoradas de papa criolla (*Solanum Phureja*), con características morfo-agronómicas, de cosecha, acondicionamiento y transformación, ideales para la exportación en el Departamento de Cundinamarca. Informe Técnico Final preparado por La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-CORPOICA para el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia. 210 p
- [3] AOAC. 2000. Official Method of Analysis of AOAC International. Methods 921.10, 934.01. 25th ed. Maryland, USA. AOAC International.
- [4] Miller, G.L. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.* 31:426-428
- [5] Herrera, C.H., Bolaños, N., Lutz, G. 2008. Química de los Alimentos: Manual de Laboratorio. Costa Rica. 17-47.
- [6] Gould W.A. 1999. Potato production, processing and technology. Maryland, CTI publications, INC. 66 p.
- [7] Prieto, L., Álvarez, C.P., Cerón, M.S., Garnica, A.M., Molina, Y. 2013. Manual de procesamiento de la papa criolla. Corpoica. Colombia.

Condición física y calidad del suelo andino bajo el sistema de siembra de papa en guachado

Campo, José Manuel¹; Volverás, Belisario¹;

Pérez, Olga Y.¹; Sánchez, Germán¹.

¹ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – Corpoica.

E-mail: jcampo@corpoica.org.co

Introducción

El sistema de siembra de papa en guachado se caracteriza por ser una práctica de mínima intervención del suelo practicada por las comunidades indígenas en cerca de 11000 ha de la zona alto andina de Nariño y Putumayo. A pesar que en el sistema se usa únicamente herramientas manuales, se presenta algún grado de degradación del recurso suelo y agua.

Objetivo

Contribuir al mejoramiento de la sostenibilidad agroecológica del sistema mediante la evaluación del ajuste del grado de orientación o inclinación del surco en guachado y su efecto sobre la reducción de la degradación de suelo.

Materiales y Métodos

En los municipios de Pupiales (N 00° 57' 20,4"; W 77° 37' 07"), Pasto (N 01° 06' 36,7"; W 77° 17' 57,4") y Potosí (N 00° 48' 38,8"; W 77° 30' 54,1"), bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones se evaluaron los siguientes tratamientos T1: Guachado tradicional en el sentido de la pendiente 90 grados; T2: Guachado con inclinación del surco de 75 grados; T3: Guachado con inclinación del surco de 60, T4: Siembra en melga a 90 grados. Se realizó el seguimiento de indicadores físicos con énfasis en propiedades hídricas y volumétricas; indicadores biológicos con énfasis en macrofauna. [1,2].

Resultados

En las tres localidades se encontró que los suelos bajo el sistema de guachado presentan bajas densidades aparentes (0,43 -0,8 g/cc) similares a las encontradas en suelo andino no intervenido lo cual sugiere que el sistema por su mínima intervención y la rotación con la pastura reduce los cambios negativos en esta propiedad. La capacidad de almacenamiento de agua medida en términos de retención de humedad a altas y bajas succiones en el sistema de siembra en guachado retiene 15% más de humedad comparado con lo reportado para el sistema de siembra mecanizado o tradicional. De igual forma la abundancia y riqueza de

macro organismos en guachado fue respectivamente 98% y 93% superior frente al sistema de siembra mecanizado. Con relación al ajuste del grado de inclinación del surco se observó que la susceptibilidad del suelo a la erosión se redujo en promedio 35% y 50% al disminuir el grado de inclinación del guacho a 75° y 60°. La escorrentía disminuyó 13% y la infiltración aumentó 26% al disminuir el grado de inclinación del surco en guacho de 90° a 75 y 60°.

Referencias bibliográficas

- [1] Aguirre D, Ordoñez J. Navia F. 2008. Evaluación de algunas propiedades físicas en suelos con diferentes usos en sistemas productivos del altiplano de pasto – departamento de Nariño (tesis pregrado). Pasto, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. 20p
- [2] Burbano H. 1981. Las propiedades químicas y biológicas del suelo. En: Cursos de actualización en suelos, con énfasis en las condiciones de Nariño. Pasto. Sociedad Colombiana de la ciencia del suelo.
- [3] Mena H, Benavides C, Castillo J. 2009. Evaluación de la susceptibilidad a la erosión hídrica de un vitric haplustands, mediante el uso de un minisimulador de lluvia, municipio de Pasto - departamento Nariño. Pasto, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. 20p.

El sistema de siembra de papa en guachado en la zona alto andina de Nariño

Volverás, Belisario¹; Campo, José Manuel¹;

Pérez, Olga Y.¹; Sánchez, Germán¹

¹ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – Corpoica.

E-mail: bVolverás@corpoica.org

Introducción

La degradación del suelo y la consecuente pérdida acelerada de la productividad, constituyen un limitante para la producción agropecuaria del departamento Nariño, especialmente en cultivos de uso intensivo del suelo como papa [1,2,3]. Se cultivan cerca de 33 mil has en fuertes pendientes donde se reportan pérdida de suelo de 187 t.ha⁻¹ año [3], pérdida de volumen del suelo de 28% e infiltración en 71% y de la capacidad de aceptación de lluvias con nivel de escorrentía de 95% [4,5]. Del área cultivada, 30% se siembran bajo el sistema guachado, practicado y conservado por las comunidades indígenas de la zona alto andina de Nariño y alto Putumayo; es una práctica de siembra en el sistema papa/pastos donde se usa el suelo de 5 a 20 años en pastura y luego se cultiva papa por una dos siembras por lo cual guachado significa campo de cultivo formado con cespedones.

Objetivo

Contribuir con la sostenibilidad agroecológica del sistema de siembra de papa en guachado a través de la caracterización agronómica.

Materiales y Métodos

El trabajo se desarrolló en municipios de Pasto (N 0 48 38,8; w 77 30 54,1), Potosí (N 0 48 38.1) y Pupiales (N 0 57 20.4) y la caracterización se realizó con establecimiento y evaluación y parcelas en fincas de agricultores y la participación de productores a través de aplicación de encuestas. Se establecieron parcelas de 8.4 m x 13 m bajo el sistemas de guachado con surcado tradicional a 90° en el sentido de la pendiente con variedad Diacol Capiro y manejo agronómico general tal como lo realiza el productor local. Se realizó seguimiento de cada una de las labores propias del sistema, costos y rendimiento.

Resultados

A diferencia del sistema de siembra mecanizado, para preparación del suelo y demás labores incluida la cosecha, en guachado solo se usa una herramienta manual “azadón” para formar los guachos

con mínima disturbación del suelo. En pendientes de hasta 35% los surcos en guachado se orientan en el sentido de la pendiente que afectan la capacidad del suelo para captar, almacenar y ceder agua; la fertilización se realiza con base en bultos de semilla sembrada; la semilla se deposita sobre el pasto y debajo del cespedón lo cual genera emergencia dispereja y retardada. Se identificaron labores particulares como descrestada, partida de calles, rosada o rebose; se observó que déficit hídrico de pocos días genera problemas de desarrollo debido a que el cespedon sobre el que se deposita la semilla se reseca. En siembra cuando el guachado se realizó en el sentido de la pendiente, la pérdida de suelo en promedio fue 17 t.ha⁻¹ que se redujo 50% al disminuir el surcado a 75° y 60° respecto a la pendiente. El suelo adherido al tubérculo fue 50% menos en comparación con el sistema de siembra mecanizada.

Conclusiones

La siembra en guachado, a pesar de ser un sistema de siembra conservacionista, en fuertes pendientes genera pérdida de suelo. El sistema de siembra de papa en guachado se constituye en una práctica sostenible de manejo de recursos naturales y es objeto de mejoras agronómicas para reducir impacto del uso del suelo en zonas alto andinas de Nariño.

Referencias bibliográficas

- [1] Castillo, J y Amézquita, E. Identificación de indicadores de susceptibilidad del suelo a la erosión en inceptisoles andinos. En: I Taller Nacional sobre indicadores de calidad del suelo. Palmira, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 2004.
- [2] García, Bernardo y Pantoja, C. Fertilización y manejo de suelos en el cultivo de papa en el departamento de Nariño. Boletín técnico No 222; ICA. (1993). 29 p.
- [3] García, B. Cambios de algunas características químicas de los suelos de la zona Andina de Nariño a través del periodo de 1964 - 1988. En: Informes Anuales de Actividades, ICA Nariño (1990), p. 8- 11.
- [4] Volverás B, Amézquita E. 2009. Estabilidad estructural del suelo bajo diferentes sistemas y tiempos de uso en laderas andinas de Nariño, Colombia. Revista Acta Agronómica (Palmira) 58 (1): 35-39.
- [5] Volverás B., Amézquita E., Tafurt H. 2007. Efecto del tiempo de uso en las condiciones físicas del suelo Andino en el departamento de Nariño, Colombia. Acta Agron (Palmira) 56 (1): 29-37.

Tecnologías para la implementación de buenas prácticas agrícolas en zonas productoras de papa de Colombia

Espitia, Eduardo¹; Martínez, Camilo¹

¹ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – Corpoica.

E-mail: eespitia@corpoica.org.co.

Introducción

El cultivo de papa en Colombia sigue modelos convencionales con alto uso de insumos, alto impacto al ambiente, a los medios de producción y poca protección al trabajador rural. Urge la implementación de modelos con Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y agricultura sostenible. El altiplano cundiboyacense es la principal zona de producción de papa en Colombia siendo Ventaquemada (Boyacá) y Carmen de Carupa (Cundinamarca) dos de los municipios más productores y representativos.

Objetivo

Promover entre los productores la aplicación de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y viabilizar la implementación de los modelos de producción limpia según la normatividad vigente en Colombia.

Materiales y Métodos

Se establecieron dos parcelas demostrativas (vereda Charquira, Carmen de Carupa y vereda Puente Boyacá, Ventaquemada) de 1 y de 0,4 ha en el semestre B del año 2011, con agricultores que habían tenido previa sensibilización sobre Manejo Integrado y la producción sostenible. Se trabajó con agricultores de asociaciones de productores: SAT Proyca (Ventaquemada), y Asoagropecuaria Charquira y Asoagroalzal (Carmen de Carupa). En campo se inició con un levantamiento para establecer las adecuaciones requeridas en los lotes. En consenso se definió la variedad Parda Pastusa, se estableció la estrategia de comercialización, que apoyaría el proyecto. Se desarrolló las parcelas con el seguimiento de las recomendaciones sobre el desarrollo del cultivo. Se hizo especial énfasis en a) implementación de técnicas de manejo integrado de plagas, aplicando criterios de umbral económico, b) fertilización integrada, con fuentes simples y según análisis de suelo, y c) diligenciamiento de registros. Para la comercialización se hizo promoción de la papa limpia en población de Bogotá y Mosquera. A lo largo del proceso se desarrollaron con los agricultores talleres de sensibilización – capacitación en: BPA, fertilización y Manejo Integrado del Suelo, Manejo Integrado de Plagas, Registros, Salud del Trabajador, Señalización y adecuaciones en BPA. Se emplearon como referentes las normas NTC 5400 [1], ICA 4174 [2]. En la

comercialización se implementó una presentación acorde con la consulta previa a potenciales consumidores, con empaques de 5, 10, 20 y 50 kg. Se escogió un costal de color verde buscando una diferenciación del producto, que se marcó con una etiqueta que ilustrase al consumidor sobre el producto obtenido.

Resultados

Impacto positivo en los costos de producción, se disminuyeron en un 20% los costos relacionados con plaguicidas (que se redujeron a dos aplicaciones de insecticidas y seis de fungicidas) y fertilizantes. Se obtuvieron cosechas de 16 y 20 t.ha⁻¹. Se desarrollaron 21 Eventos capacitación; 30 participantes en 4 / 7 talleres dictados; total en talleres, 70+. Se estableció temporalmente un nicho de mercado de más de 100 personas sensibilizadas como consumidores de papa limpia. Aunque la cosecha se realizó en una época de marcada depresión de los precios del producto, se obtuvo el punto de equilibrio sin transferir a costos de producción la implementación de las BPA.

Conclusiones

Es posible implementar las BPA con una validación de las técnicas de cultivo en las que se requiere afinar la tecnología. Igualmente el modelo tiene viabilidad ya que, según el ejercicio hecho con población de Mosquera, Funza y Bogotá, existiría aceptación en el mercado cuando el consumidor conoce la procedencia del producto y luego cuando confirma su calidad por el mejor sabor. Se deben desarrollar siembras escalonadas para que a lo largo de todo el año haya producto y se logren precios remunerativos al producto obtenido y una comercialización sostenida.

Referencias bibliográficas

- [1] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC, 2005. NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 5400, Icontec Bogotá, 27 p

Produção e Qualidade da Batata em Três Épocas de Colheita Na Safra de Verão

Mendoza-Cortez, Juan W.¹; Pádua, Joaquim G.²; Carmo, Ezequiel L.³; Araújo, Thais H.⁴; Cecilio Filho, Arthur B.¹

¹ UNESP, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. E-mail: rutra@fcav.unesp.br.

² EPAMIG, Pouso Alegre, Minas Gerais, Brasil.

³ IFMT, Campo Novo do Parecis, Mato Grosso, Brasil.

⁴ ESALQ/USP, Piracicaba, São Paulo, Brasil.

Introdução

Nos últimos 30 anos houve aumento do consumo da batata processada em detrimento da batata *in natura*. Dentre os fatores que afetam a qualidade dos tubérculos para seu processamento está o teor de matéria seca (MS). Embora seja uma característica governada por fatores genéticos, a MS é também influenciada por fatores ambientais e manejo da cultura.

Objetivo

Avaliar o potencial produtivo e teor de MS de cultivares de batata, em três épocas de colheita.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no município de Maria da Fé, Minas Gerais, Brasil, em 2011. Avaliaram-se sete cultivares de batata (Atlantic, Chipie, Colorado, Cupido, Emerald, Opaline e Soléia) e três épocas de colheita (85, 100 e 115 dias após o plantio - DAP), em blocos casualizados, esquema fatorial 7 x 3, com três repetições. Foram avaliadas a produtividade comercial (PC) e o teor de MS nos tubérculos. Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativo, utilizou-se o teste de Tukey ($p < 0,05$) para a comparação das médias.

Resultados

A PC somente foi influenciada pelo fator cultivar. As maiores PC foram de 'Colorado', 'Cupido', 'Emeraude' e 'Opaline'; com PC média está 'Soléia'; com PC baixas estão 'Atlantic' e 'Chipie' (Tabela 1). As PC encontradas são próximas aos obtidos em Minas Gerais [1]. Verificou-se efeito da interação cultivar x época de colheita no teor de MS. Observa-se na Tabela 1, que não houve diferença nos teores de MS aos 85, 100 e 115 DAP em 'Chipie', 'Colorado', 'Cupido' e 'Emeraude'. A cv. Opaline obteve maior teor de MS aos 85 DAP, sem diferir do obtido aos 100 DAP. Na cv. Soléia houve maior teor de MS aos 100 DAP, sem diferir do obtido aos 85 DAP. Somente aos 100 DAP, 'Atlantic' obteve maior teor de MS. Entre as épocas de colheita, houve maior teor de MS nos tubérculos, quando colhidos aos 100 DAP. Entre as cultivares 'Atlantic', 'Chipie' e 'Soléia' tiveram maiores teores de MS. Os teores de MS deste trabalho são maiores para os mesmos cultivares produzidos em Minas Gerais [1], devido a que foram cultivados nas épocas de outono e inverno.

Conclusões

'Colorado', 'Emeraude', 'Opaline' e 'Cupido' mostram bom potencial produtivo, embora tenham menores teores de matéria seca. Para a maioria das cultivares, recomenda-se fazer a colheita aos 100 DAP por ter maior teor de matéria seca.

Agradecimentos. À FAPEMIG pelo apoio financeiro para a realização do experimento.

Referências bibliográficas

- [1] Pádua, J. G. de, Mesquita, H. A., Carmo, E. L. de, Duarte, H. da S. S., Dias, J. P. T., Duarte Filho, J. 2009. Potencial produtivo de cultivares francesas de batata para o estado de Minas Gerais. Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas 3(2), 73-78.

Tabela 1. Produtividade comercial (PC) e teor de matéria seca (%MS) em função de cultivares de batata e três épocas de colheita.

Cultivares	PC (kg ha ⁻¹)	% MS			
		85 DAP	100 DAP	115 DAP	Média
Atlantic	14.886,9 c	20,1abC*	23,3aA	21,7 aB	21,7 a
Chipie	19.015,4 c	20,3aA	19,9bcA	19,6 bA	19,9 b
Colorado	30.373,2 a	18,8cA	18,9 cdA	18,5 cA	18,7 c
Cupido	27.731,6 a	18,5cA	18,8dA	18,5 cA	18,6 c
Emeraude	29.335,5 a	19,3bcA	18,9 cdA	18,7 bcA	18,9 c
Opaline	28.558,1 a	18,5cA	17,7 eAB	17,3 dB	17,8 d
Soléia	23.357,9 b	20,2 abAB	20,5bA	19,5 bB	20,1 b
Média	-	19,4 B	19,7 A	19,1 B	-

*Nas colunas, as médias seguidas pela mesma letra minúscula e nas linhas pela mesma letra maiúscula não diferem significativamente

Produtividade de cultivares de batata em três épocas de colheita na safra de inverno

Cecilio Filho, Arthur B.¹; Pádua, Joaquim G.²;
Mendoza-Cortez, Juan W.¹; Carmo, Ezequiel L.³; Araújo, Thais H.⁴.
¹ UNESP, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. E-mail: rutra@fcav.unesp.br.
² EPAMIG, Pouso Alegre, Minas Gerais, Brasil.
³ IFMT, Campo Novo do Parecis, Mato Grosso, Brasil.
⁴ ESALQ/USP, Piracicaba, São Paulo, Brasil.

Introdução

O mercado de batata frita, no Brasil, é crescente [2]. Para seu atendimento, com tudo, faz-se necessário a avaliação de cultivares produtivas, pois as cultivares tradicionalmente plantadas no Brasil, com predominância da “Ágata”, não atendem as exigências culinárias e das industriais na forma de fritura [1].

Objetivo. Avaliar produtividade total, comercial e a percentagem de tubérculos graúdos de cultivares de batata, em três épocas de colheita.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em Pouso Alegre, Brasil, no inverno de 2011, e avaliadas cultivares de batata (Atlantic, Chipie, Colorado, Cupido, Emeraude, Opaline e Soléia) e épocas de colheita (85, 100 e 115 dias após o plantio - DAP), em blocos ao acaso, esquema fatorial 7 x 3, com três repetições. Foram avaliadas as produtividades total (PT) e comercial (PC, diâmetro transversal do tubérculo - DTT - maior que 33 mm) e a percentagem de tubérculos graúdos (TG, quando DTT > 33 mm) em relação à PT.

Resultados

PT e PC somente foram influenciadas pelo fator cultivar, com destaque para ‘Colorado’, ‘Opaline’, ‘Cupido’ e ‘Emeraude’. PC mais baixa foi obtida por ‘Atlantic’ e ‘Chipie’ (Tabela 1). Houve interação cultivar x época de colheita sobre a percentagem de TG (Tabela 1). Aos 85 DAP, ‘Atlantic’ apresentou menor TG que as demais. Aos 100 DAP, verificou-se diferença nas cultivares com maior TG. As únicas cultivares com mais alta percentagem de TG nas três épocas foram ‘Colorado’ e Emeraude, que juntas à ‘Chipie’ e ‘Cupido’ e ‘Soléia’ apresentaram as maiores médias de TG. As médias dos teores de TG dos tubérculos das cultivares na colheita aos 85 DAP não diferiu das percentagens obtidas nas colheitas realizadas aos 100 e 115 DAP.

Conclusões. Por não haver diferença entre épocas de cultivo nas características avaliadas, recomenda-se a colheita aos 85 dias após o plantio, com destaque para as cultivares Colorado, Emeraude, Opaline e Cupido, que tiveram maiores percentagens de tubérculos graúdos.

Agradecimentos. À FAPEMIG pelo apoio financeiro para a realização do experimento

Referências bibliográficas

[1] Pádua, J. G. de, Araújo, T. H., Carmo, E. L. de, Margossian, P. L., Pereira, S. G. 2012. Cultivares de batata para o mercado segmentado. Revista Raízes e Amidos Tropicais 8, 36-46.
[2] Pádua, J. G. de, Mesquita, H. A., Carmo, E. L. de, Duarte, H. da S. S., Dias, J. P. T., Duarte Filho, J. 2009. Potencial produtivo de cultivares francesas de batata para o estado de Minas Gerais. Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas 3(2), 73-78.

Tabela 1. Produtividade total (PT) e comercial (PC) e a percentagem de tubérculos graúdos (TG) da PT, em função de cultivares de batata e épocas de colheita.

Cultivares	PT (kg ha ⁻¹)	PC (kg ha ⁻¹)	TG (%)			
			85 DAP	100 DAP	115 DAP	Média
Atlantic	20522,49E*	16251,63C	69,5bB	77,4aC	77,3aC	74,7C
Chipie	24422,39DE	20533,95BC	86,2abA	80,5bBC	87,7aAB	84,8AB
Colorado	42116,36AB	36151,99A	85,2aA	86,0aAB	88,6aA	86,6A
Cupido	35579,35BC	31642,26A	84,8aA	81,8aABC	80,2aBC	82,3AB
Emeraude	37819,49AB	31044,80A	84,5aA	88,5aA	84,0aABC	85,7A
Opaline	43740,96A	35109,01A	82,3aA	80,0aBC	79,4aC	80,6B
Soléia	30763,50CD	24999,61B	82,9aA	80,5aBC	82,9aABC	82,1AB
Média	-	-	82,2a	82,1a	82,9a	-

*Nas colunas, as médias seguidas pela mesma letra maiúscula e nas linhas pela mesma letra minúscula não diferem significativamente

Produtividade e matéria seca de cultivares de batata em três épocas de colheita na safra de inverno

Pádua, Joaquim G.¹; Mendoza-Cortez, Juan W.²;

Cecílio Filho, Arthur B.²; Carmo, Ezequiel L.³; Araújo, Thais H.⁴

¹ EPAMIG, Pouso Alegre, Minas Gerais, Brasil. E-mail: padua2008@gmail.com

² UNESP, Jaboticabal, São Paulo, Brasil.

³ IFMT, Campo Novo do Parecis, Mato Grosso, Brasil.

⁴ ESALQ/USP, Piracicaba, São Paulo, Brasil.

Introdução

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é a hortaliça de maior importância econômica no Brasil [2], porém com declínio na comercialização de batata in natura e aumento de industrializadas, principalmente, na forma de batata frita [1]. Portanto, a demanda quanto a cultivares com aptidão para fritura é crescente e faz-se necessário a avaliação de novas cultivares disponibilizadas no mercado brasileiro.

Objetivo

Avaliar produtividade e o teor de matéria seca de cultivares de batata, em três épocas de colheita.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em Pouso Alegre, Brasil, no inverno de 2011, e avaliadas cultivares de batata (Atlantic, Chipie, Colorado, Cupido, Emeraude, Opaline e Soléia) e épocas de colheita (85, 100 e 115 dias após o plantio - DAP), em blocos ao acaso, esquema fatorial 7 x 3, com três repetições. Foram avaliadas as produtividades totais (PT) e comerciais (PC, diâmetro

transversal do tubérculo - DTT - maior que 33 mm) e teor de matéria seca no tubérculo (MS).

Resultados

PT e PC somente foram influenciadas pelo fator cultivar, com destaque para 'Colorado', 'Opaline', 'Cupido' e 'Emeraude'. PC mais baixa foi obtida por 'Atlantic' e 'Chipie' (Tabela 1). Houve interação cultivar x época de colheita sobre o teor de MS (Tabela 1). Aos 85 e 115 DAP, 'Atlantic' apresentou maior MS que as demais, enquanto aos 100 DAP somente diferiu da 'Opaline'. A colheita feita aos 85 DAP proporcionou maior teor médio de MS nas cultivares avaliadas do que quando realizada aos 100 e 115 DAP.

Conclusões

Maior teor de matéria seca é obtido com a colheita realizada aos 85 dias após o plantio. Maiores teores de matéria seca no tubérculo de batata foram obtidos em cultivares com menor produtividade total e comercial.

Agradecimentos

À FAPEMIG pelo apoio financeiro para a realização do experimento.

Referências bibliográficas

- [1] Fernandes, A.M., Soratto, R.P., Evangelista, R. M., Nardin, I. 2010. Qualidade físico-química e de fritura de tubérculos de cultivares de batata na safra de inverno. Horticultura Brasileira 28, 299-304.
- [2] Zorzella, C. A., Vendruscolo, J. L. S., Treptow, R. O., Almeida, T. L. 2003. Caracterização física, química e sensorial de genótipos de batata processados na forma chips. Brazilian Journal of Food Technology 6, 15-24.

Tabela 1. Produtividades total (PT) e comercial (PC) e teor de matéria seca no tubérculo (MS) em função de cultivares de batata e épocas de colheita.

Cultivares	PT (kg ha ⁻¹)	PC (kg ha ⁻¹)	MS (%)			
			85 DAP	100 DAP	115 DAP	Média
Atlantic	20522,49E	16251,63C	22,5aA	19,5cABC	21,1bA	21,0A
Chipie	24422,39DE	20533,95BC	19,6aBC	19,6aAB	18,9aB	19,4B
Colorado	42116,36AB	36151,99A	18,2aCD	18,5aBCD	18,2aBC	18,3B
Cupido	35579,35BC	31642,26A	18,0aD	18,1aBCD	18,2aBC	18,1CD
Emeraude	37819,49AB	31044,80A	19,1aBCD	18,1aCD	18,9aBC	18,4C
Opaline	43740,96A	35109,01A	18,1aD	17,3aD	16,9aC	17,4D
Soléia	30763,50CD	24999,61B	19,7abB	20,5aA	19,1bB	19,8B
Média	-	-	19,3a	18,8b	18,6b	-

*Nas colunas, as médias seguidas pela mesma letra maiúscula e nas linhas pela mesma letra minúscula não diferem significativamente

Adubação com boro e zinco em cultivares de batata na safra de inverno

Almeida, Hilário Jr.¹; Pádua, Joaquim G.²; Carmo, Ezequiel L.³; Araújo, Thais H.⁴; Cecílio Filho, Arthur B.¹

¹ UNESP, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. E-mail: hilarioagro@yahoo.com.br.

² EPAMIG, Pouso Alegre, Minas Gerais, Brasil.

³ IFMT, Campo Novo do Parecis, Mato Grosso, Brasil.

⁴ ESALQ/USP, Piracicaba, São Paulo, Brasil.

Introdução

Segundo a FAO 2006, o aumento na área de produção da batata nos países em desenvolvimento ultrapassou o aumento de todas as outras commodities alimentares e, em 2020, espera-se que a demanda de batata seja o dobro em comparação a 1993. Trabalhos indicam que o fornecimento de B e Zn à cultura da batata tem proporcionado aumentos na produtividade da cultura [1,2 e 3].

Objetivo

Avaliar o efeito da aplicação de bórax e sulfato de zinco na produtividade comercial, total e no teor de matéria seca de tubérculos de cultivares de batata na safra de inverno na região sul do estado de Minas Gerais.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na safra de inverno no município de Pouso Alegre, MG, Brasil, em delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial 7x2, sendo sete cultivares de batata (Atlantic, Chipie, Colorado, Cupido, Emeraude, Opaline e Soléia), na presença e ausência de 20 kg ha⁻¹ bórax (Na₂B₄O₇·10H₂O) e 10 kg ha⁻¹ sulfato de zinco (ZnSO₄), com três repetições. Foram aplicados 420 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no sulco antes do plantio; 240 kg ha⁻¹ de N (Sulfato de Amônio), aplicado 20% no sulco antes do plantio, 50% aos 30 dias após o plantio (DAP) e 30% aos 50 DAP; e 350 kg ha⁻¹ de K₂O (KCl), aplicado 20% no sulco antes do plantio, 40% aos 30 DAP e 40% aos 50 DAP. A parcela foi composta por duas fileiras de 15 plantas, com espaçamento de 0,30 m entre plantas e 0,80m entre sulcos. A amostragem foi realizada após a segunda aplicação de N e K. A irrigação foi por aspersão e realizou-se o tratamento fitossanitário sempre que necessário. A colheita foi efetuada manualmente aos 100 DAP. A produtividade total foi obtida pelo somatório de todas as pesagens de tubérculos colhidos na parcela e a produtividade comercial pelo somatório das pesagens de tubérculos normais (diâmetro transversal >33mm). Com base na área útil da parcela (7,2 m²) estimou-se a produtividade total (kg ha⁻¹). A porcentagem de

matéria seca (%MS) foi determinada gravimetricamente por secagem em estufa com aeração forçada e temperatura controlada a 105°C até peso constante. O estudo estatístico constou da análise de variância, e para os efeitos significativos as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Resultados

As cultivares diferiram entre si quanto a produtividade total, comercial e a %MS a 1% de probabilidade. Os fatores agiram conjuntamente sobre a %MS (F=8.79**). Verificou-se que as cultivares Colorado e Emeraude apresentaram maior produtividade total (30.401 e 25.768 kg ha⁻¹, respectivamente). A cultivar Colorado obteve a maior produtividade comercial (24.192 kg ha⁻¹). Contudo, as cultivares Atlantic, Chipie e Soleia apresentaram maior %MS (20%). Aumento de produtividade de 19.700 para 27.300 kg ha⁻¹ foi obtido com a aplicação de 2,0 kg ha⁻¹ de B [2], quando avaliaram doses de boro na cultivar Sebago, mostrando a importância do micronutriente para espécies que acumulam reservas em tubérculos. Resultados semelhantes para produtividade total de tubérculos (27.700 kg ha⁻¹) e %MS (21%) foram obtidos para a cultivar Diamante [3], quando combinaram B+Zn. Estes resultados podem ser explicados pelo importante papel destes micronutrientes na nutrição mineral da batata.

Conclusão

A aplicação de B e Zn promove incremento na produtividade e %MS de cultivares de batata.

Agradecimentos

Agradecemos à FAPEMIG pelo apoio financeiro para a realização do presente experimento.

Referências bibliográficas

- [1] Echer, F. R.; Creste, J. E. 2011. Adubação com boro em batata-doce: efeito das fontes, doses e modos de aplicação. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, 32(1), 1831-1836,
- [2] Pregno, L. M.; Armour, J. D. 1992. Boron deficiency and toxicity in potato cv. Sebago on oxisol of the Athert Tablelands, North Queensland. Australian Journal of Experimental Agriculture, Austrália, 32(2) 251-253
- [3] Bari, M. S.; Rabbani, M. G.; Rahman, M. S.; Islam, M. J.; Hoque, A. T. M. R. 2009. Effect of zinc, boron, sulphur and magnesium on the growth and yield of potato. 2001. Pakistan Journal of Biological Sciences 4(9) 1090-1093.

Adução com boro e zinco em cultivares de batata na safra de verão

Almeida, Hilário Jr.¹; Pádua, Joaquim G.²; Carmo, Ezequiel L.³; Araújo, Thais H.⁴; Cecílio Filho, Arthur B.¹

¹ UNESP, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. E-mail: hilarioagro@yahoo.com.br.

² EPAMIG, Pouso Alegre, Minas Gerais, Brasil.

³ IFMT, Campo Novo do Parecis, Mato Grosso, Brasil.

⁴ ESALQ/USP, Piracicaba, São Paulo, Brasil.

Introdução

A produção anual brasileira de batata foi superior a três milhões de toneladas e concentrou-se nas regiões tropical, 67%, e subtropical, 33% [1]. Sabe-se que o B e Zn incrementam a produtividade de tubérculos [2, 3, 4], entretanto, são escassos os trabalhos avaliando a resposta de cultivares de batata à aplicação destes nutrientes nas condições climáticas brasileiras.

Objetivo

Avaliar o efeito da aplicação de bórax e sulfato de zinco na produtividade comercial, total e no teor de matéria seca de tubérculos de cultivares de batata na safra de verão.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na safra de verão, em Maria da Fé, MG, Brasil, em delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial 7x2, sete cultivares de batata (Atlantic, Chipie, Colorado, Cupido, Emeraude, Opaline e Soléia), duas doses (presença e ausência de 20 kg ha⁻¹ borax (Na₂B₄O₇·10H₂O) e 10 kg ha⁻¹ sulfato de zinco (ZnSO₄)), com três repetições. Foram aplicados 420 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no sulco antes do plantio; 240 kg ha⁻¹ de N (Sulfato de Amônio), aplicado 20% no sulco antes do plantio, 50% aos 30 dias após o plantio (DAP) e 30% aos 50 DAP; e 350 kg ha⁻¹ de K₂O (KCl), aplicado 20% no sulco antes do plantio, 40% aos 30 DAP e 40% aos 50 DAP. A parcela foi composta por duas fileiras de 15 plantas, com espaçamento de 0,30 m entre plantas e 0,80m entre sulcos. A amontoa foi realizada após a segunda aplicação de N e K. A irrigação foi por aspersão e realizou-se o tratamento fitossanitário sempre que necessário. A colheita foi efetuada manualmente aos 100 DAP. A produtividade total (PT) foi obtida pelo somatório de todas as pesagens de tubérculos colhidos na parcela e a produtividade comercial (PC) pela pesagem de tubérculos normais (diâmetro transversal > 33mm). Com base na área útil da parcela (7,2 m²) estimou-se a produtividade em kg ha⁻¹. A porcentagem de matéria seca (%MS) foi determinada por

secagem em estufa com aeração forçada e temperatura controlada a 105°C até peso constante. Foi realizado a análise de variância, e para os efeitos significativos as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Resultados

A aplicação de bórax e sulfato de zinco e as cultivares variaram com relação à PT, PC e a %MS (P < 0,01), contudo, não foi observado interação entre os tratamentos. As médias das variáveis foram superiores na presença de bórax e sulfato de zinco. Verificou-se que as cultivares Colorado, Emeraude e Opaline apresentaram a maior PT (27731; 25543 e 24600 kg ha⁻¹, respectivamente) e PC (22214; 20431 e 19600 kg ha⁻¹, respectivamente). Contudo, a cultivar Atlantic apresentou maior %MS (23%) entre as demais. Estes resultados devem-se ao importante papel destes micronutrientes na nutrição mineral da batata. O B é responsável pela regulação do transporte de açúcares através da membrana, atua na divisão e desenvolvimento celular eo Zn no sistema enzimático da cultura. Avaliando doses de B na cultivar Sebago, foi verificado aumento de 7600 kg ha⁻¹ com a aplicação de 2,0 kg ha⁻¹ de B [3]. Resultados semelhantes para produção total de tubérculos (27700 kg ha⁻¹) e %MS (21%) foram obtidos com a cultivar Diamante [4].

Conclusão

A aplicação de B e Zn promove incremento na produtividade e %MS em cultivares de batata.

Agradecimentos

À FAPEMIG pelo apoio financeiro para a realização do presente experimento.

Referências bibliográficas

- [1] AGRIANUAL. 2010. Anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio. p.205-211.
- [2] Echer, F. R., Creste, J. E. 2011. Adução com boro em batata-doce: efeito das fontes, doses e modos de aplicação. Semina: Ciências Agrárias 32(1), 1831-1836.
- [3] Pregno, L. M., Armour, J. D. 1992. Boron deficiency and toxicity in potato cv. Sebago on oxisol of the Athert Tablelands, North Queensland. Australian Journal of Experimental Agriculture 32(2) 251-253.
- [4] Bari, M. S., Rabbani, M. G., Rahman, M. S., Islam, M. J.; Hoque, A. T. M. R. 2009. Effect of zinc, boron, sulphur and magnesium on the growth and Yield of potato. 2001. Pakistan Journal of Biological Sciences 4(9) 1090-1093.

Eficiência produtiva de cultivares de batata nas condições agroecológicas brasileiras

Araújo, Thais Helena¹; Melo, Paulo César T.¹; Pádua, Joaquim G. P.²; Spoto, Marta Helena F.¹; Margossian, Priscila L.³

¹ ESALQ/USP, Brasil. E-mail: tharaujo@usp.br

² EPAMIG

³ Margossian Sementes

Introdução

A maioria das cultivares adotadas para cultivo no Brasil é de origem estrangeira, em grande parte de países europeus, com condições agroecológicas específicas. Portanto, deve-se estudar o potencial produtivo destas nas condições agroecológicas brasileiras.

Objetivo

O objetivo desta pesquisa foi estudar a eficiência produtiva de cultivares de batata recém-introduzidas no Brasil.

Material e Métodos

Foram avaliadas nove cultivares de batata: Agata, Almera, Arizona, Caruso, Destiny, Excelence, Fontane, Markies e Saviola. O ensaio foi conduzido no período de janeiro a maio de 2013, nas condições ambientais de Nova Resende, na região Sudoeste de Minas Gerais (1.250 m NMM, 21°07'30" S e 46°25'15" O), safra da seca, solo argiloso, sob sucessão à cultura do milho. Foram avaliadas a produção comercial (PC) e a produção por classe comercial de acordo com o diâmetro transversal: graúdas, médias e miúdas [1].

Resultados

Com relação à produção de tubérculos comerciais 'Arizona', 'Saviola', 'Agata', 'Markies' e 'Caruso' foram as cultivares mais produtivas. Na estratificação das classes de tubérculos, as cultivares Arizona, Saviola e Markies se destacaram pela produção na classe graúda que é a de maior valor comercial. As cultivares Excelence, Almera e Saviola se sobressaíram por produzirem menos tubérculos médios, sendo que Saviola produziu menos de 20%. As cultivares Excelence e Saviola foram as que apresentaram menor produção de tubérculos miúdos, enquanto 'Arizona' e 'Destiny' foram intermediárias e as demais exibiram a maior produção nesta classe (Tabela 1).

Conclusão

As cultivares Arizona, Caruso, Agata, Markies e Saviola exibiram o maior potencial produtivo de tubérculos comerciáveis.

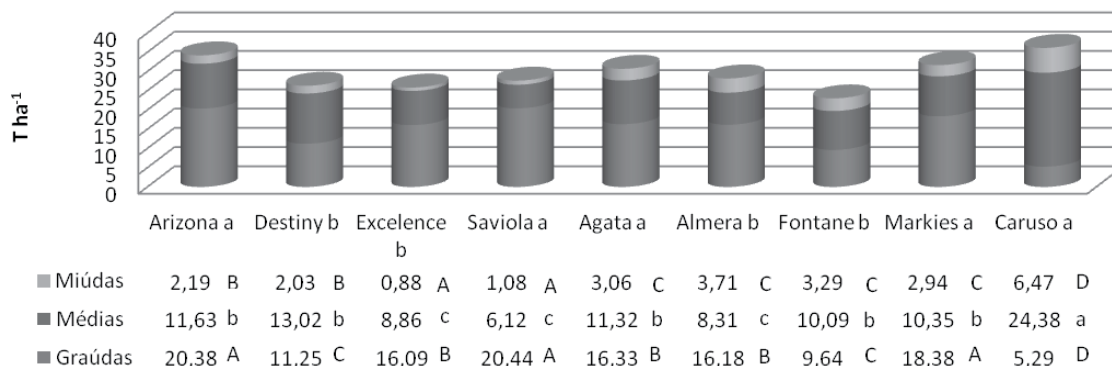
Agradecimentos

Ao CNPq pela concessão de bolsa de estudos à primeira autora. À Unidade Regional da EPAMIG do Sul de Minas (URES-M). À AGRICO U.A. e à Margossian Sementes Ltda. À FAPESP pelo auxílio financeiro (Proc. 2012/22699-3).

Referências bibliográficas

- [1] Araújo, T.H. 2013. Produtividade de cultivares de batata e atributos de qualidade para processamento industrial nas formas de palha e chips. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ). 104p.

Tabela 1. Produção comercial e por classe



Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5%.

Respuesta de tres variedades de papa a la aplicación de fosfitos como estrategia de manejo de tizón tardío

Ñústez, Carlos E¹; Alba, Andrés F¹; Galvis, Iván F.¹

¹ Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agrarias. Bogotá.

E-mail: cenuztezl@unal.edu.co

Introducción

Los fosfitos son compuestos capaces de controlar enfermedades en campo a través de la acción directa o indirecta sobre el patógeno [1]. Actualmente se ha demostrado que su combinación con distintos elementos (Ca, Cu, Mg, Mn, Zn o K) pueden potencializar la eficiencia de control y pueden tener un efecto positivo en el crecimiento y desarrollo del cultivo [2].

Objetivo

Evaluar la respuesta de tres variedades de papa a la aplicación de ocho fosfitos comerciales como estrategia de manejo de tizón tardío.

Materiales y Métodos

El experimento se realizó en el Centro Agropecuario Marengo (Mosquera, 2547 msnm). Se utilizaron tres variedades de papa con diferente grado de respuesta a *Phytophthora infestans*: Diacol Capiro (susceptible), Roja Nariño (Moderadamente resistente) y Pastusa Suprema (Resistente). Se evaluaron ocho tratamientos con fosfitos, un tratamiento con manejo químico convencional (TQ) y un testigo absoluto (TA), para un total de 10. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (BCA) con tres repeticiones. La unidad experimental fue de cuatro surcos de 4.8 m (12 sitios cada uno). Se evaluó el % de área foliar afectada por tizón tardío con frecuencia semanal durante el ciclo de cultivo y con esta información se estimó el área bajo la curva de progreso de la enfermedad relativa (AUDPCr), el rendimiento potencial (PTT), y gravedad específica (GE).

Resultados

En la respuesta a tizón tardío se encontraron diferencias altamente significativas para los tratamientos en todas las variedades. En D. Capiro, el TQ presentó el menor valor de AUDPCr (0.018), seguido por los 8 tratamientos con fosfitos quienes fueron estadísticamente iguales entre sí (AUDPCr entre 0.209 y 0.248), el mayor valor se presentó como era de esperar en el TA (0.308). En R. Nariño, se encontraron valores de AUDPCr de 0.008 y 0.051, para TQ y TA respectivamente, estadísticamente diferentes. Los 8

tratamientos con fosfitos fueron estadísticamente iguales entre sí (AUDPCr entre 0.023 y 0.043) pero con valores inferiores a D. Capiro. En P. Suprema, el mejor tratamiento fue TQ (0.002) estadísticamente igual a los tratamientos: T3 (Phi P-K), T5 (Phi Ca-K), T6 (Phi- K), T1 (Phi Ca), T4 (Phi Zn) y T8 (Phi Mn) (valores de AUDEPCr entre 0.007 y 0.012); el TA alcanza un valor de 0.033. En P. Suprema los mejores tratamientos (después de TQ) fueron aquellos que involucran el ion K, lo que coincide con los resultados de [1] y [3] quienes afirman que los Phi K muestran mayor eficacia de control. En el rendimiento de tubérculo total (PTT) el mejor tratamiento fue el TQ con valores de 36.10 t.ha⁻¹ y 41.23 t.ha⁻¹ en D. Capiro, R. Nariño respectivamente, quienes fueron superiores estadísticamente al resto de los tratamientos. En P. Suprema no se evidenciaron diferencias en rendimiento, explicado ello por su fondo genético de resistencia al tizón. Para GE en D. Capiro la variable osciló entre 1.070 y 1.076 siendo el Phi-Zn superior al Phi-Cu y Phi-Zn-Mn. En R. Nariño no se evidenciaron diferencias significativas y sus valores oscilaron entre 1.078 y 1.074. Mientras que P. Suprema el Phi Ca-K y TQ fueron iguales entre sí (GE=1.091) y superiores a los demás tratamientos.

Conclusiones

La eficiencia de los fosfitos está relacionada con nivel de tolerancia de cada variedad. Existe un efecto positivo del fosfito en el control del tizón tardío cuando se involucra K como ion acompañante. Combinación con diferentes iones genera respuestas positivas en la GE y PTT.

Agradecimientos

A las compañías Colinagro y Microfertisa por aportar los productos evaluados.

Referencias bibliográficas

- [1] Lobato, M. C., M. Machinandiarena, M. L. Feldman, G.R. Daleo, F. P. Olivieri, y A. B. Andreu, 2008. Efecto de la aplicación de fosfitos sobre la resistencia a enfermedades del cultivo de papa. Estudio de los mecanismos bioquímicos involucrados. p. 337-338. En: Memorias XXIII Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa y VI Seminario Latinoamericano de Uso y Comercialización de la Papa.
- [2] Guzzo, M. C., M. C. Lobato, M. J. Lasso, A. Ten Have y A. B. Andreu. 2010. Resistencia inducida por fosfitos en *Solanum*. p. 253-254. En: Memorias XXIV Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa y I Simposium Internacional de Recursos Genéticos de la Papa. Cusco, Perú.
- [3] Kromann, P. 2012. Use of Phosphonate to Manage Foliar Potato Late Blight in Developing Countries. Plant Disease / Vol. 96 No. 7. 8pp.

Comparação de sistemas de preparo de solo e sucessão de poáceas para a cultura da batata e seus efeitos sobre atributos do solo e produtividade

Costa, Cristiano F.A.¹; Tavares, Paulo C.²; Ragassi, Carlos F.³; Guerra, Henrique P.²; Ferronato, Evandro M.²; Araújo, Thais H.²

¹ MAFES, Inteligência Agrônômica

² ESALQ/USP, Depto. Produção Vegetal, C. Postal 09,

Piracicaba, SP, Brasil. E-mail: paulomelo@usp.br.

³ EMBRAPA

Introdução

No Brasil, geralmente, o cultivo da batateira (*Solanum tuberosum* L.) é realizado em sucessão a milho e o preparo de solo com implementos de ação pouco profunda. Isso pode gerar compactação subsuperficial, prejudicando o crescimento radicular da batateira, além de contribuir para o aumento da incidência de doenças. Postula-se que a realização de preparo profundo de solo e a sucessão com outras poáceas forrageiras possam melhorar o desenvolvimento da batateira em vista do grande aporte de matéria orgânica, contribuindo para a redução da compactação.

Objetivos

Comparar dois sistemas de preparo de solo, convencional e profundo, para a cultura da batata em sucessão a poáceas, quanto aos atributos de solo, incidência de doenças e produtividade.

Material e Métodos

O experimento foi instalado em área do Departamento de Produção Vegetal, ESALQ/USP, Piracicaba, SP, Brasil, coordenadas 22°42'9"S e 47°38'1"W, altitude de 569 m sobre o NMM e clima Cwa, segundo Köppen; o solo é classificado como Nitossolo Eutrófico típico textura argilosa. Foi conduzido entre 2011 e 2012, após cinco ciclos consecutivos de sucessão poáceas-batata na mesma área, sendo o primeiro ciclo iniciado em 2006. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com seis repetições e quatro tratamentos (sucessões poáceas-batata) T1: sucessão *P. maximum* cv. Tanzânia – batata, sob preparo profundo (PP) (Tanzânia PP), T2: sucessão *B. brizantha* cv. Marandu – batata, sob PP (Marandu PP) e T3: sucessão milho (*Zea mays* 'AG 6080') – batata, sob PP (Milho PP). Para efeito de comparação, foi utilizado como tratamento controle (T4) a sucessão milho - batata em preparo convencional (PC) de solo (Milho PC), com uso de grade aradora a 0,20 m de profundidade antes do plantio. Utilizou-se a cv. Atlantic e a condução do experimento seguiu as práticas comuns à cultura. Os procedimentos estatísticos estão descritos em Costa [1].

Resultados

A produtividade total em tubérculos foi superior no sistema de PP em até 41% do valor obtido no sistema de PC (17,7t ha⁻¹), não havendo efeito significativo da poácea utilizada em sucessão. A ocorrência de sarna comum superficial (*Streptomyces scabies*) foi influenciada pelos tratamentos, sendo a maior (16,9%) e a menor (9,5%) incidências obtidas na sucessão com milho e capim Tanzânia, respectivamente, ambos em PP. A incidência mais baixa de esverdeamento (2,58%) também foi registrada no PP associado ao capim Tanzânia, tendo sido inferior à registrada no PC (6,33%). As poáceas estudadas apresentaram diferentes valores de produção de matéria seca da parte aérea, sendo, também o capim Tanzânia (26,5 t ha⁻¹), o mais produtivo. Os índices de densidade, macroporosidade e resistência à penetração do solo foram nitidamente melhores com o uso do PP, independentemente do tipo de poácea utilizada em sucessão.

Conclusão

O PP do solo, em relação ao PC, independentemente da poácea utilizada em sucessão, promoveu a restauração do solo estudado com consequente incremento de produtividade da cultura de batata.

Agradecimentos

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela concessão de bolsa de estudo ao primeiro autor; ao Grupo PACES (Projetando Agricultura Compromissada em Sustentabilidade), ESALQ/USP.

Referências bibliográficas

- [1] COSTA, A.F. 2013. Produção e crescimento da batateira em sistema de preparo de solo e sucessão de poáceas. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ). 84p.

ASPECTOS SOCIO ECONÓMICOS

Presentaciones Orales

Estrategias participativas de manejo sostenible en sistemas productivos con pequeños agricultores de los departamentos de Cundinamarca y Boyacá

Alvarez, Rocío ¹; Bello, Gabriel ¹; Camargo, Antonio ¹; Hortua, Omar¹; Moreno, Luisa ¹; Márquez Cardona, María del Pilar.²; RodríguezPerez, Loyla.²; Saenz Aponte, Adriana.²; Chaparro, Catalina Astrid²; Moncada, Luis ³.

¹ Corporación PBA.

² Pontificia Universidad Javeriana. E-mail: marquez.maria@javeriana.edu.co

³ Sistema Local de Innovación en papa.

Introducción

En Colombia, la ausencia de programas eficientes de producción de materiales de siembra afecta negativamente la competitividad de los sistemas de productivos, siendo este uno de los componentes principales para la diseminación de plagas y enfermedades, lo que a la vez demanda un altísimo uso de agroquímicos, causando el deterioro de los ecosistemas. El cultivo de papa se ha consolidado como una alternativa agrícola y socio económico para los pequeños y medianos productores de los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, debido a que los ingresos aportados por el cultivo de papa son la única fuente directa de desarrollo económico. El problema generalizado en torno a la actividad papera planteado por los pequeños productores en el altiplano cundiboyacense radica en el uso de semillas de mala calidad, la presencia de plagas y enfermedades y la carencia en el manejo integrado de las mismas; sumado a esto el uso irracional de agroquímicos y la debilidad social, organizativa y empresarial.

Objetivo

Diseñar e implementar estrategias participativas de innovación tecnológica, manejo ambiental y fortalecimiento socio-empresarial para el desarrollo sostenible del cultivo de papa con pequeños agricultores de Cundinamarca y Boyacá.

Materiales y Métodos

Desde el año 2007 se han desarrollado acciones en proyectos ejecutados por los pequeños productores, siguiendo el enfoque de Innovación Rural Participativa [1] promovido por la Corporación PBA, en asocio con la Pontificia Universidad Javeriana y financiado por el Programa Andino de Innovación.

Resultados

Se lograron avances hacia el desarrollo de una agricultura sostenible de papa en el altiplano. Los productores lograron apropiarse y establecer procesos de producción de semillas limpias certificadas de papa que redundaron en el mejoramiento de los rendimientos en calidad y cantidad. Además, se han generado nuevos negocios comunitarios para mejorar los ingresos familiares. Cinco organizaciones de pequeños productores cuentan en la actualidad con registro propio ante la autoridad competente (Instituto Colombiano Agropecuario-ICA) como productores y comercializadores de semilla certificada. Los productores a su vez han adquirido conocimientos frente al manejo integrado de plagas y enfermedades, reconociendo los ciclos y el comportamiento de las plagas y las acciones racionales para su manejo. Los agricultores han logrado disminuir el uso de agroquímicos (entre 30% y 40%) y así mismo los costos de producción.

Conclusiones

Las capacidades generadas con varios grupos y organizaciones de pequeños productores de papa, han conducido al desarrollo de una agricultura sostenible de papa y al emprendimiento de negocios de producción y comercialización de semilla limpia certificada. Se ha consolidado un Sistema Local de Innovación en papa, conformado por ocho (8) organizaciones de pequeños productores del altiplano cundiboyacense.

Referencias bibliográficas

- [1] Corporación PBA. 2014. Enfoque metodológico: La innovación Rural Participativa <http://www.corporacionpba.org/portal/content/enfoque-metodologico-la-innovacion-rural-participativa>. Consultado el 3 de junio de 2014.

Worldwide sustainability issues in potato cultivation

Haverkort, A.J.; de Ruijter, F. J.; van Evert, F.K; Conijn, J.G; Rutgers, B. ¹

¹Wageningen University and Research Center, Plant Research International

Droeveendaalsesteeg ¹, Wageningen, Netherlands. E-mail: a.j.haverkort@wur.nl

Introduction

Potato and its derivatives increasingly become globally traded products. Raw material for chips production is often hauled more than 1000 km by road or many thousands by ship. Seed potatoes travel more than five thousand kilometers and frozen products cross oceans every day. This offers opportunities (to buy where production is most efficient) and challenges (risks of depletion of resources) for the global potato industry. Commercial companies that operate globally more and more want to quantify the environmental footprints. With the results it is up to them to choose production areas that least impact the environment.

Objective

The objective of our research is to deliver a tool for decision makers in the global potato supply chain for them to assess the environmental footprint and risks to the environment from which they source the raw material. We developed a method that allows a quick verification of the footprints at the global level allowing decisions on where to procure potatoes for various uses such as fresh or its use as raw material for chips, fries, flakes or starch.

Material and Methods

From various independent peer reviewed sources global maps with grid cells of circa 9 km x 9 km i. e. 8600 ha (near the equator) were drawn. They represent potato harvested area, potato fresh tuber yield (land use efficiency), slopes (risks of erosion), precipitation deficit (risks of depletion of fresh water through irrigation), average daily maximum temperature throughout the season (risks of occurrence of pest epidemics hence emission of pesticides and reduced tuber dry matter concentration with its negative repercussions for storability and processing). Other global maps show overuse of nitrogen and potential interference of potato with areas of high biodiversity.

Results

The maps generated show clear hotspots of risks of sustainability. All maps show color codes going from red, through orange, yellow light green to dark green representing a decreased risk for the environment. Quick glances show hotspots for low land use

efficiencies to be in tropical highlands. High water use from irrigation hotspots are North-West America, the Mediterranean Basin and the irrigated winter crops in India. Regions prone to erosion are the slopes of the mountains in the Andes, African Rift, Southern China and volcanic areas in southern China, and the island countries in South East Asia. Risks of insects are increased in continental hot summer climates and short spring crops with high temperatures towards harvest. Late blight is a threat in all humid areas such as maritime Europe, equatorial tropical highlands and the humid western Pacific Ring. Excessive use of nitrogen is observed in the northern parts of North America and Europe.

Conclusions

The examples discussed in this paper are clear and can easily be elaborated for more soil and weather related factors such as acidity and salinity and heat waves or torrential rains. Sustainable long-term and long-range sourcing is deliberated as well as repercussions of trends such as globalization and climate change; the latter being relative favorable for the root and tuber crop potato compared to grain crops.

Acknowledgements

This research was funded by the Netherlands Ministry of Economic Affairs

References

- A.J. Haverkort, F. J. de Ruijter, F. K. van Evert, J.G. Conijn, B. Rutgers 2014. Worldwide sustainability hotspots in potato cultivation. 1. Identification and mapping Potato Research 56: 343-353.
- F. K. van Evert, F. J. de Ruijter, J.G. Conijn, B. Rutgers and A.J. Haverkort 2014. Worldwide sustainability hotspots in 1 potato cultivation. 2. Areas with improvement opportunities Potato Research 56: 343-353.

Medición de atributos y preferencias de consumo de una papa fresca producida con bajo impacto ambiental

Lupin, Beatriz¹; Rodríguez, Elsa¹ y Rodríguez, Julieta A.¹

¹ Universidad Nacional de Mar del Plata, Fac. de Cs Económicas y Sociales. Grupo Investigación Economía Agraria. Mar del Plata, Argentina. E-mail: july22r@yahoo.com.ar

Introducción

Ante la necesidad de medir y analizar las preferencias de los consumidores por alimentos cuyas valoraciones se vinculan a cuestiones de salud y ambientales, los enfoques económicos tradicionales, basados en las preferencias reveladas, fueron reemplazados a partir de los años noventa por la teoría de las preferencias declaradas [2, 1].

La aplicación de un modelo de elección (Choice Modelling) permite representar preferencias de los consumidores por bienes descriptos en términos de niveles de atributos. Este trabajo presenta una aplicación en la medición de las preferencias de los consumidores combinando niveles de agroquímicos, de aptitud culinaria, de tratamiento –cepillada, lavada o sucia- y niveles de precio de una papa fresca producida con bajo impacto ambiental, que aún no está disponible en el mercado.

Objetivo

Medir los atributos valorados y las preferencias de los consumidores de una papa fresca producida con bajo impacto ambiental según el nivel de educación y socioeconómico del consumidor.

Materiales y Métodos

Se realizaron entrevistas a 402 individuos mayores de 18 años de edad, en canales de comercialización ubicados en diferentes barrios socioeconómicos de la Ciudad de Mar del Plata, Argentina en octubre del año 2012 [3].

Estos individuos seleccionaron productos alternativos de papa resultantes de combinaciones de niveles de atributos obtenidos con un “diseño factorial fraccionado” -ortogonal- aplicando un algoritmo orthoplan-Software SPSS-. Este diseño de perfiles permite indagar la valoración que los consumidores realizan de los atributos considerados. Se aplicó un Modelo Logístico Condicional (CLM), asumiendo que la utilidad es una función aleatoria (Random Utility Models -RUM-);[4, 5]. Se estimó el modelo primero en función de los atributos de calidad de la papa - efectos

principales- y luego se incluyeron interacciones con las características demográficas y socio-económicas de los consumidores.

Resultados

Un bajo contenido de agroquímicos y una muy buena calidad culinaria favorecen la elección de una papa con estos atributos y contribuyen en mayor medida a la utilidad del consumidor. A su vez, a medida que el precio de la papa disminuye, aumenta la utilidad de los individuos. Que la papa se encuentre cepillada/lavada o sucia no es relevante. Los consumidores más jóvenes eligen papas con bajo contenido de agroquímicos debido a la mayor conciencia generacional a consumir alimentos saludables y con menor daño ambiental. La utilidad de los que residen en barrios de Nivel Socioeconómico (NSE) alto es menos sensible a cambios en el precio de la papa que la utilidad de los que residen en barrios de NSE medio. La utilidad de los individuos que residen en barrios de NSE bajo está más afectada a variaciones en el precio que la utilidad de los que residen en barrios de NSE medio, debido al mayor consumo de papa en estos estratos y cambios en el precio repercuten más en el presupuesto los de NSE bajo.

Conclusiones

Los resultados sugieren que los atributos más valorados por los consumidores en términos de utilidad son contenido de agroquímicos, aptitud culinaria y el precio. Aparecen diferencias entre los consumidores según la educación, edad del consumidor y el nivel socioeconómico de su hogar.

Referencias bibliográficas

- [1] Bennet, J.&Blamey, R. (2001): “The choice modeling approach to environmental valuation”. Cheltenham: Edward Elgar.
- [2] Louviere, J. J.; Hensher, D. A.&Swait, J. D. (2000): “Stated Choice Methods. Analysis and applications”. Cambridge University Press, New York.
- [3] Lupin, B. & Rodríguez, E. (2011): “Quality attributes and socio-demographic factors affecting channel choices when buying fresh potatoes in Argentina”. The International Association of Agricultural Economists Triennial Conference, Foz do Iguaçu-Brazil, August/12.
- [4] Maddala, G. S. (1983): “Limited-dependent and qualitative variables in econometrics”. Cambridge University Press, New York.
- [5] McFadden, D. (1974): “Conditional logit analysis of qualitative choice behavior”. In P. Zarembka (ed.), “Frontiers in Econometrics, Academic Press, New York, 105-142.

Nuevas estrategias de innovación social, para mejorar la adopción de tecnología y la asociatividad en el sistema productivo papa

Herrera, Carlos¹; Moreno, José, ¹; Cerón, María.¹; Valbuena, Raúl.¹

¹ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica. E-mail: cherrera@corpoica.org.co

Introducción

A pesar de los esfuerzos del estado Colombiano por mantener diferentes políticas, instrumentos y estrategias para mejorar la competitividad de sistema productivo papa, sus niveles de adopción de tecnología siguen siendo bajos, lo cual se refleja en indicadores de producción y productividad, que se acentúan en las papas nativas, las cuales no han contado con planes de fomento e investigación como las papas mejoradas comerciales, generando su desaparición en la práctica y desaprovechando sus propiedades nutraceuticas, organolépticas y resistencia al cambio climático, [1]. Con el fin de conocer las características y el potencial de mercado de las papas nativas, se seleccionaron 60 materiales de la Colección Central Colombiana de papa, obteniéndose resultados muy promisorios desde la perspectiva de sus parámetros y productos generales, aunado a su potencial de mercados, cuando se implementan procesos de innovación social y tecnológicos en el marco del desarrollo de planes de negocios andragógicos.

Objetivo

Fortalecer organizaciones de productores de papas nativas para mejorar la adopción tecnológica, la comercialización y el fomento de la cultura empresarial.

Materiales y Métodos

Se aplicó un modelo de plan de negocios andragógico, el cual consideró seis componentes básicos: 1. Introducción a la empresa o núcleo social de trabajo, 2. Visualización del mercado, el cual se identificó a partir de la caracterización y propiedades de las papas nativas. 3. Operación de la empresa y del recurso humano. 4. Inversión. 5. Recursos y finalmente un módulo de contabilidad y de finanzas. Se aplicó e identificó las líneas base de la empresas, la cual consideró 11 parámetros; -mercado, -servicios y conservación del cliente, -logística, -tecnología de procesos y productos; -gestión de gerencia, -direccionamiento estratégico, -gestión organizacional, -talento humano, -gestión de información, financiera, contable, y finalmente las soluciones financieras.

Resultados

A partir de los resultados obtenidos de las líneas bases, se planteó un plan de acción para cada organización, tendiente a mejorar la adopción tecnológica y el nivel organizacional. Se identificaron nichos de mercado que tuvieron como base las bondades de la caracterización de las papas nativas adelantadas por [2], [3],[4],[5],[6]. Se proyectó la operación de la empresa y de los recursos humanos, así como la inversión y los recursos necesarios, con lo cual se cerró el ciclo del plan, el cual propició mercados para las papas nativas en restaurantes gourmet, como Bogotá Beer Company, tiendas Wok, la Bodega entre otros, teniendo que descartar cadenas de hoteles como Estelar y pequeñas industrias de papas de Boyacá por la cantidad de volumen requerido.

Conclusiones

Las papas nativas tienen un potencial en Colombia, pero se requiere de continuar sus procesos de innovación social, agroindustrial, tecnológica e institucional, investigación y ajuste de los cultivos seleccionados, ampliar las áreas, establecer siembras escalonadas con riego, para atender las demandas del mercado y continuar con la promoción al consumo señalando sus propiedades y bondades a través de diferentes estrategias de comunicación y transferencia de tecnología.

Agradecimientos

A los productores de Cooinpavent, Sat Proyca y Asoagroteguaneque que creyeron y aportaron al proceso de las papas nativas en Colombia.

Referencias bibliográficas

- [1] Monteros C, *et al.* 2005. Papas Nativas Ecuatorianas: Redescubriendo un tesoro escondido. Boletín divulgativo, PNRT Papa – INIAP. Quito, Ecuador. 4 p.
- [2] Moreno M., J. D.; Cerón M. del S.; Valbuena, B. R., I. 2009. Papas nativas colombianas: catálogo de 60 variedades. Colombia. 68p.
- [3] Moreno, J., D., Cerón María del Socorro, Valbuena R., I. 2010. Caracterización morfológica de germoplasma de papa nativa de Colombia. C. I. Tibaitatá, CORPOICA. 15 p.
- [4] Romero, F., Chávez, K., Bejarano, E., Moreno J., D., Cerón, María del Socorro y Valbuena R., I. 2010. Características de los Tubérculos de papas nativas colombianas asociadas al uso industrial. C. I. Tibaitatá. CORPOICA. 15 p..
- [5] Romero, F., Chávez, K., Bejarano, E., y Moreno J., D. 2010. Características industriales de las papas nativas colombianas. C. I. Tibaitatá. CORPOICA. 13 p.
- [6] Romero, F., Chávez, K., Bejarano, E., y Moreno J., D. 2010. Características culinarias y gastronómicas de papas nativas colombianas. C. I. Tibaitatá. CORPOICA. 34 p.

CALIDAD NUTRICIONAL

Presentaciones
Orales y Posters

Influencia del pelado y el tratamiento térmico en el contenido de compuestos no nutritivos de 11 cultivares de Papa (*Solanum tuberosum*)

Villacrés, Elena.¹; Guerrero, Estefanía.²; Poveda, María.²;

Quelal, María.¹; Alvarez, Javier.¹

¹ Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP. Departamento de Nutrición y Calidad de Alimentos. Telefax (593-2) 3007134. E-mail: elena.villacres@iniap.gob.ec.

² Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Introducción

En Ecuador la papa constituye un cultivo de seguridad alimentaria y con un potencial económico interesante. Sin embargo como la gran mayoría de vegetales, presenta compuestos “no nutritivos”, algunos de los cuales pueden afectar la asimilación de nutrientes como proteínas y minerales. Son de naturaleza variada, en grandes cantidades pueden causar efectos fisiológicos poco deseables, (Mcanuff *et al.*, 2005), sin embargo, en pequeñas cantidades no resultan perjudiciales (Sánchez *et al.*, 2008). En este estudio, se evaluó el efecto de los procesos de cocción, horneado y fritura convencional en muestra de papa con y sin cáscara, para recomendar su consumo y forma de uso, como parte de una dieta saludable.

Materiales y Métodos

Variedades de papa: Coneja Negra, Chaucha roja, Chaucha Amarilla, Uvilla, Puña, PucaShungo, YanaShungo, Leona Negra, Natividad, Libertad y Victoria, cultivadas en las localidades de Pujilí (Cotopaxi), Pilahuín (Tungurahua) y la Estación Experimental Santa Catalina, EESC (Pichincha). Los tubérculos cosechados se lavaron con agua potable y se secaron con la ayuda de un paño, luego se aplicaron separadamente, procesos de pelado manual, cocción en agua (91°C, 20 min.), horneado (180°C, 15 min.) y fritura convencional (180°C, 4 min.). Posteriormente las muestras se liofilizaron, se molieron a un tamaño de partícula de 60 mesh, se envasaron en recipientes herméticos y se almacenaron en refrigeración previo al análisis de los siguientes compuestos: Polifenoles totales, según el método de Waterhouse, (2002), glicoalcaloides (Hellenäs, 1986), Nitratos (A.O.A.C., 2000); Oxalatos (Abaza, 1998), taninos (A.O.A.C., 2000).

Resultados

Nitratos: Un menor contenido se registró en los materiales cultivados en Pujilí y Pilahuín, en contraste, una mayor concentración (100 mg/100 g, peso seco), se determinó en la variedad Libertad, proveniente de la EESC. Con la aplicación del pelado y horneado,

este valor disminuyó un 82,68 %. Oxalatos: La variedad Victoria, cultivada en Pilahuín, presentó el mayor contenido (357,39 mg/100g peso seco), el cual disminuyó 77,43 % con la aplicación del pelado y la cocción. Taninos: Las variedades Natividad y Chaucha Roja, cultivadas en Pujilí, registraron 5,02 y 4,77 mg/100 g, respectivamente, valores que disminuyeron 84,86 y 90,56 %, respectivamente, con la aplicación del pelado y la fritura convencional. Glicoalcaloides: El mayor contenido presentó la variedad Coneja Negra, cultivada en EESC (221,87 mg/100 g peso seco) y en Pujilí (208,86 mg/100 g, peso seco), valores que disminuyeron a 36,41 y 29,88 mg/100 g, con los procesos de pelado y cocción en agua. Polifenoles: El contenido varió entre 40,32 a 1627,81 mg ácido gálico/100 g. Este último valor, correspondió a la variedad YanaShungo con cáscara, cruda y cultivada en la EESC.

Conclusiones

Un mayor contenido de compuestos no nutritivos se registró en los tubérculos con cáscara, en estado crudo. El pelado y la cocción en agua, provocaron una mayor disminución (91 %) de los mismos, de lo que se desprende la importancia de procesar la papa, con el fin de transformarla en un alimento seguro para el consumo humano.

Referencias bibliográficas

- [1] A.O.A.C. 1964 ,1998, 2000. Métodos de la A.O.A.C. Peer Verified Methods, Manual on policies and procedures. Arlington, USA.
- [2] Abaza, R., Blake, J., Fisher, E. 1998. “Oxalate determination: analytical problems encountered with certain plant species”. Journal of the Association of Official Analytical Chemists.51(5). pp. 963-967.
- [3] Hellenäs, K., 1986. A simplified procedure for quantification of potato glycoalkaloids in tuber extracts by HPLC: comparison with ELISA and a colorimetric method, J. Sci. Food Agric., Vol (37), pp. 779-780.
- [4] Mcanuff, M., Omoruyi, F., Sotelo, A. and Asemota, H., 2005. “Proximate analysis and some antinutritional factor constituents in selected varieties of Jamaican yams. Plant Foods for Human Nutrition, vol.pp. 60, 93-98.
- [5] Sánchez, L., Fraga, M., Macebo, B., Lorenzo, R., 2008, “Toxicidad aguda y subaguda oral del extracto acuoso liofilizado de *Rhizophora mangle* L. en ratas”, Revista Cubana de Plantas Medicinales, pp 1-13.
- [6] Waterhouse, A., 2002. Current Protocols in Food Analytical Chemistry. University of California, Davis, U.S.A. pp.11.1.1 – 11.1.8.

Efecto de la variedad y el procesamiento en el contenido de compuestos y actividad antioxidante de la papa

Villacrés, Elena¹, Tanquina, Irma², Ramos, Milton²

¹Departamento de Nutrición y Calidad. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Quito-Ecuador. E-mail: elena.villacres@iniap.gob.ec.

²Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.

Introducción

Las diferentes variedades de papa, además de presentar nutrientes contienen antioxidantes naturales que pueden ayudar a prevenir enfermedades degenerativas como el cáncer, y a reducir el riesgo de enfermedades cardíacas y respiratorias (Shimada *et al.*, 1992; Monteros *et al.*, 2011). El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto del procesamiento en el contenido de compuestos y la actividad antioxidante de cinco variedades de papa.

Materiales y Métodos

Se trabajó con las variedades: INIAP-YanaShungo, INIAP-PucaShungo, Chaucha amarilla, Chaucha roja, y Tushpa, cultivadas en la provincia de Cotopaxi, Ecuador. En los tubérculos crudos y procesados se cuantificó: fenoles totales (Taga, Miller & Pratt, citado por Christelle, 2007), flavonoides (Quettier – Deleuet *et al.*, 2000), antocianinas totales y monoméricas (Giusti y Wrolstad, 2001), taninos (A.O.A.C. 2000), Ácido ascórbico (Klein & Perry 1982), Zinc (A.O.A.C. 1980), carotenoides totales (Rodríguez–Amaya y Kimura, 2004), capacidad antioxidante en base al poder reductor (Oyaizu, 1986), efecto quelante (Dinis *et al.*, 1994) y bloqueo del radical 1,1,-difetil-2-picrilhidracil (Shimada *et al.*, 1992).

Resultados

La variedad INIAP-Yanashungo en estado crudo, presentó el mayor contenido de fenoles totales (510,18 mg/100g) y flavonoides (3,42 mg/100 g), sin embargo estos valores disminuyeron a 226,30 y 0,20 mg/100 g, respectivamente, por efecto de la cocción con vapor. En contraste, este proceso afectó en menor grado a las antocianinas totales (4 %) y monoméricas (11,39 %) de la variedad chaucha roja. El horneado produjo una mayor pérdida de taninos (64 %) en la variedad Tushpa y ácido ascórbico (58 %) en la variedad Pucashungo. Sin embargo, en esta última variedad, contribuyó a una mayor retención de zinc (2,36 mg/100 g) y carotenoides totales (49,19 ug/100 g). El proceso de menor afectación para la capacidad antioxidante (EC50) fue el pelado. La variedad Yanashungo, presentó una mayor EC50, evaluada por 3 métodos:

8,88 mg/ml (poder reductor), 16,37 mg/ml (efecto quelante) y 11,88 mg/ml (DDPH).

Conclusiones

Las variedades YanaShungo y Tushpa presentaron mayores contenidos de compuestos y capacidad antioxidante, en estado crudo. Los procesos térmicos de menor afectación, fueron la cocción con vapor y el horneado, sin embargo cuando estos fueron precedidos por la operación de pelado, las pérdidas alcanzaron el 99 % en el caso de los flavonoides.

Referencias bibliográficas

- [1] A.O.A.C. 1964,1998, 2000. Métodos de la A.O.A.C. Peer Verified Methods, Manual on policies and procedures. Arlington, USA.
- [2] Chistelle, M., Marc, A., Pierre, B., Mouhssin, O., Lucien, H., Francois, J., Van, H. 2007. Andean potato cultivars mineral micronutrients. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. pp.366-378.
- [3] Dinis, T., Madeira, V., Almerida, L. 1994. Action of Phenolics derivatives as inhibitors of membrane lipid peroxidation and as peroxy radical scavengers. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. pp. 315, 161-169.
- [4] Giusti, M., Wrolstad, R., 2001. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. pp. F1.2.1-F1.2.13. In: Wrolstad, T., Acree, H., An, E., Decker, M., Penner, D., Reid, S., Schwartz, C., Shoemaker, P. and Sporns (Eds.), *Current Protocols in Food Analytic Chemistry*. New York: Wiley.
- [5] Klein, B and Perry, A. K., 1982. Ascorbic acid and vitamin A activity in selected vegetables from different geographical areas of the United States. *Journal of Food Science*. pp. 47, 941-945, 948.
- [6] Monteros, C., Grijalva, A., Vásquez, W. y López, G., 2005, "Las papas nativas en el Ecuador", INIAP-CIP, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, Quito, Ecuador. 20 p.
- [7] Oyaizu, M. 1986. "Studies on products of the browning reaction: Antioxidative activities of browning reaction products prepared from glucosamine". *Japanese Journal of Nutrition*. pp. 44, 307-315.
- [8] Quettier, Deleu, C., Gressier, B., Vasseur, J., Dine, T., Brunet, C., Luyckx, M. 2000. Phenolic compounds and antioxidant activities of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) hulls and flour. *Journal of Ethnopharmacology*. pp. 72, 35-42. A.O.A.C. Manual on Policies and Procedures, Arlington, Estados Unidos
- [9] Rodríguez, A., Kimura, M. 2004. Havastplus, Handbook for carotenoid analysis. IFPRI and CIAT. Procedures for nutrient analysis in potato and sweet potato. Nutrition and Quality Laboratory – CIP.
- [10] Shimada, K., Fujikawa, K., Yahara, K., Nakamura, T., 1992. Antioxidative properties of xanthan on the autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. pp. 40, 945-948

Contribución de *Solanum x ajahirui* y *Solanum x juzepczukii* de papa en la seguridad alimentaria del pueblo indígena Pakajaqi, Bolivia

Mamani, Eliseo.¹; Choque, Elena¹; Polar, Vivian.¹

¹ Fundación PROINPA. E-mail: e.mamani@proinpa.org.

Introducción

Garantizar la seguridad alimentaria es un reto importante para todos los pueblos, no es la excepción para el pueblo indígena Pakajaqi de Bolivia que se encuentra a una altitud promedio de 4000 m en la región del Altiplano. Según la historia, Pakajaqi fue parte del Imperio Tiwanaku [1], y desde la domesticación de la papa, ha seleccionado germoplasma útil para la zona.

Objetivo

Describir la contribución de las especies *Solanum x ajahirui* y *Solanum x juzepczukii* en la seguridad alimentaria del pueblo indígena Pakajaqi.

Materiales y Métodos

La investigación se realizó en 17 ayllus del territorio indígena que abarca 10.584 km². Para recabar la información, se calculó una muestra de 107 familias, de un universo de 411 familias, de 17 ayllus en estudio. Se aplicaron encuestas socioeconómicas, de diversidad de papa y seguridad alimentaria. Para triangular la información se realizaron talleres con la metodología de "Análisis participativo de Cuatro Campos" [2], entrevistas, e identificación taxonómica de las especies de papa a través de claves taxonómicas [3].

Resultados

Las familias indígenas tienen en promedio 3,9 integrantes, en su mayoría adultos y ancianos. En el territorio se cultivan más de 120 variedades, que pertenecen a las especies *Solanum x ajanhuiri*, *S. x juzepczukii*, *S. stenotumum*, *S. x curtilobum* y *S. tuberosum* ssp. *andigena*. Las variedades Yari y Ajawiri (dulces) de *S. x ajanhuiri* y Luk'i (amarga) de *S. x juzepczukii* tienen una especial importancia por su alta tolerancia a heladas [4], y son cultivadas por la mayoría de las familias en áreas grandes. La superficie cultiva de papa por familia alcanza en promedio las 0,4 ha, las variedades de *S. x ajanhuiri* ocupan 0,15 ha y de *S. x juzepczukii* 0,14 ha. La producción familiar de papa alcanza en promedio las 2,16 tn, de las cuales el 37% son de variedades de *S. x ajanhuiri* y el 34% de *S. x juzepczukii*, el 29% restante está compuesto por variedades de *S.*

stenotumum, *S. tuberosum* ssp. *Andigena* y *S. x curtilobum*; siendo el rendimiento promedio 5,4 t.ha⁻¹. La producción familiar es distribuida en cuatro partes, el 39% va al autoconsumo, en especial las variedades de *S. x ajanhuiri*, y algunas de *S. stenotumum* y *S. tuberosum* ssp. *andigena* por ser dulces. El 43,6% se destina a la transformación de chuño y tunta, empleándose para este fin las variedades amargas Luk'i de *S. x juzepczukii*, y Chuqipitus de *S. x curtilobum* algunas variedades de *S. tuberosum* ssp. *andigena*. El 16,4% de la producción se reserva para semilla y el 1% se destina a venta y trueque. La papa fresca (autoconsumo) alcanza para cubrir la alimentación familiar en promedio 5,5 meses. Los restantes meses son cubiertos con chuño y tunta. El 28% de la dieta familiar está compuesta por papa fresca, 25% por chuño y 3% por tunta.

Conclusiones

Las especies de papa *S. x ajanhuiri*, *S. x juzepczukii* cubren más del 50% de la dieta del pueblo indígena Pakajaqi, y son cultivadas por su alto grado de tolerancia a heladas, brindando una opción para la seguridad alimentaria del pueblo indígena Pakajaqi.

Referencias bibliográficas

- [1] Consejo de Gobierno Jach'aSuyuPakajaqi. 2010. Plan de gestión territorial Pakajaqi. La Paz, Bolivia. 108 p.
- [2] Sthapit, B., R. Rana, A. Subedi, S. Gyawali, J. Bajracharya, P. Chaudhary, B.K. Joshi, S. Sthapit, K.D. Joshi and M. Upadhyay. 2010. Participatory four-cell analysis (FCA) for local crop diversity. Fact sheet. IPGRI, IDRC, LI-BIRD, Agricultura Botany Division (Nepal). Fact sheet On-farm management of agricultural biodiversity in Nepal. Goodpractice No. 3.
- [3] Ochoa, C. M. 2001. Las papas de Sudamérica. Centro Internacional de la Papa. La Paz, Bolivia.
- [4] Thiele, G.; G. Hareau; V. Suarez; E. Chujoy; M. Bonierbale; L. Maldonado. 2008. Varietal change in potatoes in developing countries and the contribution of the International Potato Center: 1972-2007. International Potato Center (CIP), Lima, Peru. Working Paper 2008.

Bioaccesibilidad de carotenoides y antocianinas en papas cocidas

Burgos, Gabriela.¹; Munoa, Lupita.¹; Sosa, Paola.¹;

zum Felde, Thomas.¹; Bonierbale, M.¹

Díaz, Carlos.²

¹ Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú.

E-mail: g.burgos@cgiar.org.

² Departamento de Química Analítica Nutrición y Bromatología, Universidad de La Laguna, Tenerife, España.

Introducción

Según estudios realizados usando papas crudas, las papas de pulpa amarilla contienen niveles significativos de luteína y zeaxantina, carotenoides que juegan un rol protector en la prevención de la degeneración de la macula ocular [1]. En tanto las papas de pulpa morada o rojiza contienen cantidades significativas de antocianinas a las cuales se les atribuye propiedades anticancerígenas, antiinflamatorias, antimutagenicas, antihiperlipidémicas y anticolesterolemicas [2]. Sin embargo, si bien existen diversos reportes sobre la concentración de carotenoides y antocianinas en muestras crudas de papa, los estudios sobre evaluación de la bioaccesibilidad de carotenoides y antocianinas en papas cocidas son escasos. El término bioaccesibilidad se define como la fracción de un compuesto que es liberado de la matriz del alimento en el tracto gastrointestinal y así llega a ser disponible para la absorción intestinal [3].

Objetivo

El propósito de este estudio fue estimar la bioaccesibilidad *in vitro* de luteína y zeaxantina en tubérculos cocidos de siete cultivares de papa con pulpa amarilla y la bioaccesibilidad de las antocianinas en tubérculos cocidos de 5 variedades de pulpa morada y 2 variedades de pulpa rojiza. Para ello se evaluó la concentración de luteína y zeaxantina por HPLC y la concentración de antocianinas totales por espectrofotometría en muestras liofilizadas y molidas provenientes de tubérculos cocidos antes y después de realizar la digestión *in vitro* [4, 5].

Resultados

La bioaccesibilidad de carotenoides varió de 33 a 71% para luteína y de 51 a 71% para zeaxantina. En todos los cultivares, las cantidades de luteína y zeaxantina después de la micelarización fueron significativamente menores que las cantidades encontradas en las muestras iniciales. El cultivar 701862 mostró la concentración más alta de luteína bioaccesible (280 µg/100 g de peso

seco) y los cultivares 703566 y 704218, mostraron la concentración más alta de zeaxantina bioaccesible (sobre 600 µg/100 g de peso seco). Considerando el consumo promedio de papa en los Andes (≈500 g por día), el cultivar 701862 provee el 14% de la ingesta de luteína recomendada con beneficios para la salud; y los cultivares 703566 y 794218, proveen más del 50% de la ingesta sugerida de zeaxantina.

La bioaccesibilidad de antocianinas fue alta (73 - 84%) y superior a lo reportado para aronias (57%), uvas (8%) y arándano agrio (5%). Los cultivares 704058 y 704429 mostraron la concentración de antocianinas bioaccesible mas alta (174 y 372 mg/ 100 g PF, respectivamente). Debido a que según literatura las antocianinas son pobremente absorbidas asumimos que una gran proporción de las antocianinas bioaccesibles de papa llegan al colon, donde son expuestas a la microflora colónica y dan origen a metabolitos que favorecen la salud del tracto gastrointestinal.

Conclusiones

La bioaccesibilidad de luteína y zeaxantina de las papas amarillas y de antocianinas en papas de pulpa morada y roja es alta. Considerando las ingestas altas de los Andes las papas amarillas contribuyen significativamente a la cantidad de luteína y zeaxantina recomendada.

Referencias bibliográficas

- [1] Burgos, G., Amoros W., Salas E., Muñoa L., Sosa P., Díaz C., Bonierbale M. 2012. Carotenoid concentrations of native Andean potatoes as affected by cooking. FoodChem. 133, 1131–1137.
- [2] Burgos, G., Amoros W., Salas E., Muñoa L., Sosa P., Cayhualla E., Sanchez C., Díaz C., Bonierbale M. 2013. Total phenolic, total anthocyanin and phenolic acid concentrations and antioxidant activity of purple-fleshed potatoes as affected by boiling. J Food Comp. Anal. 30, 6–12.
- [3] Fernández-García, E., Carvajal-Lérida, I., Pérez-Gálvez, A. 2009. In vitro bioaccessibility assessment as a prediction tool of nutritional efficiency. Nutr. Res. 29, 751-760.
- [4] Failla M.L., Huo T., Thakkar S.K. 2008. In vitro screening of relative bioavailability of carotenoids from foods. Asia Pac. J Clin.Nutr. 17, 200-203.
- [5] Serrano J., Goñi I., Saura-Calixto. 2005. Determination of β-caroteno and lutein available from green leafy vegetables by an in vitro digestion and colonic fermentation method. J Agri. Food Chem. 53, 2936-2940.

Contenido de proteína, hierro y zinc en el germoplasma colombiano de *Solanum tuberosum* Grupo Phureja

Peña, C.B.¹; Restrepo, L.P.¹; Narvaez, C.¹; Kushalappa, A.² y Mosquera, T.³

¹. Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Química, Bogotá Colombia. E-mail: lprestrepo@unal.edu.co

². Universidad McGill, Montreal, Canadá

³. Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Agronomía

Introducción

Las papas *Solanum tuberosum* Grupo Phureja, se distribuyen geográficamente desde el norte de Bolivia hasta el suroccidente venezolano, con un centro de diversidad al sur de Colombia y al norte de Ecuador [1]. Sus tubérculos presentan diversidad de formas y colores. Sobresalen las formas redondas y ovoides con cáscara y pulpa amarillas, rojas o violetas [2]. Existe alta deficiencia en la ingesta de minerales especialmente de hierro (Fe) y zinc (Zn). La deficiencia de Fe es la más común, al menos 2 billones de personas en el mundo la presentan. Así mismo, la deficiencia de Zn afecta principalmente a mujeres en edad fértil y niños.

Objetivo

Evaluar el contenido de proteína, Fe y Zn en genotipos de *S. tuberosum* Grupo Phureja

Materiales y Métodos

Se evaluaron 92 genotipos de papa cocida con cáscara de la colección de trabajo de la Universidad Nacional (CCC). Para proteína (A.O.A.C 970.22) se empleó el método Kjeldahl con un factor de 6,25, expresado en g/100 g de liofilizado de papa. Para la determinación del contenido de Fe y Zn los tubérculos se lavaron con agua destilada seguido de inmersión en HCl 0,25 N por 10 minutos. Los tubérculos se cocinaron en agua destilada y después se liofilizaron y molieron. Se tomó 0,6000 g de material seco, se hizo digestión en ácido nítrico/perclórico y se realizó una disolución a 25 mL con agua desionizada, las disoluciones fueron medidas por ICPA-OES y expresados en mg/Kg material liofilizado. El contenido de proteína se encontró en un rango de 1,77 (CCC-83) a 17,20 (CCC-76) g/100 g base seca (BS). Algunos autores reportan en papa cruda valores de proteína en base seca de 5,4-10,6 g/100 g BS [3].

Resultados

En la germoplasma colombiano de papa diploide hay accesiones con alto valores de proteína: CCC-76 (17,20), CCC-122(14,40) y

CCC-115 (14,0). La papa no es considerada una fuente importante de proteína, su calidad tiene propiedades deseables al poseer un perfil muy bien balanceado en cuanto a su composición de aminoácidos esenciales como son: lisina, metonina, triptófano y treonina [4]. El contenido de Fe estuvo entre 11,17 a 48,60 mg/Kg (BS), el valor más alto lo presentó el CCC-92 y el más bajo fue el genotipo CCC-32, con un valor promedio de 23,92 mg/Kg BS. Para papas andinas se reporta un rango entre 9,8-22,4 mg/Kg BS [3]. La biodisponibilidad del hierro proveniente de papa es alta debido a la presencia de potenciadores como el ácido ascórbico (18,6 mg/100g base fresca [5]), el cual es un agente reductor que ocasiona que el Fe³⁺ pase a la forma más soluble y biodisponible de Fe²⁺ y bajo contenido de inhibidores como el ácido fítico que es un potente quelante de cationes divalentes y trivalentes como son el Fe²⁺ y Fe³⁺. El contenido de Zn se encontró en un rango de 9,80 (CCC-73) a 28,25 (CCC-100). El Zn es un cofactor de enzimas y ayuda regulación de expresiones genéticas, su deficiencia ocasiona principalmente retraso en el crecimiento. El consumo de papa con altos contenidos de proteína, hierro y zinc como los que se observan en algunos genotipos del germoplasma colombiano ofrecen posibilidades para usarlos en los programas de mejoramiento de papa para calidad nutricional y contribuir por esta vía a la nutrición de comunidades que derivan especialmente su alimento de este tubérculo.

Agradecimientos

Los autores agradecemos al International Development Research Centre y al Department of Foreign Affairs, Trade and Development del Canadá por la financiación de este proyecto y al Ministerio del Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial por el acceso a los recursos genéticos a través del Contrato No. 53.

Referencias bibliográficas

- [1] Rodríguez, L., Ñustez, C. and Estrada, N. (2009). *Agronomía Colombiana*, 27(3), 289 – 303.
- [2] Bonierbale, M., Amoros, W., Espinoza, J., Mihovilovich, E., & Gómez, W. R. R. (2004). *Revista Latinoamericana de La Papa*.
- [3] Burgos, G., de Haan, S., Salas, E., & Bonierbale, M. (2009). *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(6), 617– 619.
- [4] Burlingame, B., Mouillé, B., & Charrondière, R. (2009). *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(6), 494–502.
- [5] Burgos, G., Auqui, S., Amoros, W., Salas, E., & Bonierbale, M. (2009). *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(6), 533 – 538.

Determinación de compuestos antioxidantes en clones de papa criolla (*Solanum phureja*) cosechados en dos localidades de Cundinamarca

Echeverry, Sandra M.¹; Ariza, Claudia¹;

Cerón M. Socorro¹; García, Andrea E¹.

¹ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica. E-mail: agarcia@corpoica.org.co

Introducción

La papa es un alimento reconocido por su alto contenido de almidón y en comparación con otros tubérculos su concentración de proteína es mayor. A nivel de micronutrientes contiene cantidades considerables de hierro, potasio, fósforo y magnesio y es una fuente importante de vitaminas como la riboflavina, vitamina B1, B3, B6 y vitamina C [1]. Sin embargo, en los últimos años se ha reportado en papa la presencia de compuestos de importancia biológica como los antioxidantes, los cuales contribuyen en la prevención de enfermedades como el envejecimiento prematuro y algunos tipos de cáncer [2].

Objetivo

Determinar el contenido de antocianinas totales (AT), ácido clorogénico (AC) y ácido ascórbico (AA) (compuestos con potencial actividad antioxidante) en 17 materiales de papa criolla (*Solanum phureja*) pertenecientes al banco de germoplasma Corpoica, sembrados en dos localidades del departamento de Cundinamarca (Sibaté y Granada) bajo un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial (2x17).

Materiales y Métodos

La determinación del contenido de AC y AA se hizo por cromatografía líquida de ultra eficiencia (UPLC) bajo los protocolos estandarizados previamente en el Laboratorio de Nutrición animal del Centro de Biotecnología y Bioindustria (CBB) de Corpoica; y la cuantificación de AT se realizó utilizando el método de espectroscopia UV-Vis [3].

Resultados

Los resultados mostraron que la concentración de los metabolitos presentes en la papa fue afectada por la localidad y los clones ($p < 0,005$). Para AT se encontró una interacción localidad x clon ($p < 0.0001$), donde Sibaté presentó el mejor comportamiento en los clones CO61, CO68 y CO62 con concentraciones de 67.52, 64.75 y 48.01 mg de Cianidina 3 glucósido/100

g MS respectivamente. Con respecto a AA, también se encontró un efecto de la localidad x clon ($p < 0.0001$) siendo nuevamente Sibaté la localidad que presentó en general las mayores concentraciones, con excepción de los clones CO68, CO57, CO64 y CO59 que tuvieron un mejor comportamiento en la localidad de Granada con concentraciones de 325.32, 178.31, 142.20 y 75,95 mg de AA/100 g MS respectivamente. Para AC se encontró un efecto del clon para ambas localidades ($p < 0.0001$), en donde para Sibaté los clones de mayor y menor concentración fueron CO61 (11.23 mg AC/100g MS) y CO64 (1.30 mg AC /100g MS) mientras que para Granada el clon de mayor concentración fue CO68 (6.51 mg AC /100g MS) y el de menor CO40 (1.525 mg AC /100g MS). Se encontró correlación entre la concentración de AT y AC ($r^2 = 0.55$; $p < 0.0001$).

Conclusión

La concentración de compuestos antioxidantes de la papa se vio afectada por la interacción clon-localidad

Referencias bibliográficas

- [1] FAO. 2009. Año internación de la papa 2008. Nueva luz sobre un tesoro enterrado Retrieved from <http://www.fao.org/potato-2008/pdf/IYPbook-es.pdf>
- [2] Konigsberg, F. 2008. Radicales libres y estrés oxidativo: aplicaciones médicas. Mexico D.F: Manual Moderno
- [3] Jansen, G., and Flamme, W. 2006. Coloured potatoes (*Solanum tuberosum* L)-anthocyanin content and tuber quality. Rev Genic Resources and Crop Evolution, 53, 1321-1333

Ability of NIRS to estimate total phenolic content of lyophilized potatoes

López, Ainara¹; Arazuri, Silvia¹; Jarén, Carmen¹; Tierno, Roberto²; Riga, Patrick²; Ruiz de Galarreta, José Ignacio².

¹ Universidad Pública de Navarra

² Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario

NEIKER-Tecnalia. E-mail: jiruiz@neiker.net

Introduction

Phenolic compounds have been reported as antioxidant compounds that could promote health benefits [1]. Potatoes represent a good source of these compounds, especially red and purple-fleshed varieties [2]. Traditional methods to determine total phenolic (TPHEN) content of these tubers such as HPLC involve a lot of working time; while other technologies, for instance, near-infrared spectroscopy (NIRS) are able to perform internal quality analysis in a faster and non-destructive way. Thus, NIRS has been successfully applied for the analysis of many agricultural products over the last decades [3,4]. Regarding potatoes, the estimation of TPHEN content by NIRS has been previously studied with promising results using raw tubers [5]; however, there are only few studies concerning the use of NIRS to predict different compounds in lyophilized potatoes.

Objective

The objective of the present study is to determine whether NIRS technology is capable of predicting total phenolic (TPHEN) content of lyophilized potato samples.

Materials and Methods

In this study, 219 samples of lyophilized potatoes corresponding to 83 different varieties were used. This sample set includes yellow-skinned, red-skinned and purple-skinned varieties.

The lyophilization of the samples and the determination of TPHEN by the reference methods were carried out at the Basque Institute for Agricultural Research and Development (NEIKER Tecnalia).

Spectral data were collected using a NIR Luminar 5030 Miniature "Hand-held" in the reflectance mode. A spectral range of 1100-2300 nm was used to obtain the spectra, with a sampling interval of 2 nm. Two-thirds of the samples were used for calibration (147) and the rest (72) was used to externally validate the model. The statistical analysis of the data was performed using the PLS toolbox v7.3.1 (Eigenvector Technologies, Manson, USA) working under Matlab R2014a (The MathWorks, MA, Natick, USA).

Results

Very high correlations were obtained between the chemical and the spectral data. The coefficients of determination achieved were 0.90, 0.83 and 0.78 for calibration, cross-validation and external validation respectively. Moreover, the standard errors of the models were lower than the standard deviation of the samples, ranging from 0.93 to 1.60.

Conclusion

The results obtained in this study demonstrate that NIR spectroscopy is a technique able to accurately predict the TPHEN of lyophilized samples of potatoes.

Acknowledgments

The funding of this work has been covered by The Public University of Navarre through the concession of a predoctoral research grant and Food Research and Technology (INIA-Spain) project: RTA 2011-00018-C03-03.

References

- [1] Giusti, M. M., Polit, M. F., Ayvaz, H., Tay, D., Manrique, I. 2014. Characterization and quantitation of anthocyanins and other phenolics in native Andean potatoes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 62 (19), 4408–4416.
- [2] Ezekiel, R., Singh, N., Sharma, S., Kaur, A. 2013. Beneficial phytochemicals in potato-a review. *Food Research International* 50(2), 487-496.
- [3] Davies, A. M. C., Grant, A. 1987. Review: Near infra-red analysis of food. *Int.J. FoodSci. Tech* 22(3), 191-207.
- [4] López, A., Arazuri, S., García, I., Mangado, J., Jarén, C. (2013). A review of the application of near-infrared spectroscopy for the analysis of potatoes. *Journal of agricultural and food chemistry* 61(23), 5413-5424.
- [5] López, A., Jarén, C., Arazuri, S., Mangado, J., Tierno, R., Riga, P., Ruiz de Galarreta, J. I. 2014. Estimation of the total phenolic content in potatoes by NIRS. *International Conference of Agricultural Engineering, AgEng 2014 Zurich* 6-10 July.

Identificación y cuantificación del contenido de carotenoides en una población *Solanum tuberosum* Grupo Phureja cocida

Díaz, W.S.¹; Piñeros, C.¹ y Mosquera, T.¹

¹ Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agrarias, Bogotá, Colombia. E-mail: tmosquerav@unal.edu.co

Introducción

El contenido de carotenoides presentes en los tubérculos de papa, es un rasgo de interés para los programas de mejoramiento; a su papel en relación a la salud humana y su como antioxidantes biológicos.

Objetivo

El objetivo principal de esta investigación fue identificar y cuantificar el contenido de carotenoides presentes en una población natural de *Solanum tuberosum* Grupo Phureja y analizar cómo se ven afectados los contenidos de carotenoides por procesos de cocción.

Materiales y Metodos

La población de *S. phureja* consta de 110 genotipos y se constituye en la colección de trabajo del Programa de Mejoramiento Genético de la Universidad Nacional de Colombia. El análisis se realizó sobre tubérculos cocidos, los que fueron previamente lavados con agua destilada y sometidos a inmersión de 10 minutos en 0,25N de HCl. El método de extracción utilizado para este estudio fue el protocolo de análisis de carotenoides para muestras liofilizadas validado por el CIP[1]. La cuantificación de la carotenoides se realizó por medio de la técnica de HPLC, utilizando la columna Acquity UPLC® BEH Shield RP18 1,7μ 2,1 x 150 mm y como fases móviles acetato de etilo y acetonitrilo [2]. Con el propósito de identificar los carotenoides presentes en la accesiones trabajadas en el estudio, se realizó un análisis combinado de los tiempos de retención de la cromatografía de estándares puros de los principales carotenoides presentes en papa reportados por literatura [3] y el espectro de absorción visible obtenidos por el detector de arreglo de diodos (DAD). La cuantificación fue realizada por medio de curvas de calibración con estándares comerciales.

Resultados

Se puede observar que los principales carotenoides que se identificaron en las accesiones analizadas fueron violaxantina, anteroxantina, zeaxantina, luteína y β-caroteno; encontrándose variabilidad en la concentración de carotenoides individuales lo que

es explicado por variabilidad fenotípica de la población, reflejada principalmente en el color de piel y de pulpa. El proceso de cocción afectó las cantidades de violaxantina y anteroxantina a niveles en los cuales en varios genotipos no pudieron ser detectados por la técnica de HPLC; por el contrario se encontró que las cantidades de luteína y zeaxantina son menos afectadas por los procesos de cocción, ellas estuvieron presentes en la mayoría de las accesiones trabajadas. La zeaxantina fue el carotenoide que se presentó en mayor concentración (alrededor de 134,37 μg 100 g⁻¹ peso fresco); asimismo se evidenció que únicamente algunos genotipos presentaron β-caroteno, en bajas concentraciones (0,41μg 100 g⁻¹ peso fresco). Esto debido a que en la vía metabólica de los carotenoides la zeaxantina se forma a partir de la doble hidroxilación del β-caroteno lo que sugiere que genotipos ricos en zeaxantina, presentan concentraciones bajas de β-caroteno. Podemos concluir que varios genotipos presentes en la población podrían ser utilizados en programas de mejoramiento para el desarrollo de variedades con valor nutricional debido a su alto contenido de zeaxantina y luteína; los cuales son carotenoides que han sido reportados como antioxidantes y son un factor clave en la disminución de enfermedades cardiacas y cáncer [4].

Agradecimientos

Los autores agradecemos al International Development Research Centre y al Department of Foreign Affairs, Trade and Development del Canadá por la financiación de este proyecto y al Ministerio del Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial por el acceso a los recursos genéticos a través del Contrato No. 53.

Referencias bibliográficas

- [1] Burgos, G., E. Salas, W. Amoros, M. Auqui, L. Muñoa, M. Kimura y M. Bonierbale. 2009. Total and individual carotenoid profiles in *Solanum phureja* of cultivated potatoes: I. Concentrations and relationships as determined by spectrophotometry and HPLC. *Journal of Food Composition and Analysis* 22, 503-508.
- [2] Hejtmankova, K., Z. Kotíková, K. Kamouz, V. Pivec, J. Vacek y J. Lachman. 2013. Influence of flesh colour, year and growing area on carotenoid and anthocyanin content in potato tubers. *Journal of Food Composition and Analysis* 32, 20-27.
- [3] Burmeister, A., S. Bondiek, L. Apel, C. Kühne, S. Hillebrand y P. Fleischmann. 2011. Comparison of carotenoid and anthocyanin profiles of raw and boiled *Solanum tuberosum* and *Solanum Phureja* tubers. *Journal of Food Composition and Analysis* 24, 865-872.
- [4] Burgos, G., W. Amoros, E. Salas, L. Muñoa, P. Sosa, C. Díaz y M. Bonierbale. 2012. Carotenoid concentrations of native Andean potatoes as affected by cooking. *Food Chemistry* 133, 1131-1137.

ENFERMEDADES Y PLAGAS

Presentaciones
Orales y Posters

Presencia y actividad de vuelo de áfidos vectores de virus de la papa (PVY y PLRV) en Valles Andinos de la provincia de San Juan, Argentina

Ortego, Jaime¹; Mazzitelli, Emilia²; Estrada, María³;

Tornello, Simón⁴; Fernández, Teresa⁵

¹ INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria)

EEA Mendoza. E-mail: ortego.jaime@inta.gob.ar

² INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) EEA Junín

³ INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) EEA Mendoza

⁴ INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) AER Calingasta

⁵ INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) AER Iglesia, San Juan

Introducción

Con el objetivo de desarrollar y preservar una nueva área diferenciada para la producción de papa semilla, el INTA y el Gobierno de la provincia argentina de San Juan celebraron un convenio para la ejecución de un proyecto de investigación y extensión en los Valles Andinos, una cadena de pequeños oasis ubicada de norte a sur a 2000 msnm. Uno de los principales problemas sanitarios de la producción de papa son los virus PVY y PLRV, transmitidos por pulgones de manera no persistente y persistente respectivamente [4]. En la Argentina se conoce la existencia de 30 especies de vectores de las 47 citadas en el mundo [3].

Objetivos

Determinar las especies de áfidos vectores de PVY y PLRV presentes en los Valles Andinos de San Juan y su actividad de vuelo como base para el conocimiento de la epidemiología de estas virosis de la papa y la toma de decisiones para el manejo sanitario de los cultivos.

Materiales y Métodos

El área estudiada comprende valles entre la pre cordillera y los Andes en los departamentos Calingasta e Iglesia, en la provincia de San Juan. Las precipitaciones anuales no llegan a 80 mm y posee una considerable amplitud térmica anual y diaria. Para el monitoreo de la actividad de pulgones se colocó una trampa amarilla de agua (TAA) [1] en la localidad de Bella Vista, Iglesia y otra en la localidad de Tamberías, Calingasta. Las dimensiones de las TAA fueron 60 cm de lado y 12 cm de profundidad con el fondo ubicado a 60 cm del nivel del suelo. Se llenaron con agua más unas gotas de detergente y se colectaron dos veces por semana entre noviembre y abril en 2012-13 y 2013-14. Se conservaron las colectas en etanol 70% hasta su lectura en laboratorio. Además se realizaron observaciones y colectas sobre plantas hospedantes.

Resultados

Se detectó la presencia de 22 especies de pulgones en Calingasta y 19 en Iglesia. De estas, 11 y 8 respectivamente han sido señaladas como vectores de PVY o PLRV o ambos [3]. Las especies más numerosas en TAA fueron *Brevicoryne brassicae* en Iglesia y *Myzus persicae* en Calingasta. En ambas localidades la mayor actividad de vuelo se registró a partir de las primeras semanas de marzo por lo que es recomendable comenzar las siembras a fines de noviembre para poder obtener rendimientos rentables con destrucción del follaje a principios de marzo. Se continúa el monitoreo a los efectos de establecer fechas más consistentes.

Conclusiones

La cantidad de especies de vectores halladas, un 30% de los vectores presentes en la Argentina [3], resulta ser relativamente baja con respecto a otras áreas [2]. La actividad de vuelo de vectores se mantuvo durante todo el ciclo en niveles medios, por lo que es necesario continuar e intensificar los monitoreos en diferentes sectores del área.

Referencias bibliográficas

- [1] Moericke, V. 1951. Eine Farbfalle zur Kontrolle des fluges von Blattläusen, insbesondere der Pfirsichblattlaus. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzdienst Berlin 3:23-24.
- [2] Ortego, J. 1991. Presencia y actividad de áfidos vectores de PVY en dos localidades productoras de tubérculos semilla de papa en Malargüe, Mendoza, Argentina. Revista Latinoamericana de la papa. 4: 86-102.
- [3] Ortego, J. & Mier, Durante, M.P. 2010. Distribución territorial de los áfidos vectores de Potato Virus Y (PVY) y Potato leaf roll virus (PLRV) en la Argentina. En: XXIV Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa (ALAP), Cusco (Perú), 23-28 de mayo de 2010. Recuperado en: 11/08/2013.
- [4] Salazar, L. F. 1982. Enfermedades virales de la papa. Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú. 111 p.

Herramienta de apoyo a la toma de decisiones para el manejo del tizón tardío diseñada para el uso de agricultores de subsistencia

Pérez, W.¹; Orrego¹, R.; Ortiz, O.¹; Forbes, G.A.² y J. Andrade-Piedra³.

¹ Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú. E-mail: w.perez@cgiar.org.

² Centro Internacional de la Papa. Beijing, China.

³ Centro Internacional de la Papa. Quito, Ecuador.

Introducción

En los países industrializados, se han desarrollado Sistemas de Apoyo a la Toma de Decisiones para ayudar a los agricultores a lograr un adecuado manejo químico del tizón tardío (TT) de la papa. Estos sistemas han sido desarrollados en regiones temperadas muy diferentes a las regiones tropicales/subtropicales [1], donde los agricultores no tienen los recursos o infraestructura necesaria para el funcionamiento de estos sistemas [3]. En este contexto, CIP ha desarrollado módulos de capacitación y de apoyo a la toma de decisiones para fortalecer las competencias de los agricultores para el manejo del TT [2].

Objetivo

Desarrollar y evaluar una herramienta simple de apoyo a la toma de decisiones para el manejo del TT como complemento a la capacitación ofrecida por CIP.

Materiales y Métodos

Se diseñaron tres herramientas de apoyo a la toma de decisiones de acuerdo a los valores de susceptibilidad de la papa [4]: verde para variedades con valores de 0 a 2 (resistentes), amarillo para variedades con valores de 3 a 5 (moderadamente resistentes) y rojo para variedades con valores en la escala mayores a 6 (susceptibles). Cada herramienta tiene tres círculos concéntricos, el primer círculo exterior representa a las condiciones climáticas propicias para la enfermedad, el círculo intermedio representa al tiempo transcurrido desde la última aplicación de un fungicida y el círculo interno representa la sumatoria de los factores predeterminados para cada factor. La combinación de los factores indica tres posibilidades: 1) no aplicar, 2) aplicar un fungicida de contacto y 3) aplicar un fungicida sistémico. Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar con tres repeticiones y se calculó el rAUDPC (Área relativa bajo la curva del progreso de la enfermedad) y el coeficiente de Impacto ambiental (IA) para el manejo del TT propuesto por el agricultor y el manejo sugerido según las indicaciones dadas por las herramientas propuestas. Se realizaron

experimentos en tres campañas agrícolas en una zona endémica para la enfermedad en los Andes Peruanos.

Resultados

La utilidad de las tres herramientas de apoyo fue demostrada en términos de rAUDPC y valores de IA. El número de aplicaciones de fungicidas disminuyó con el uso de estas herramientas o fue similar al número de aplicaciones usadas por el agricultor. La gran diferencia entre ambos tratamientos fueron los valores más bajos de IA obtenidos con el uso de estas herramientas.

Conclusiones

Las herramientas diseñadas demostraron su utilidad como apoyo en la toma de decisiones para el manejo de TT con agricultores de subsistencia. Deben realizarse experimentos comparativos con otros sistemas de apoyo para validar los resultados.

Referencias bibliográficas

- [1] Batista, D. C., Lima, M. A., Haddad, F., Maffia, L. A., and Mizubuti, E. S. G. 2006. Validation of decision support systems for tomato early blight and potato late blight, under Brazilian conditions. *Crop Protection* 25:664–670.
- [2] Cáceres, P. A., Pumisacho, M., Forbes, G. A., and Andrade-Piedra, J. L. 2008. Learning to control potato late blight: A facilitator's guide. Available at: <http://www.cipotato.org/publications/pdf/004358.pdf>.
- [3] Fry, W. E., Forbes, G. A., and Shtienberg, D. 2009. Late blight simulation and forecasting: Bells and whistles or real tools for researchers and farmers? *Acta Horticulturae (ISHS)* 834:69–78.
- [4] Yuen, J. E., and Forbes, G. A. 2009. Estimating the level of susceptibility to *Phytophthora infestans* in potato genotypes. *Phytopathology* 99:783–786.

Caracterización de la diversidad genética de *Phytophthora infestans* en España

Alor, Nestor¹; Magne, Jury¹; Rios, Domingo²;

Ruiz de Galarreta, José Ignacio¹

¹ Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario. NEIKER-Tecnalia. España.

² Centro de la Conservación de la Biodiversidad Agrícola de

Tenerife. España. E-mail: domingor@tenerife.es

Introducción

En los últimos años se han detectado en Europa grandes cambios en las poblaciones de *Phytophthora infestans*, reflejando una mayor virulencia y agresividad. En España no hay constancia de estudios previos de la variabilidad genética existente del patógeno. Por ello se ha planteado este trabajo de caracterización genética de un conjunto de aislados prospectados en las principales áreas de cultivo españolas.

Objetivo

Identificación mediante técnicas moleculares del tipo de apareamiento (A1 y A2), haplotipos mitocondriales (mtDNA) y caracterización genética mediante microsatélites (SSR) de aislados de *P. infestans* españoles.

Materiales y Métodos

Se recolectaron un total de 52 aislados de *P. infestans* en 8 zonas principales de cultivo de patata en España. Para la identificación de los tipos de apareamiento se aplicó la técnica PCR con los cebadores específicos *S1A* y *S1B* [1], *PHYB-1* y *PHYB-2* [4] y los marcadores *CAPSW16-1* y *W16-2* [3]. Los haplotipos mitocondriales se determinaron por la técnica PCR-RFLP amplificando las regiones P1 (1118 pb), P2 (1070 pb), P3 (1308 pb) y P4 (964 pb) con cebadores específicos, tras digestión con los enzimas de restricción *CfoI*, *MspI*, para F1-R1 y F2-R2, y *EcoRI* para F3-R3 y F4-R4 [1]. En la caracterización genética por microsatélites SSRs se emplearon 12 iniciadores específicos [5].

Resultados

Se han identificado los dos tipos de apareamiento en el conjunto de los aislados con un 42,3% para A1 y 57,7% del tipo A2. Asimismo, con los haplotipos mitocondriales se ha encontrado la presencia del tipo Ia, Ib, IIa y IIb para los amplicones F1R1, Ia y Ib para F2R2, y Ia, Ib, IIa y IIb para F3R3 y F4R4. De la caracterización genética con SSRs se ha detectado una gran variabilidad,

identificando dos variantes nuevas, entre otras, producto posiblemente de la recombinación sexual entre razas A1 y A2.

Conclusiones

Este es el primer trabajo de identificación molecular de tipos A1 y A2 en aislados de *P. infestans* en España. La caracterización genética mediante SSRs ha detectado variantes nuevas derivadas de recombinación sexual lo que implicaría un cambio importante en la epidemiología del patógeno en este país.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el INIA (RTA2011-00018-C03-01) y el Gobierno Vasco. Agradecemos al Dr. David Cooke del James Hutton Institute, Invergowrie, UK., por la realización del análisis microsatélites.

Referencias bibliográficas

- [1] Griffith, G.W., and Shaw, D.S. 1998. Polymorphisms in *Phytophthora infestans*: four mitochondrial haplotypes are detected after PCR amplification of DNA from pure cultures or from host lesions. *AppliedEnvMicrobiol*4:4007-4014.
- [2] Judelson, H.S. 1996. Chromosomal heteromorphism linked to the mating type locus of the oomycete *Phytophthora infestans*. *Mol Gene Genet.* 252: 155-61.
- [3] Judelson, H.S., Spilman, L.J. & Shattock, R.C. 1995. Genetic mapping and non-Mendelian segregation of mating type loci in the oomycete *Phytophthora infestans*. *Genetics.* 141: 503-512.
- [4] Kim, K.J. & Lee, Y.S. 2002. Genetic DNA Marker for A2 mating type in *Phytophthora infestans*. *J. Microbiol.* 40: 254-259.
- [5] Lees AK, Wattier R., Sullivan L, Williams NA, Cooke DEL 2006. Novel microsatellite markers for the analysis of *Phytophthora infestans* populations. *Plant Pathol* 55: 311-9.

Tratamiento de postcosecha para la eliminación de la Polilla Gutemalteca de la papa (*Tecia solanivora*)

Lobo, M^a. Gloria¹; Cabrera, Raimundo²; Perera

Santiago³; Bentabol, Antonio³; Ríos, Domingo³

¹ Laboratorio de Postcosecha y Tecnología de los alimentos, ICIA., Tenerife, Islas Canarias, España

² Departamento de Biología Vegetal, Universidad de La Laguna, Tenerife, Islas Canarias, España.

³ Servicio de Agricultura y Desarrollo Rural, Cabildo de Tenerife, Islas Canarias, España. E-mail: domingor@tenerife.es

Introducción

Tecia solanivora (polilla guatemalteca) es un organismo de cuarentena considerada como una de las plagas responsable de las más importantes pérdidas económicas en el cultivo y almacenamiento de la papa en Centroamérica y Sudamérica. Su presencia, fue determinada por primera vez en Guatemala en 1956 y debido a la circulación para consumo o siembra, se extendió a Costa Rica, Venezuela, Colombia y Ecuador. Esta polilla alcanzó Tenerife (Islas Canarias, España) en 1999, cuando probablemente las papas se introdujeron ilegalmente desde de Venezuela [1]. Los transportes comerciales de papas entre países, así como el interés por nuevas variedades, y la gran capacidad de adaptación de los insectos a diferentes condiciones agroecológicas, originan graves riesgos a otros países productores. Como no existe un producto o práctica cultural registrada para erradicar la plaga en campo, la aplicación de un tratamiento post-cosecha para erradicar el insecto en cualquier etapa en el almacenamiento y la comercialización se convierte en indispensable.

Objetivos

-Determinar la eficacia de un tratamiento postcosecha para papa de consumo y semilla.

-Que el tratamiento aplicado no afecte a la calidad agronómica y organoléptica

Materiales y Métodos

Tratamientos preliminares con microondas, tratamientos de frío y/o calor, y atmósferas controladas se llevaron a cabo en papas infestadas con el fin de desarrollar un tratamiento de cuarentena. Inicialmente las atmósferas ricas en CO₂ parecieron ser muy eficaces en el control sin afectar a la calidad de las papas [2]. Por este motivo, se inició un experimento con diferentes concentraciones de CO₂ (10-30%) y diferentes tiempos de exposición (1-10 días), que se aplicaron en papas infestadas con huevos, larvas, pupas y

adultos en laboratorio. Se evaluó además la calidad organoléptica, y la germinación de los tubérculos-semilla

Resultados

Los adultos fueron muy sensibles al tratamiento con CO₂ en las papas, muriendo rápidamente, incluso con tratamientos de concentraciones bajas y cortos periodos de exposición. Las pupas son más resistentes y se requieren al menos 10 días de exposición al CO₂. Una atmósfera de 30% de CO₂, con un 20% de O₂ y un 50% N₂, durante 10 días, se puede considerar un tratamiento de cuarentena porque ningún insecto en cualquier etapa de desarrollo, sobrevivió. El tratamiento no afectó a la calidad organoléptica, ni a la germinación de los tubérculos-semilla.

Conclusión

El tratamiento con CO₂ tiene una alta eficacia en la erradicación en postcosecha de la polilla guatemalteca, sin afectar a sus propiedades organolépticas y agronómicas.

Agradecimientos

A la INIA por la financiación del proyecto RTA 2011-00125

Referencias bibliográficas

- [1] Ríos Mesa, D. 2012. La polilla guatemalteca de la papa (*Tecia solanivora*) en Tenerife (2012). Información Técnica. Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo Insular de Tenerife.
- [2] Perera González, S. D., Trujillo García, E.; Lobo Rodrigo, G. (2); Ríos Mesa, D.; Bentabol Manzanares, A. 2011. Evaluación de la aplicación de atmósfera controlada para el saneamiento de tubérculos de papas afectadas por polilla guatemalteca de la papa (*Tecia solanivora*). Información Técnica. Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo Insular de Tenerife.

Principales nematodos fitófagos asociados con papa (*Solanum tuberosum*) en el noroeste de Argentina

Lax, Paola¹; Andrade, Alberto J.²; Rondan Dueñas, Juan C.³; Dambrosi, Orsini María N.¹; Velásquez, Berta⁴; Doucet, Marcelo E.¹

¹ IDEA (CONICET-UNC) y CZA, FCEfN, Universidad Nacional del Córdoba, Córdoba, Argentina. E-mail: plax@efn.uncor.edu

² INTA EEA Abra Pampa, Jujuy, Argentina

³ CEPROCOR, Córdoba, Argentina

⁴ FCA, UNJu, Jujuy, Argentina

Introducción

La papa en el noroeste argentino y, en particular en Jujuy y Salta, es un cultivo hortícola importante para los sistemas productivos locales; aporta sustantivamente a la economía familiar y a la preservación de la variabilidad genética del grupo andígena de *Solanum tuberosum*.

Nacobbus aberrans y especies de los géneros *Meloidogyne* y *Globodera* se encuentran entre los 10 nematodos fitófagos de mayor importancia económica a nivel mundial [1]. En el país, la vinculación de estos parásitos con el cultivo en la zona andina es, por el momento, poco conocida.

Objetivo

El objetivo fue recabar información sobre la distribución de los principales nematodos asociados con papa en las provincias de Salta y Jujuy.

Materiales y Métodos

Durante el 2004-2013 se analizaron 155 muestras provenientes de 38 localidades y correspondientes a 35 variedades. Para detectar la presencia de los nematodos, se utilizó el método de la bolsa cerrada [2] y la técnica propuesta por Costilla [3]. Para definir la distribución de los patógenos y sus hospedadores se tuvo en cuenta información correspondiente a las campañas 2004-2005 previamente publicada [4, 5] y la obtenida en este trabajo.

Resultados

En el 79% de las localidades se detectó alguno de los nematodos fitófagos mencionados. Los tres patógenos estuvieron simultáneamente en el 16% de los sitios muestreados. La especie *N. aberrans* fue la de mayor dispersión (presente en el 71% de las localidades) y se caracterizó por un amplio rango de hospedadores (86% de las variedades analizadas). El género *Meloidogyne* se encontró en el

50% de los sitios y el 37% de las variedades mostró ser susceptible. Por su parte, *Globodera* sp. estuvo presente en el 21% de las localidades y fue hallado en el 12% de las variedades. El 17% de las variedades fue parasitada por los tres nematodos.

Conclusiones

Se destaca la amplia dispersión y rango de hospedadores de *N. aberrans*. Por otro lado, la detección de los nematodos, incluso en una misma localidad, representa un serio riesgo de parasitosis en la región, dado su elevado potencial reproductivo y de diseminación cuando el tubérculo es utilizado como semilla.

Agradecimientos

CONICET, FONCyT y SECyT (UNC).

Referencias bibliográficas

- [1] Jones, J. T., A. Haegeman, E. G. Danchin, H. S. Gaur, J. Helder, M. G. Jones, T. Kikuchi, R. Manzanilla-López, J. E. Palomares-Rius, W. M. Wesemael and R. N. Perry. 2013. Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*. DOI: 10.1111/mpp.12057.
- [2] Ortuño, N., R. Oros, G. Main, J. Franco. 1996. Detección de nematodos por el método de la bolsa cerrada. Serie Ficha Técnica 2/96.
- [3] Costilla, M. A. 1985. Un método rápido para la extracción y observación de estados juveniles de *Nacobbus aberrans* en tubérculos de papa. *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán* 62 (2), 163-170.
- [4] Lax, P., M. E. Doucet, C. Gallardo, S. Muruaga de L'Argentier and H. Vilte, 2006. Plant-parasitic nematodes detected in Andean tubers from Argentina and Bolivia. *Nematologi Brasileira* 30 (2), 195-201.
- [5] Lax, P., M. E. Doucet, C. Gallardo, S. Muruaga de L'Argentier and R. Bautista. 2008. Presence of soil nematodes in Andean tubers. *Nematropica* 38 (1), 87-94.

Caracterización bioquímica y molecular de *Ralstonia solanacearum* causante de la marchitez bacteriana en papa en Costa Rica

Ramírez-Coché, José¹; Brenes-Angulo, Arturo¹; Gómez-Alpizar, Luis¹

¹ Laboratorio de Biotecnología de Plantas, Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. E-mail: jose.ramirezcoche@ucr.ac.cr

Introducción

La marchitez bacteriana de la papa causada por *Ralstonia solanacearum* (Smith 1896) Yabuuchi *et al.* (1995), también conocida como pudrición parda, persiste como una seria amenaza a la producción de la papa (*Solanum tuberosum*) a nivel mundial. En Costa Rica, la enfermedad fue reportada por primera vez en 1948 [1], cuando causó serios daños en el cultivo de la papa. A partir de los 80's, no se registraron casos de la enfermedad en la zona norte de Cartago, área de mayor producción de papa, posiblemente debido a la implementación de semilla de papa certificada y al uso de variedades tolerantes [2]. Sin embargo, recientemente, han ocurrido brotes de la enfermedad en Zarcero, otra región importante en la producción de papa y en pequeñas áreas de Cartago. Se ha especulado como posibles causas el uso de nuevas variedades susceptibles (ej. Floresta), la presencia de nuevas cepas, el cambio climático, o una combinación.

Objetivo

Caracterizar las cepas de *Ralstonia solanacearum* presentes en las dos principales regiones productoras de papa de Costa Rica mediante técnicas moleculares y bioquímicas.

Materiales y Métodos

La bacteria se aisló en medio de cultivo con cloruro de trifetil-tetrazolium (TTZ) a partir de tubérculos y tallos de plantas sintomáticas recolectadas en campo. La extracción del ADN se realizó con el método de lisis térmica. Los aislamientos se caracterizaron mediante la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) con imprimadores especie-específicos (Ps1-Ps2 y 759-760) [3], PCR múltiple para filotipos [4], PCR y secuenciación de un fragmento del gen de la endoglucanasa (*egl*) con imprimadores EndoF-EndoR [5] para secuevares y PCR con imprimadores específicos (630-631) [5] para Raza 3 y biovar 2 (R3bv2). También se determinó los biovares a que pertenecen las cepas según la metodología descrita por Hayward y modificada por Huang *et al.* [6].

Resultados

Se estableció una colección de 23 aislamientos, 16 de Zarcero y 7 de Cartago. Para todas las cepas costarricenses se obtuvo el producto de PCR esperado con los imprimadores Ps1-Ps2 (550 pb) y 759-760 (280 pb) por lo que las cepas aisladas corresponden a *R. solanacearum*. El PCR múltiple indicó que los aislamientos pertenecen al filotipo II. La comparación de la secuencia del gen *egl* de las cepas costarricenses con las depositadas en el GenBank reveló una homología del 100% con las secuencias asociadas a aislamientos identificados como del secuevar 1 (accesión DQ657596, cepa UW551). El análisis filogenético (gen *egl*) confirmó que los aislamientos son filotipo II, secuevar 1. También se obtuvo una reacción de PCR positiva con los imprimadores específicos para R3bv2. En la prueba bioquímica, sin embargo, las cepas correspondieron a bv1, bv2A y bv5.

Conclusiones

Las cepas aisladas corresponden a *R. solanacearum*, al filotipo II y secuevar 1. 22 de los aislamientos pertenecen a la R3bv2, según técnica molecular, pero existe variabilidad en la prueba de biovares.

Referencias bibliográficas

- [1] Casseres, E. H. 1948. Bacterias causan la "Maya" de los papales; indicaciones para combatir el mal. Suelo Tico 1(2):87-90. [Bacteria cause the "Wilt" of potato crops, indications to fight the evil].
- [2] Cartín, J. M. y A. Wang. 1997. Aislamiento de agentes supresores a *Pseudomonas solanacearum* E.F. Smith, en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Agronomía Mesoamericana 8(2):54-58. [Isolation of suppressing agents of *Pseudomonas solanacearum* E. F. Smith, in tomato (*Lycopersicon esculentum*)]. causing two potato diseases: Maya (Wilt) (*Pseudomonas solanacearum*) and softrot (*Bacterium carotovorum*)].
- [3] Pastrok, K. y E. Maiss. 2000. Detection of *Ralstonia solanacearum* in potato tubers by polymerase chain reaction. Journal Phytopathology 148: 619-626.
- [4] Fegan, M. y P. Prior. 2005. How complex is the "*Ralstonia solanacearum* species complex?". In: Allen, C., Prior, P., Hayward AC (eds). Bacterial wilt disease and the *Ralstonia solanacearum* species complex. APS Press, St. Paul, pp 449-461.
- [5] Fegan, M., G. Holoway, A. C. Hayward y J. Timmis. 1998. Development of a diagnostic test based on the polymerase chain reaction (PCR) to identify strains of *R. solanacearum* exhibiting the biovar2 genotype. pp. 34-43. In: Prior, P. H.; Allen, C. y Elphinstone (eds). Bacterial wilt disease: molecular and ecological aspects. J. G. Springer-Verlag.
- [6] Huang, Q., X. Yan y J-F. Wang. 2012. Improved biovar test for *Ralstonia solanacearum*. Journal of Microbiological Methods 88, 271-274.

Diseño y desarrollo de un aplicativo móvil para la detección y manejo de insectos-plaga y enfermedades en el cultivo de la papa en Colombia

Barreto, Nancy¹; Español, Janet¹; Tami, Lina¹; Gómez, Verónica¹; Sierra, Elsi¹; Espinosa, Edna¹.

¹ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – Corpoica.

Centro de Investigación Tibaitatá. Mosquera, Cundinamarca.

E-mail: nbarreto@corpoica.org.co.

Introducción

Según el acuerdo de Competitividad de la Cadena Agroalimentaria de la papa en Colombia, el cultivo de la papa es el producto de origen agrícola que posee la mayor demanda de fungicidas e insecticidas y la segunda de fertilizantes químicos, después del café (Cadena de la papa, 2010) [1], los que representan el 41.2% de los costos de producción [2]. El desconocimiento técnico de los problemas fitosanitarios y su manejo inadecuado conlleva usualmente a la aplicación de mezclas y sobredosis de plaguicidas, sin tener en cuenta las prácticas que deben estar enmarcadas dentro de un plan de manejo integrado del cultivo (MADR 2005) [2]. Corpoica en su rol de Motor, Actor y Soporte del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria y del Subsistema de Asistencia Técnica Agropecuaria, debe velar por la articulación real entre la investigación, el desarrollo tecnológico y la producción agropecuaria. A través del uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en el sector agropecuario como dispositivos móviles en campo, se abren nuevas posibilidades de comunicación entre asistentes técnicos, agricultores y la comunidad científica en tiempo real, con bajos costos, sin limitaciones de desplazamientos ni ubicación geográfica, para dar solución a los principales problemas fitosanitarios que se presentan en los cultivos agrícolas, facilitando de esta manera la toma de decisiones dirigida hacia la identificación del agente causal y la implementación de un manejo racional que no afecte el entorno.

Objetivos

Desarrollar una aplicación (APP móvil) para instalar en Smartphones con acceso offline, para orientar al asistente técnico en la identificación, prevención, manejo y control de insectos-plaga y enfermedades en el cultivo de la papa.

Materiales y Métodos

La metodología utilizada para el diseño e implementación del aplicativo fue el desarrollo rápido de aplicaciones RAD que da prioridad a la elaboración de un prototipo funcional de una

aplicación para luego realizarle las mejoras incluyendo más funcionalidades y complejidad. Los pasos fueron: planificación de los requisitos, diseño, construcción, implementación y pruebas de la aplicación.

Resultados

La aplicación permite la presentación de la información a partir de datos básicos como: cultivo agrícola, etapa del ciclo fenológico y parte de la planta afectada. Una vez seleccionada esta información, se despliega una lista de organismos clasificados como insectos-plaga y enfermedades que pueden ser los posibles causantes del daño; cada uno de ellos con una imagen representativa, junto con la característica principal y la posibilidad de seleccionar el organismo para tener una visión más detallada (ficha técnica) que incluye nombre común y científico, biología, ecología, estrategias de manejo integrado y organismos benéficos.

Conclusiones

Este aplicativo constituye una herramienta útil de acceso inmediato para el reconocimiento de problemas fitosanitarios y la toma de decisiones para su manejo integrado.

Referencias bibliográficas

- [1] Acuerdo de Competitividad de la Cadena Agroalimentaria de la papa en Colombia, 2010.
- [2] Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - Observatorio Agrocadenas Colombia. Documento de Trabajo No. 54: La Cadena de la Papa en Colombia Una Mirada Global de su Estructura y Dinámica, 2005.

Efecto de la severidad del ataque de *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. en el rendimiento de diferentes genotipos de papa (*Solanum tuberosum* L.)

Santa, Juan D.¹, Alvarado, Gabriel ¹, Rodríguez, Luis E.²

¹ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.

E-mail: jsanta@corpoica.org.co

² Universidad Nacional de Colombia.

Introducción

El Oomycete *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary causante del tizón tardío, gota o añublo de la papa es la enfermedad más importante en el mundo [1, 2]. La papa en Colombia se cultiva entre los 2000 a 3500 msnm [3], donde se ha limitado la producción de papa debido a las condiciones climáticas favorables para la enfermedad y el uso de variedades susceptibles [4]. Normalmente para la cuantificación de la enfermedad es utilizada la escala de severidad del CIP [5], pero esta es ordinal y cualitativa impidiendo hacer afirmaciones basadas en análisis paramétricos [6].

Objetivos

Evaluar el efecto de la severidad del tizón tardío en seis cultivares de papa, evaluando cuantitativamente incidencia, severidad (mediante escala CIP y software), rendimiento y análisis económico de costos bajo tres escenarios de aplicación de fungicidas.

Materiales y Métodos

La investigación se realizó durante el segundo semestre de 2013 en el C.I Tibaitatá (Mosquera, Cundinamarca); se evaluó el efecto del ataque de la gota (*P. infestans*) en seis cultivares mejorados de papa bajo un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones y tres tratamientos (0, 6 y 12 aplicaciones de fungicidas de diferentes ingredientes activos en rotación). Se calculó el área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC) de la severidad medida con fotografía y software: "Compueye, leaf, and symptom área" como propuesta de medida cuantitativa de la enfermedad a través del tiempo.

Resultados

La respuesta en AUDPC fue para Clon 96, Pastusa Suprema, Rubí, Esmeralda, Ica Única y Diacol Capiro: 257, 286, 390, 422, 697 y 1852 % respectivamente. Se observó una dilación de la aparición de síntomas de la enfermedad en todos los genotipos menos Diacol Capiro, lo que demuestra la posible resistencia horizontal

de estos genotipos a *P. infestans*. Además se evaluó la incidencia, encontrando que la misma explica entre el 65 y el 85 % de la severidad, concluyendo que esta es la variable más práctica de cuantificación de la enfermedad. El rendimiento fue evaluado por categorías y fue afectado diferencialmente en todos los genotipos por el tizón; para las variedades Esmeralda, Rubí y Pastusa Suprema se obtuvo el mismo control de la enfermedad con un 50 % de aplicaciones convencionales con un ahorro en costos del 6%, los mayores rendimientos por categoría lo obtuvo la variedad Ica Única, mientras el mayor número de tubérculos fue para la variedad Rubí, estas dos variedades tuvieron la particularidad de llegar al estado 3,9 en la escala BBCH (90% cobertura vegetal) antes de floración.

Conclusiones

La cuantificación de la enfermedad fue mucho más precisa mediante el método de fotografía y software, convirtiéndose en un método más confiable para evaluar la susceptibilidad en campo.

Referencias bibliográficas

- [1] Orozco, L., L. Ramírez y J. Cotes. 2013. Evaluation of the Heritability of Resistance to *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary in a Population of *Solanum phureja* Juz et Buk. Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín 66(1): 6833-6843.
- [2] Vargas, A., L. Quesada, M. Céspedes, N. Carreño, A. González, A. Rojas, P. Zuluaga, K. Myers, W. Fry, P. Jiménez, A. Bernal and S. Restrepo. 2009. Characterization of *Phytophthora infestans* populations in Colombia: First report of the A2 mating type. Phytopathology 99(1): 82-88.
- [3] Núñez, C. 2011. Variedades Colombianas de papa. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de agronomía. 50 p.
- [4] Silva, B., J. Cotes y M. Marín. 2010. Population structure of *Phytophthora infestans* in potato crops from Antioquia, Boyacá, Cundinamarca, and Norte de Santander (Colombia). Agronomía Colombiana 28(3), 383-390.
- [5] Henfling, J. 1987. Late Blight of potato: *Phytophthora infestans*. Technical Information Bulletin 4. International Potato Center, Lima, Perú. 25 pp.
- [6] Cortina, H. y G. Alvarado, 1994. Análisis de campo provenientes de escalas de campo para seleccionar por resistencia incompleta- caso café-roya (*Hemileia vastatrix*). Fitopatología Colombiana. 18, 78-83.

Presencia del nematodo quiste de la papa *Globodera pallida* en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Cundinamarca y Nariño

Rojas, Diego¹; Carrión, Yamith.¹; Martínez, John.¹;

Aguilar, Camilo¹; Argüelles, Jorge¹; Pérez, Olga¹

¹ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica. E-mail: elnematodo@hotmail.es

Introducción

Globodera pallida es un nematodo fitoparásito que causa pérdidas en producción en el cultivo de papa, esta plaga también conocida como el nematodo quiste de la papa por la forma globosa de las hembras maduras que encapsulan sus huevos en su cuerpo al morir [4], causa daño en la raíz de la planta al penetrar en su tejido y alimentarse de ella lo que origina una deficiencia nutricional e hídrica que se expresa en clorosis y marchites de las hojas, bajo crecimiento o enanismo y proliferación de pequeñas raíces laterales lo que reduce el rendimiento en la producción [1]. En Colombia fue reportado por primera vez en el departamento de Nariño a inicios de la década de 1970, ante esta confirmación el departamento se declaró en cuarentena mediante la resolución 734 del ICA en 1971 que evitaba la movilización de papa infestada con el nematodo hacia otros departamentos la cual fue derogada en el 2004 mediante la resolución 001561 debido a falta de información relacionada con el problema [3].

Objetivo

Establecer la presencia de *Globodera pallida* en Colombia en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Cundinamarca y Nariño.

Materiales y Métodos

Se tomaron muestras de 200 g de suelo con un barreno de 5 cm de largo y 1 cm de diámetro en 313 fincas en 29 municipios estas muestras se procesaron por el método de Fenwick [2] para extracción de quiste de *Globodera* spp, se identificó la especie mediante el seguimiento del ciclo biológico y se realizó un mapa utilizando las coordenadas geográficas tomadas en cada punto de muestreo con un GPS Garmin E-Trek 10 donde se indica la presencia y el nivel de población en cada uno de los sitios muestreados.

Resultados

El nematodo quiste de la papa se encuentra presente en los cuatro departamentos en 28 de los 29 municipios muestreados, en 206 fincas de las 313 muestreadas con nivel de infestación bajo

en el 17,9%, moderado en el 35,9% y Alto en el 28,2% lo que indica que el transporte de semilla infestada desde el sur del país (Nariño), el mal uso de implementos y herramientas de arado y el desconocimiento de la plaga han dispersado el problema en los departamentos de Antioquia, Boyacá y Cundinamarca donde ya se encuentra establecido y tiene todas las condiciones ambientales favorables para su multiplicación, además la producción y uso de semilla certificada es limitada en el país, lo que hace que esta plaga emergente pueda ser de gran importancia en el futuro inmediato.

Referencias bibliográficas

- [1] Brown, E.B. (1969). Assessment of the damage caused to potatoes by potato cyst eelworm, *Heterodera rostochiensis* Woll. *Annals of Applied Biology* 63, 493-502.
- [2] Coyne, D.L., Nicol, J.M. and Claudius-Cole, B. 2007. Practical plant nematology: a field and laboratory guide. SP-IPM Secretariat, International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Cotonou, Benin.
- [3] Federación Colombiana de productores de papa. Fedepapa. (2012). Nematodo dorado presente. Revista papa No. 26 Diciembre 2012. Bogotá, D.C. Colombia. pp. 33-36.
- [4] Franco, J., Oros, R., Main, G. and Ortuño, N. (1998). Potato cyst nematodes (*Globodera* species) in South America. In: Marks, R.J. and Brodie, B.B (eds) *Potato Cyst Nematodes: Biology, Distribution and Control*. CAB International, Wallingford, UK, pp. 239-269.

Efecto de la presencia de nematodo quiste de la papa (*Globodera* spp.) en papa criolla (*Solanum phureja*) Var. Colombia

Gómez, Rafael¹ y González, Milthon²

¹ I.A. Subdirector de Producción -Compañía Agrícola de la sabana S.A.S.

² I.A. Agricultor – Consultor FAO. E-mail: milthoneduardo@hotmail.com

Introducción

Los nematodos quiste de la papa *Globodera pallida* y *G. rostochiensis* son parásitos de raíz, que causan pérdidas directas que oscilan entre 30 y 70 % en cultivos de papa [1], Según [2], cuando un suelo se infesta es prácticamente imposible eliminarlos. En Colombia existe poca información sobre su incidencia en lotes comerciales, aunque hay reportes para los departamentos de Nariño y Cauca [3], pero su presencia ha sido registrada en diferentes zonas de Cundinamarca lo cual revela su expansión.

Objetivo. Determinar el efecto de la presencia de nematodos quiste de la papa *Globodera* spp. Sobre un cultivo comercial de papa criolla *Solanum phureja* Var. Colombia.

Materiales y Métodos

El muestreo se realizó en un lote próximo a cosecha, naturalmente infestado por nematodos, en transectos lineales de 5 plantas. Se describió y caracterizó la sintomatología aérea de las plantas infectadas por nematodos y se relacionó con la población de los mismos expresada como quistes /gr de suelo y su respectiva viabilidad. Para ello se realizó análisis sitio por sitio contrastando los resultados con el rendimiento a cosecha. El análisis de laboratorio se efectuó en el ICA ubicado en el C.I.Tibaitatá.

Resultados

Las plantas infectadas por nematodos quiste, presentaron menor crecimiento (enanismo), con hojas pequeñas y cloróticas, colores purpuras y tubérculos pequeños. Se encontró un peso promedio de tubérculos en fresco de 216 gr por sitio infestado a diferencia de 877 gr para los sitios asintomáticos; lo cual equivale a una reducción del 75%, corroborando los reportados por [1] y [2]. En los diagramas de dispersión se observó que en las muestras de sitios infestados, el peso de los tubérculos estuvo por debajo de 300 gr con más de 500 quistes por 100 gr de suelo seco, a diferencia de los sitios asintomáticos donde el peso de tubérculos estuvo por encima de 650 gr y la cantidad de quistes no superaron los 100. Se encontró una relación entre el número de quistes por 100 g de suelo seco y el peso de tubérculos por sitio para todas

las muestras, con un coeficiente de determinación $R^2 = 0,32$. Con respecto a la viabilidad de huevos, se encontró que en los sitios donde se presentó sintomatología el promedio de huevos viables por 5 quistes estuvo por encima de 200, mientras que en sitios sanos dicho promedio no supera los 100 huevos viables.

Conclusiones

La cantidad de huevos viables o estados juveniles resultó ser mayor (casi dos veces) en los lugares que presentaban alta infestación a comparación de la zona donde las plantas eran asintomáticas. Adicionalmente, la cantidad de huevos inviables presentó los mayores valores en sitios con plantas aparentemente sanas siendo el número total de quistes extraídos para las muestras de sitios infectados igual a 18.553 y de sitios sanos 683.

Se encontró que la especie predominante fue *G. pallida* y que la presencia de poblaciones altas de nematodos afectó significativamente el potencial de rendimiento.

Referencias bibliográficas

- [1] Iriarte, L., J. Franco y N. Ortuño. 1999. Efecto de Abonos Orgánicos sobre las Poblaciones de Nematodos y la Producción de la Papa. Revista Latinoamericana de la Papa. 11(1): 149-163.
- [2] Scurrah, M. 1981. Evaluación de la resistencia en papa a los nematodos del quiste. Boletín de información técnica 10. Centro internacional de la papa – CIP. 17p.
- [3] Cevipapa. 2004. I Taller Nacional sobre patógenos del suelo, virus e insectos plaga diferentes a *Tecia solanivora*. "Presente y futuro de la investigación en la cadena agroalimentaria de la papa en Colombia" Bogotá. 59p.
- [4] Ruano, B. 1999. Evolución de las poblaciones de nematodos (*Globodera* spp) en patata en Mallorca. Consejería de economía, agricultura, comercio e industria. Palma de Mallorca. 72p

Resistencia a *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary en clones promisorios de papa criolla (*Solanum phureja* Juz et Buk)

Cotes Torres, José Miguel¹; Zuluaga Amaya,

Catalina M.²; Patiño Cardona, Jenniffer A.¹

¹ Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín. E-mail: jmcotes@unal.edu.co

² Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid

Introducción

El cultivo de la papa criolla (*Solanum phureja* Juz et Buk) presenta adaptación a regiones comprendidas entre 2400 y 3200 msnm, con una producción de tubérculos de excelente tamaño y calidad culinaria, versátil para diferentes platos. Las variedades comerciales son susceptibles a “gota” (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary), por lo cual en campo se realizan aplicaciones semanales para el control de esta enfermedad, generando así altos costos en la producción. Debido a esto la Universidad Nacional de Colombia, viene adelantando estudios en mejoramiento de plantas para liberar nuevos cultivares de papa criolla que tengan mayor resistencia a esta enfermedad, reduciendo así el uso de agroquímicos.

Objetivo

Evaluar en condiciones de campo, resistencia a la gota en clones promisorios de papa criolla (*Solanum phureja* Juz et Buk).

Materiales y Métodos

Se realizaron siembras de seis materiales de *Solanum phureja* Juz et Buk, en cuatro localidades del departamento de Antioquia (La Unión, San Pedro de los Milagros, Carmen de Viboral y Santa Elena) en dos semestres consecutivos. Se evaluó la resistencia a la gota de la papa con base en el grado de severidad de la enfermedad en hojas utilizando la escala propuesta por Hemfling (1987). Para ello, se hicieron evaluaciones semanales durante seis semanas, iniciando aproximadamente en la sexta semana luego de la siembra de las plantas. La unidad experimental estuvo conformada por un surco de diez plantas de cada uno de los materiales evaluados, los cuales estuvieron intercalados con un surco de la variedad Criolla Colombia (susceptible) con el fin de favorecer el desarrollo de la epidemia. La distancia entre plantas fue de 0,30 m y 0,90 m entre surcos. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Los experimentos tuvieron un control químico de gota de la papa, luego de realizadas las evaluaciones, es decir, 12 semanas después de siembra en éstos clones.

Resultados

Los materiales 11-205-3-4, B09-20-7, y M10-3-5 fueron altamente resistentes a gota durante todo el tiempo de desarrollo, llegando con follaje verde al final del ciclo (entre 14 y 16 semanas después de siembra dependiendo de la localidad), con sólo dos aplicaciones de fungicida químico al cultivo. En estos clones el área bajo la curva fue 30 veces menor que la del testigo. Los genotipos B09-3-8, 10-66-4 y 10-6-11 son considerados resistentes y se diferencian de los primeros en que el área bajo la curva fue 10 veces menor que el testigo susceptible y que su follaje murió en general, a la duodécima semana después de la siembra. Los materiales evaluados además de presentar resistencias a la enfermedad mostraron excelentes aptitudes agronómicas.

Conclusiones

Se obtuvieron clones con muy alta resistencia a la enfermedad y buenos atributos agronómicos. Estos clones podrán ser utilizados como parentales en programas de mejoramiento.

Evaluación de algunos factores asociados a la presencia de *Potato yellow vein virus* (PYVV) en los cuatro principales departamentos productores de Colombia

Torres, Diana, M.¹; Hernández, Anggie, K.¹; Martínez, John, A.¹; Pérez, Olga, Y.¹ Arguelles, Jorge.¹

¹ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica.

E-mail: dmtorres@corpoica.org.co

Introducción

PYVV pertenece a la familia *Closteroviridae* y al género *Crinivirus* [4], es re-emergente [5]; transmitido por *Trialeurodes vaporariorum*, Westwood [1] y vegetativamente por tubérculo-semilla [5]. La sintomatología asociada con este virus son un amarillamiento intervenal y reducción en la producción que puede ser de hasta el 50% [5]. Hasta el momento no se cuenta con productos para el control de infecciones virales, por lo tanto es importante conocer los principales factores que afectan la presencia del virus, para poder establecer estrategias de manejo y control.

Objetivos

Evaluar la presencia de PYVV en los cuatro principales departamentos productores de papa en Colombia y relacionar algunos factores con su presencia.

Materiales y Métodos

Se realizó un muestreo aleatorio estratificado visitando municipios en los departamentos de Cundinamarca (102 fincas/11 municipios), Boyacá (150/11), Nariño (26/4) y Antioquia (35/3). Se analizó la presencia del virus mediante RT-PCR en 1015 muestras compuestas (20 foliolos/muestra) utilizando los iniciadores CP-PYVVF/CP-PYVVR [3] según reacción y condiciones reportadas por los autores. También se verificó la presencia del vector en el cultivo. Finalmente, se analizó la relación entre el virus y la altitud a través de una regresión logística y la dependencia del virus con: el vector, el origen de la semilla (certificada/no certificada), la variedad, la presencia de hospederos alternativos y del virus en ciclos de cultivos anteriores realizando una prueba de Chi cuadrado con un nivel de significancia del 0.01.

Resultados

El virus y el vector fueron encontrados en los cuatro departamentos: Nariño (89% de las fincas presentaron el virus y el 18% el vector), Antioquia (77 y 100%), Cundinamarca (43 y 9%) y

Boyacá (29 y 18%). A nivel municipal el virus fue detectado en casi todos los municipios muestreados con prevalencias entre el 2 y el 100%. Los municipios con mayor prevalencia del virus (38–100%) fueron Pasca y los municipios de la provincia de Oriente en Cundinamarca, datos que confirman los estudios realizados por el ICA (2013) [3]; Úmbita en Boyacá, y todos los municipios muestreados en Nariño y Antioquia. Con respecto a las variables analizadas hay relación entre la altitud y la presencia del virus, a menor altitud mayor probabilidad de que se presente el virus ($p < 0.0001$). PYVV mostró dependencia con el vector ($p < 0.01$, $X^2 = 41.12$), la variedad de papa ($p < 0.01$, $X^2 = 63.95$) y la presencia del virus en ciclos de cultivo anterior ($p < 0.01$, $X^2 = 94.22$); pero no presentó dependencia con el origen de la semilla ($p = 0.1884$, $X^2 = 1.73$) y algunos hospederos alternativos de PYVV.

Conclusiones

Este trabajo permitió la identificación de los municipios que tienen mayor prevalencia del virus y del vector, además se identificaron algunos factores que influyen sobre la presencia de PYVV, información útil para el establecimiento de estrategias de manejo y control de este patógeno.

Referencias bibliográficas

- [1] Buriticá, P. 1971. Estudios de transmisión del amarillamiento de las venas de la papa. Informe Anual Programa de Fitopatología ICA (Bogotá-Colombia) 111 - 113.
- [2] ICA; 2013. Memorias del Curso integrado en nutrición y manejo integrado del cultivo de la papa. Corpoica, Mosquera
- [3] Livieratos, I.C., G. Müller, L.F. Salazar, E. Eliasco, and R.H.A. Coutts. 2002. Identification and sequence analysis of Potato yellow mosaic virus capsid protein minor gene. *Virus Genes* 25, 317–322.
- [4] Martelli, G.P., A.A. Agranovsky, M. Bar-Joseph, D. Boscia, T. Candresse, R.H.A. Coutts, V.V. Dolja, J.S. Hu, W. Jelkmann, A. V. Karasev, R. R. Martin, A. Minafra, S. Namba, and H. J. Vetten. 2012. Family *Closteroviridae*. In: King, A., M.J. Adams, E.B. Carstens, and E. Lefkowitz E. (eds). *Virus Taxonomy*. Ninth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses, pp. 987-1001. Elsevier-Academic Press, Amsterdam, The Netherlands.
- [5] Salazar, L., G. Müller, M. Querci, J. Zapata, and R. Owens. 2000. *Potato yellow vein virus*. Its host range, distribution in South America and identification as a crinivirus transmitted by *Trialeurodes vaporariorum*. *Annals of App. Biol.* 137: 007-019.

Distribución poblacional del nematodo quiste de la papa (*Globodera* spp) en dos zonas productoras de los Municipios de Tausa (Cundinamarca) y Ventaquemada (Boyacá)

Carrión, Yamit¹; Rojas, Diego²; Guerrero, Omar¹;

Hío, Juan²; Argüelles, Jorge²; Pérez, Olga².

¹ Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO.

² Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – CORPOICA.

E-mail:elnematodo@hotmail.es

Introducción

El nematodo quiste de la papa (*Globodera* spp.) se identificó por primera vez en Colombia en el departamento de Nariño durante estudios realizados desde 1971 y se declaró en cuarentena hasta el año 2004 cuando el ICA la deroga; durante los últimos años informes de Fedepapa y Asociaciones de productores advierten la presencia del nematodo en Cundinamarca y Boyacá, esto alerta a diversas instituciones para adelantar trabajos que identifiquen la situación real del parásito en Colombia.

Objetivos

Para este proyecto se identificó como objetivo principal conocer la distribución poblacional del nematodo quiste de la papa *Globodera* spp. en los municipios de Tausa (Cundinamarca) y Ventaquemada (Boyacá) y como específicos cuantificar la población total de *Globodera* spp. asociada al ciclo fenológico de floración en el cultivo de la papa y determinar la distribución poblacional del nematodo *Globodera* spp. en una parcela de cada municipio.

Materiales y Métodos

Se evaluaron 40 fincas ubicadas en las zonas productoras de papa de los municipios de Tausa y Ventaquemada, se realizaron encuestas técnicas semiestructuradas a los productores de las zonas, se realizó muestreo de suelo y raíz en la floración del cultivo. Las muestras fueron procesadas en el laboratorio de fitopatología del C.I Tibaitatá, se cuantificó el número de quistes por gramo de suelo, entre juveniles de 2ª fase (J2) por gramo de suelo y huevos + juveniles por gramo de suelo. Dos de las fincas en la zona fueron seleccionadas para determinar la distribución espacial del nematodo en el suelo.

Resultados

De 40 fincas seleccionadas para el estudio, 29 dieron positivas con un promedio de 16 quistes por gramo de suelo, 1.658 J2 por gramo de suelo y un promedio de 11.242 individuos por gramo de suelo para el municipio de Tausa. En Ventaquemada las poblaciones fueron en promedio de 12 quistes en 100 gramos de suelo, 6 J2 por gramo de suelo y un promedio de 436 individuos por gramo de suelo, cifras altas según las tablas de infestación utilizadas por [1] y [2]. Las poblaciones encontradas fueron identificadas como el fitoparásito *Globodera pallida* (Stone), confirmando lo encontrado por [1]. Además se encontraron las mayores poblaciones en altitudes por encima de los 3000 m.s.n.m., como indica [3]: *Globodera pallida* se reproduce mejor por encima de esta altitud y esta población fue la de mayor infestación registrada durante toda la investigación. Así mismo, Se identificó que los daños y síntomas observados en campo se distribuyen en el cultivo por focos.

En las dos fincas pilotos que se tomaron para determinar la distribución de *Globodera pallida* se encontró que este se distribuye de forma irregular dentro del cultivo, contrario a lo encontrado por [4], quien indica que las poblaciones de nematodos fitoparásitos se distribuyen por focos. Se logró establecer que la distribución de *Globodera pallida* está relacionado directamente con la adaptabilidad que ha obtenido en estas zonas.

Referencias bibliográficas

- [1] Nieto, L. 1976. aspectos generales del nematodo quiste de la papa en Nariño. Revista Noticias Fitopatológicas, 83-89. Bogotá D.C.
- [2] Ramos, J.; Franco, J.; Ortuño, N.; Oros, R.; Main, G. 1988. Incidencia y severidad de *Nacobbus aberrans* y *Globodera* spp. en el cultivo de la papa en Bolivia: Pérdidas en el valor bruto de su producción, IBTA/PROINPA. Cochabamba.
- [3] Gonzalez, V.; Ponce, L.; Franco, J. 2011. Pérdidas causadas por el nematodo quiste de la papa (*Globodera* spp) en Bolivia y Peru. Revista Latinoamericana de la papa, 234-249. La Paz.
- [4] García, M. R. 2004. Estudio de la distribución horizontal de los nematodos fitoparásitos. Guatemala: Universidad de San Carlos

Desarrollo de un sistema de alerta temprana para Tizón temprano de la papa en la zona sur de Chile

Acuña, Ivette¹; Sandoval, Camila¹; Mancilla, Sandra¹; Tejada, Pamela¹ y Vargas, Mincy¹.

¹ Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Chile, CRI-Remehue. E-mail: iacuna@inia.cl

Introducción

Tizón temprano causado por *Alternaria* spp. es una enfermedad de importancia en el cultivo de papa en la zona Sur de Chile. Puede atacar con diferente severidad según el cultivar, manejo agronómico y las condiciones ambientales, ocasionando pérdidas de hasta un 30% en cultivares susceptibles. En campo, se ha observado sintomatología variable y tanto su incidencia como su severidad, cambian según la temporada y la cantidad de inóculo presente. Esta situación puede estar dada por la presencia de diversas especies con diferentes requerimientos y características biológicas propias como agresividad y temperatura óptima de crecimiento, entre otras.

Objetivo

Desarrollar un Sistema de alerta temprana para Tizón temprano en la Zona Sur de Chile basado en la liberación de esporas y acumulación de P-Days.

Materiales y Métodos

Durante las temporadas 2010 a la 2014, se determinaron la curva de liberación de conidias de *Alternaria* spp. mediante un cazaesporas y la acumulación de días fisiológicos, usando datos meteorológicos de la red INIA. Paralelamente, para determinar la curva de desarrollo de la enfermedad se establecieron parcelas experimentales con seis cultivares de papa de diferente susceptibilidad y para la validación y calibración del sistema de alerta temprana se utilizaron parcelas con un cultivar susceptible de papa con aplicación de dos productos comerciales. Complementariamente, se han realizado prospecciones en la zona papera del sur de Chile, para identificar las especies de *Alternaria* mediante caracterización morfológica y molecular. Para ello el patógeno fue aislado desde lesiones de hoja y cultivado en agar papa zanahoria para su descripción, que incluyó morfología de la colonia, patrón de esporulación y tamaño de la conidia.

Resultados

Las curvas de liberación de conidias de *Alternaria* presentaron un comportamiento similar entre las cuatro temporadas del cultivo evaluadas, detectándose la mayor cantidad entre los 200 y 450 P-days, con 2 máximos, uno entre 200 y 300 P-days y el otro entre 350 y 450 P-days. Adicionalmente, la aparición de síntomas de la enfermedad en plantas se produjo en estado de floración y una semana después del máximo de presencia de conidias. La estrategia química que presentó la menor severidad de daño en follaje fue Azoxystrobin aplicado a los 200 y 350 P-days y Clorotalonil a los 250 y 350 P-Day. Se detectaron cuatro grupos de *Alternaria* de esporas pequeñas (*A. alternata*, *A. tenuissima*, *A. arborescens* y *A. infectoria*) y un grupo de espora grande (*A. solani*). Para el análisis molecular se amplificó y secuenció la región rDNA de tres aislamientos de cada grupo morfológico detectado, identificándose tres grupos: el primero incluye los aislamientos de espora pequeñas, excepto *A. infectoria*. El segundo grupo incluye *A. solani* y el último corresponde a *A. infectoria*.

Conclusiones

La correlación entre P-days y la curva de liberación de conidias de *Alternaria* es una metodología que determina la aparición de los primeros síntomas de tizón temprano en las plantas y puede utilizarse como un sistema de alerta temprana para detectar el momento oportuno y efectuar las aplicaciones de fungicidas en el control de esta enfermedad. Pero, la identificación de la especie de *Alternaria*, es de vital relevancia para futuros estudios epidemiológicos y de manejo integrado.

Agradecimientos

Este estudio es financiado por Consorcio Papa Chile S.A. y FIA – Chile.

Referencias bibliográficas

- [1] Escudero, O., Seijo, M., Fernández-González, M., Iglesias, I. 2010. Effects of meteorological factors on the levels of *Alternaria* spores on a potato crop. Int J Biometeorol 55:243–252.
- [2] Gent, D., Schwartz, H., 2003. Validation of potato early blight disease forecast models for Colorado using various sources of meteorological data. Department of Bioagricultural Sciences and Pest Management. Colorado State University.
- [3] Piontelli, E. 2011. Manual de Microhongos filamentosos comunes I.
- [4] Sands, P., Hackett, C., Nix, H., 1979. A model of the development and bulking of potatoes (*Solanum tuberosum* L.). Field Crops Res 2:309-331.

Avances en el desarrollo de una estrategia de alerta sanitaria Virus-Vector para el cultivo de la papa en la zona sur de Chile

**Acuña, Ivette¹; Sandoval, Camila¹; Bravo, Rodrigo¹;
Gutiérrez, Mónica²; Rosales, Marlene³, Cisternas, Ernesto¹,
Rojas Eladio², Mancilla, Sandra¹ y Villagra, Marcelo¹**

¹ Instituto de Investigaciones Agropecuaria, INIA Chile,

CRI Remehue, E-mail: iacuna@inia.cl.

² Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Laboratorio Regional Osorno, Chile.

³ Pontificia Universidad Católica de Chile.

Introducción

En las últimas temporadas, se ha observado un aumento de las enfermedades virales que afectan al cultivo de papa en la zona sur de Chile, ocasionando pérdidas importantes en el rendimiento y calidad del producto final, además de un aumento en el rechazo de semilleros para certificación. Para elaborar e implementar medidas de manejo que ayuden a atenuar los problemas causados por este tipo de enfermedades, es fundamental conocer la epidemiología de los virus, la dinámica de poblaciones y el comportamiento de sus vectores. Esta información junto a la validación y calibración de modelos de alerta temprana de vuelo de áfidos, llevará al desarrollo de un servicio de alerta temprana asociada a la relación virus-vector destinada a la cadena productiva del rubro papa. Pudiendo ser el primer servicio en Chile que apoye el manejo de áfidos con aplicaciones oportunas de insecticidas y solo cuando es necesario.

Objetivo

Desarrollar un servicio de alerta sanitaria asociada a la relación virus-vector para el cultivo de papa en la zona sur de Chile, como herramienta de apoyo a la toma de decisiones de manejo integrado.

Materiales y Métodos

El desarrollo del sistema de alerta, se basa en diversos estudios epidemiológicos locales, abarcando 3 regiones del sur de Chile (La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos). Se caracterizó la diversidad genética de los agentes virales, a través muestreos en predios paperos, los cuales fueron analizados utilizando la técnica de ELISA y RT-PCR. Una vez obtenida esta información, se estandarizaron las reacciones de RT-PCR para efectuar un rápido y oportuno diagnóstico molecular en plantas y en áfidos. Paralelamente, se determinó la dinámica de poblaciones y comportamiento de los áfidos vectores, mediante la instalación de trampas amarillas de

agua cerca de estaciones meteorológicas y del cultivo. Finalmente, se realizarán análisis predictivos en base a modelos de factores climáticos utilizando las curvas de vuelo de las especies de áfidos más importantes, utilizando información meteorológica de la red INIA y DMC.

Resultados

Hasta la fecha se ha avanzado en el monitoreo de virus y la presencia de áfidos presentes en el cultivo de papa. Se tiene información de la incidencia de los virus PLRV, PVY, PVX, PVS y TSWV en las tres regiones evaluadas, destacándose PVS y PVY. De este último, se han detectado mediante métodos serológicos y moleculares, aislados representantes de todas las razas descritas hasta el momento, siendo la raza PVYNTN la predominante en Chile, a pesar de que no se han encontrado tubérculos que evidencien anillos necróticos. Con respecto a la dinámica de poblaciones y comportamiento de los áfidos, se han determinado las curvas de vuelo para las tres áreas evaluadas, identificándose principalmente a seis especies, siendo los más importantes *Myzus persicae* y *Macrosiphum euphorbiae*. Los datos de vuelo de áfidos están siendo utilizados para una evaluación preliminar de modelos de campo presentes en la literatura para generar información de vuelo de *M. persicae*.

Agradecimientos

Este estudio es financiado por Consorcio Papa Chile S.A. y FIA – Chile.

Referencias bibliográficas

- [1] Boukhris-Bouhachem, S., Rouze-Jouan, J., Souissi, R., Glais, L. and M. Hulle. 2011. Transmission Efficiency of the Strain PVYNTN by Commonly Captured Aphids in Tunisian Potato Fields. *Plant Pathology Journal*, 10: 22-28.
- [2] Du, Z., Chean, J., Hiruki, C. 2006. Optimization and application of a multiplex RT-PCR system for simultaneous detection of a five potato viruses using 18S rRNA as an internal control. *Plant disease*. 90:185-189.
- [3] Lorenzen, J. H., Piche, L. M., Gudmestad, N. C., Meacham, T., and Shiel, P. 2006. A multiplex PCR assay to characterize Potato virus Y isolates and identify strain mixtures. *Plant Disease*. 90:935- 940.
- [4] Rojas, J. 1994. Enfermedades virosas que afectan al cultivo de la papa en Chile. pp. 61-75. En: Metodología para mejorar la producción y uso de tubérculos -semilla de papa en Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Remehue. Osorno. Serie Remehue N° 51.

Predicción de la distribución potencial de *Phthorimaea operculella* (Zeller), mediante el modelo CLIMEX

Veneros, Jaris E.^{1,2}; Soplin, Hugo.²; Miyashiro,

Víctor.²; Ibáñez, Nicolás.; García, Magali.²

¹ Centro Internacional de la Papa. E-mail: jarisven@gmail.com

² Universidad Nacional Agraria La Molina

Introducción

La determinación de lugares con condiciones climáticas similares al lugar de distribución nativa de la polilla de la papa *P. operculella* puede efectuarse a partir de observaciones de campo y variables ambientales, las cuales actúan como predictores [1] y ayudan a entender el impacto del Cambio Climático sobre la distribución de *P. operculella*, según sus exigencias climáticas en una región [2].

Objetivos

Determinar la distribución potencial de *P. operculella* bajo condiciones del clima actual y un escenario de cambio climático (A1B-2050) a nivel global.

Materiales y Métodos

El presente trabajo fue realizado mediante el modelo de distribución de especies CLIMEX ver. 3. El modelo empleó parámetros fisiológicos de *P. operculella* y datos meteorológicos globales, para construir un Índice Ecolimático (EI), el cual describió el área potencial de establecimiento ($EI > 30$) y ocurrencia ($EI < 30$) de *P. operculella*. Para el cálculo del número de generaciones/año de *P. operculella*, el modelo CLIMEX empleó el Algoritmo de Baskerville y Emin, basado en días-grados de *P. operculella*, de huevo a adulto.

Resultados

El área de distribución potencial para *P. operculella*, en el escenario (A1B-2050) respecto de la distribución potencial actual disminuye en América 36.88%, en África 56.53%, en Asia 42.25% y en Oceanía 44.00%. Por el contrario, se estima un incremento de áreas en Europa en un 24.67 %. En el escenario (A1B-2050) a nivel global para *P. operculella* respecto a las condiciones del clima actual, existirá un incremento promedio de dos generaciones/año en zonas tropicales y una generación/año en la zona norte y sur de la tierra. Estos resultados se ratifican por lo expresado por [3] quien afirma, que el área de distribución de la especie se puede expandir y contraer. La distribución geográfica de algunas especies tiende a desplazarse hacia mayores altitudes o hacia los polos a través del tiempo según [4] y [5]. El cambio climático tiene un

efecto similar en *P. operculella*, como la reubicación a un nuevo entorno.

Conclusiones

El área de distribución potencial ($EI > 30$), para *P. operculella* en condiciones del clima actual, sumó un total de 29 327 798 km² a nivel global. Donde el continente de América presentó una mayor área de distribución potencial actual para *P. operculella* en relación con los demás continentes; con 10 208 139 km². La menor área se presentó en el continente de Europa con 1 602 393 km². El área de distribución potencial para *P. operculella* en condiciones de un escenario de cambio climático (A1B-2050), sumó un total de 17 079 663 km² a nivel global, donde el continente de América presenta una mayor área de distribución potencial en el escenario (A1B-2050) para *P. operculella* en relación con los demás continentes, con 6 443 770 km². La menor área se presenta en el continente de Oceanía con 1 640 233 km².

Referencias bibliográficas

- [1] Benito De Pando, B., Peñas de Giles, J. 2007. Aplicación de modelos de distribución de especies a la conservación de la biodiversidad en el sureste de la Península Ibérica. *GeoFocus* 7, 100-119.
- [2] Sutherst, G., G. Maywald, and D. Kriticos. 2007. CLIMEX version 3: user's guide. Australia, Hearne Scientific Software, CSIRO. 131 p.
- [3] Silva, G., Abarca, L. 2009. Distribución geográfica de las especies animales. *La ciencia y el hombre* 22(3), 1-4.
- [4] Hughes, L. 2000. Biological consequences of global warming: is the signal already apparent? *Trends Ecol. Evol.* 15: 56-61.
- [5] Gonzáles, M., E. Jurado, S. Gonzáles, O. Aguirre, P. Jiménez, and J. Navar. 2003. Cambio climático mundial: origen y consecuencias. *Ciencia UANL* 6, 377-385.

Modeling the correlation between late blight sporulation and climate variables to guide fungicide applications in Cundinamarca, Colombia

Luengas, E.¹, Abril, A.¹, Castro, J.C.¹, Gonzalez, L.N.¹,
Navarro, C.², Giraldo, D.², Ramirez, J.², Andrade-Piedra, J.L.³,
Kromann, P.³, Forbes, G.⁴, Guhl, A.⁵, y Restrepo, S.¹

¹ Universidad de los Andes, Department of Biological Sciences,
Bogotá, Colombia. E-mail: srestrep@uniandes.edu.co

² International Center for Tropical Agriculture (CIAT) Cali, Colombia

³ International Potato Center (CIP), Quito, Ecuador

⁴ International Potato Center (CIP), Lima, Perú

⁵ Universidad de los Andes, Department of History.

Introduction

Colombia is the third largest potato producer in South America, but yield losses occur due to diseases and pests. The oomycete *Phytophthora infestans* is the causal agent of late blight, an important disease in potato crops worldwide. Potato production relies on frequent fungicide spraying, increasing production costs and eventually leading to crop abandonment. To better guide fungicide spraying in the field, the influence of weather on pathogen characteristics should be understood (1).

Objectives

In this study we try to i) investigate the correlation under field conditions of the weather variables and dispersal potential (number of sporangia) of the pathogen and with different cultivars varying in their resistance/susceptibility (if a correlation was significant, then we addressed how cultivar resistance and local variability of weather variables affect the correlation); ii) calibrate the GeoSimcast model including commercial crop data and iii) compare the current, observed fungicide application scheme with those predicted by the GeoSimcast model at different RHs.

Materials and Methodos

To achieve this understanding, we sampled the pathogen in twelve commercial potato fields in the province of Cundinamarca, Colombia. Disease samples were collected to estimate the number of sporangia. Fields were planted with different potato cultivars of varying resistance/susceptibility to the disease, and chemical management was performed according to standard agricultural practices. Using the climatic data, we also evaluated the potential non-linear effects of climatic variables and used this analysis to perform a forecast simulation (3). We also used the GeoSimcast

model to estimate the number of fungicide applications required to control late blight in this region (2).

Results

Differences between cultivars were observed in the sporangia curves in the initial amount of sporangia (IAS) and the trend of the curve, also were correlates with the resistance of the cultivar. The relationship between climate conditions and sporangia production were depended on the relative humidity and minimum temperature on the day of collection and the day before. The number of applications suggested by the GeoSimcast model runs for 60% and 90% relative humidity and resistant cultivars was very different from the observed number of applications, suggesting that growers always assume optimal conditions for the disease and spray fungicides accordingly.

Conclusions

This is the first study in Colombia to follow the weather variables in commercial and large potato crop fields. We understood the climate correlation with dispersal potential of the late blight pathogen in an important seed-producing area and we calibrated the GeoSimcast model for field conditions in El Rosal, Subachoque & Facatativa, Cundinamarca.

References

- [1] Fry, W. 2008. *Phytophthora infestans*: the plant (and R gene) destroyer. Mol Plant Path 9(3):385-402
- [2] Giraldo, D., Juarez, H., Pérez, W., Trebejo, I., Yzarra, W., and Forbes, G. 2010. Severity of the potato late blight (*Phytophthora infestans*) in agricultural areas of Peru associated with climate change. Rev Peruana Geo-Atmos 67:56-67
- [3] Hutchinson, M. ANUSPLIN version 4.3 User Guide 2004. Centre for Resource and Environmental Studies, The Australian National University, Canberra.

Identificación de efectores de *Phytophthora infestans* expresados diferencialmente en el linaje clonal EC-1

Izarra, Myriam¹; Perez, Willmer¹; Lindqvist-Kreuze, Hannele¹.

¹Centro Internacional de la Papa. E-mail: m.izarra@cgiar.org

Introducción

Uno de los objetivos estratégicos del Centro Internacional de la Papa es desarrollar variedades de papa resistentes a sus enfermedades. El tizón tardío, es una de las más devastadoras, causado por el patógeno oomiceto *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary. Este secreta varias proteínas, llamadas efectores, éstas son moléculas que manipulan la estructura y función celular del huésped, facilitando su infección (factores de virulencia) y/o llevándole respuesta de defensa (factores de avirulencia) [1]. Estudios de las poblaciones del patógeno con respecto a la variación de sus efectores son una parte fundamental para poder determinar la funcionalidad de la resistencia. Además, el conocimiento de la genética de las poblaciones del patógeno puede ayudar en diseñar estrategias para el despliegue de la resistencia durable.

Objetivo

Caracterizar genes involucrados en la virulencia/avirulencia en cepas peruanas pertenecientes al linaje clonal EC-1 de *P. infestans*.

Materiales y Métodos

Plantas de variedad "Yungay" fueron inoculadas con dos cepas de *P. infestans*, POX067 y POX109. Al 1, 2 y 3 días posteriores a la inoculación (dpi) se colectaron hojas para la extracción de ARN. Una muestra de ARN representativa de la mezcla de los tres días de inoculación de cada cepa fue enviada a su respectivo secuenciamiento de ARN mensajero (mRNA). El análisis de los datos de la secuenciación se llevó a cabo con programas TopHat y Cufflinks [2] utilizando la secuencia del genoma de *P. infestans* T30-4. La confirmación de resultados fue evaluado mediante PCR cualitativa (RT-PCR) y por PCR cuantitativa (qRT-PCR).

Resultados

Mediante secuenciación se encontraron 11 genes que tenían expresión diferencial entre las dos cepas analizadas. Cuatro de estos muestran silenciamiento completo en una de las cepas y estos cuatro genes son efectores de tipo RXLR. La expresión diferencial fue confirmada mediante qRT-PCR en las muestras colectadas en 1, 2 y 3 dpi de los cuales el más alto nivel de acumulación de transcrito fue observado en el día 3. Uno de los genes

tipo RXLR silenciados en la cepa POX109 fue *Avr-vnt1*, gen de avirulencia que es reconocido por el gen de resistencia *Rpi-vnt1* proveniente del *Solanum venturii*, un especie silvestre nativa de Argentina. Los otros genes RXLR silenciados también pueden ser genes de avirulencia, contrapartes de genes de resistencia presentes en las numerosas especies silvestres o cultivares nativos de papa que existen en el Perú. También se logró identificar los diferentes variantes (alelos) de otros genes de avirulencia, como *Avr-blb2*, *Avr-blb1* y *Avr3a* y determinar que ciertos genes de avirulencia no se expresan en las cepas analizadas.

Conclusiones

Utilizando secuenciación de ARN se logró identificar efectores de *P. infestans* con expresión diferencial y ausencia de expresión en el linaje clonal EC-1, y mediante qRT-PCR se confirmó los Resultados

Algunos de los efectores identificados tienen una función conocida como genes de avirulencia. El silenciamiento de genes de avirulencia, como *Avr-vnt1*, o la presencia de los variantes que escapan el reconocimiento por los genes de resistencia, como *Avr-3a* sugiere que los genes de resistencia *Rpi-vnt1* y *R3a* no serían funcionales con cepas presentes en el Perú. Los resultados son útiles para seleccionar genes de resistencia para un programa de mejoramiento.

Referencias bibliográficas

- [1] Kamoun, S. 2006. A Catalogue of Effector Secretome of Plant Pathogenic Oomycetes. Annu. Rev. Phytopathol. 44:41-60.
- [2] Trapnell, C., Roberts, A., Gof, L., Pertea, G. Kim, D., Kelley, D.R., Pimentel, H., Salzberg, S.L., Rinn, J.L. & Pachter, L. 2012. Differential gene and transcript expression analysis of RNA-seq experiments with Top Hat and Cufflinks. Nat. Protoc. 7(3): 562–578. doi:10.1038/nprot.2012.016.

Análisis metabolómico de la defensa cuantitativa de papa a *P. infestans*

Kalenahalli, Yogendra N. ¹; Kushalappa, Ajjamada C. ¹; Sarmiento, Felipe ²; Rodriguez, Luis E. ²; Mosquera, Teresa ².

¹ Plant Science Department, McGill University, Ste-Anne-de-Bellevue. E-mail: ajjamada.kushalappa@mcgill.ca

² Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

Introducción

La gota, causada por el oomycete *Phytophthora infestans* (*P. infestans*) es una de las enfermedades más devastadoras que afecta a la papa (*Solanum tuberosum*) [1]. La resistencia a ésta enfermedad está gobernada por componentes monogénicos (genes *R*) y por componentes poligénicos que trabajan bajo, o en paralelo a la resistencia monogénica [2,3].

Objetivos

Investigar los mecanismos de resistencia de tipo cuantitativo en genotipos diploides de papa por medio del análisis de cromatografía líquida – espectrometría de alta resolución [4].

Materiales y Métodos

Plantas de dos genotipos con niveles de resistencia moderada (AC04, AC09) y un genotipo susceptible (Criolla Colombia) se inocularon con suspensiones de esporangios de *P. infestans* y se colectaron muestras a las 72 horas post infección. Los perfiles metabólicos de éstos genotipos se realizaron utilizando un sistema de cromatografía líquida – espectrometría de masas híbrida [4].

Resultados

Los análisis mostraron la acumulación en AC04 y AC09 de metabolitos pertenecientes los grupos químicos fenilpropanoides, flavonoides y alcaloides. De la misma forma, genes involucrados en su biosíntesis, tirosina decarboxilasa (TyDC) y tiraminahidroxinamotransferasa (THT), involucradas en la biosíntesis de amidas de ácido hidroxicinámico, y chalconasintasa (CHS) y flavonolsintasa (FLS), implicadas en la biosíntesis de flavonoides también estaban inducidas en las muestras inoculadas, como se confirmó por PCR en tiempo real. Estos metabolitos tienen una función a nivel de defensa antimicrobial y estructural, combinándose con otros elementos de la pared celular para endurecerla, creando así una barrera para detener el avance del patógeno.

Conclusiones

Un análisis metabolómico en genotipos diploides identificó varios metabolitos relacionados con la biosíntesis de fenilpropanoides, flavonoides y alcaloides, probablemente relacionados con el engrosamiento de la pared celular. Se comprobó la acumulación de transcritos de genes relacionados con éstos metabolitos en plantas resistentes, lo cual añade más pruebas a la función de éstos metabolitos en defensa. El rol de éstos genes en defensa aún espera validación funcional por silenciamiento génico.

Agradecimientos.

Este trabajo se realizó con la ayuda del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, Ottawa, Canadá, con el apoyo financiero del Departamento de Relaciones Exteriores, Comercio y Desarrollo de Canadá.

Referencias bibliográficas

- [1] Fry W: *Phytophthora infestans*: the plant (and R gene) destroyer. Mol Plant Pathol 2008, 9:385-402.
- [2] Rietman H, Bijsterbosch G, Cano LM, Lee HR, Vossen JH, Jacobsen E, Visser RG, Kamoun S, Vleeshouwers VG: Qualitative and quantitative late blight resistance in the potato cultivar Sarpo Mira is determined by the perception of five distinct RXLR effectors. Mol Plant Microbe Interact 2012, 25:910-919.
- [3] Gunnaiah R, Kushalappa AC, Duggavathi R, Fox S, Somers DJ: Integrated metabolite-proteomic approach to decipher the mechanisms by which wheat QTL (Fhb1) contributes to resistance against *Fusarium graminearum*. PLoS One 2012, 7:e40695.
- [4] Yogendra KN, Pushpa D, Mosa KA, Kushalappa AC, Murphy A, Mosquera T: Quantitative resistance in potato leaves to late blight associated with induced hydroxycinnamic acid amides. Funct Integr Genomics 2014.

Ocurrencia del virus del amarillamiento de las nervaduras de la hoja de la papa (PYVV) en los cuatro principales departamentos productores de Colombia

Hernández, Anggie, K.¹; Torres, Diana, M. ¹ Martínez,

John, A.¹; Argüelles, Jorge, A.¹. Pérez, Olga, Y.¹

¹ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica.

E-mail: akhernandez@corpoica.org.co

Introducción

Las infecciones virales han representado una importante amenaza para el cultivo de la papa debido a que estas afectan la producción [2]. En Colombia el virus del amarillamiento de las nervaduras de la hoja de la papa (PYVV, *Closteroviridae* / *Crinivirus*) [5] ha cobrado una gran significancia porque este virus afecta la producción hasta en un 50% [6], los recientes años se ha incrementado su prevalencia en varias regiones del país y las poblaciones de su vector *Trialeurodes vaporariorum*, Westwood [1] se han venido incrementando.

Objetivo. Para poder establecer programas de manejo y control, y para poder delimitar áreas adecuadas para la producción de tubérculos es necesario determinar la presencia del PYVV en diferentes municipios de los principales departamentos productores de papa en Colombia.

Materiales y Métodos

En el segundo semestre del 2013, se visitó predios en: Cundinamarca (102 fincas/11 municipios), Boyacá (150/11), Nariño (26/4) y Antioquia (35/3), de acuerdo a un muestreo estratificado aleatorio. Se recolectó material foliar para analizar la presencia del virus mediante RT-PCR utilizando los iniciadores, condiciones y reacción propuesta por Livieratos *et al.* (2002) [4]. Se relacionó la presencia del virus con algunos factores como la presencia del vector, el origen de la semilla, variedad, hospederos alternos, la presencia del virus en ciclos de cultivo anterior a través de una prueba Chi cuadrado con un nivel de significancia del 0.01.

Resultados

De los 29 municipios muestreados el virus fue detectado en casi todos, excepto en Toca y Ubaté, lo cual está relacionado con las variedades sembradas en estas zonas, las cuales no presentan susceptibilidad a este virus (Tuquerreña y Parda Pastusa). Las prevalencias del virus fluctuaron entre el 2 y el 100%; la provincia de Oriente en Cundinamarca, Pasca, Úmbita y todos los municipios

muestreados en los departamentos de Antioquia y Nariño presentaron altas prevalencias (mayor al 38%). Los datos del departamento de Cundinamarca confirman algunos resultados obtenidos por el ICA [3]. La presencia del virus presentó relación con la altitud, con mayor probabilidad de detectar el virus en predios de baja altitud, también se observó relación con la presencia del vector ($p < 0.01$, $X^2 = 41.12$), la variedad de papa ($p < 0.01$, $X^2 = 63.95$) y la presencia del virus en ciclos de cultivo anterior ($p < 0.01$, $X^2 = 94.22$); pero no presentó con el origen de la semilla ($p = 0.1884$, $X^2 = 1.73$) y algunos hospederos alternativos de PYVV.

Conclusiones

Se pudieron relacionar algunos factores con la presencia del virus, información que puede resultar útil para programas de mejoramiento, estrategias de manejo y control, programas de certificación de semilla, entre otros.

Referencias bibliográficas

- [1] Buriticá, P. 1971. Estudios de transmisión del amarillamiento de las venas de la papa. Informe Anual Programa de Fitopatología ICA (Bogotá-Colombia) 111 - 113.
- [2] Corpoica, 2013. Recomendaciones técnicas para el manejo del cultivo de la papa en el altiplano Cundiboyacense. pp145.
- [3] ICA. 2013. Memorias del Curso integrado en nutrición y manejo integrado del cultivo de la papa. Corpoica, Mosquera
- [4] Livieratos, I.C., G. Müller, L.F. Salazar, E. Eliasco, and R.H.A. Coutts. 2002. Identification and sequence analysis of Potato yellow mosaic virus capsid protein minor gene. *Virus Genes* 25, 317–322.
- [5] Martelli, G.P., A.A. Agranovsky, M. Bar-Joseph, D. Boscia, T. Candresse, R.H.A. Coutts, V.V. Dolja, J.S. Hu, W. Jelkmann, A. V. Karasev, R. R. Martin, A. Minafra, S. Namba, and H. J. Vetten. 2012. Family *Closteroviridae*. In: King, A., M.J. Adams, E.B. Carstens, and E. Lefkowitz E. (eds). *Virus Taxonomy. Ninth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses*, pp. 987-1001. Elsevier-Academic Press, Amsterdam, The Netherlands.
- [6] Salazar, L., G. Müller, M. Querci, J. Zapata, and R. Owens. 2000. Potato yellow vein virus. Its host range, distribution in South America and identification as a crinivirus transmitted by *Trialeurodes vaporariorum*. *Annals of App. Biol.* 137: 007-019.

Caracterización de los problemas fitosanitarios emergentes en el cultivo de la papa en los principales departamentos productores en Colombia: *Globodera pallida* y Potato yellow vein virus (PYVV)

Aguilar, Camilo¹; Hernández, Anggie¹; Martínez, John¹;

Torres, Diana¹; Argüelles, Jorge¹; Pérez, Olga¹.

¹ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Corpoica.

E-mail: caguilar@corpoica.org.co

Introducción

El nematodo quiste de la papa *Globodera pallida* (NQP) y Potato yellow vein virus (PYVV) son dos problemas emergentes en este cultivo [5][1], y cobran gran importancia en el país debido a que su dispersión se facilita por el uso de semilla no certificada, inadecuado uso de implementos de mecanización y el desconocimiento de los productores acerca de estos dos problemas [1] que causan pérdidas en producción del 60% en el caso del NQP [2] y hasta un 50% en el caso del virus PYVV [3].

Objetivo

El objeto de este trabajo fue el de evaluar la presencia/ausencia del NQP y de PYVV, en los principales municipios productores de papa en Colombia.

Materiales y Métodos

Se realizó un diseño aleatorio estratificado por municipio con afijación proporcional a la participación de cada municipio en el área total de siembra. Cada uno de los departamentos analizados representó un estrato: Antioquía (3 municipios), Boyacá (11), Cundinamarca (11) y Nariño (4). En cada finca se tomó aleatoriamente material de suelo para la extracción del NQP mediante levigador de Fenwick [4] y de material foliar para la detección del PYVV mediante RT-PCR según reacción y condiciones reportadas por los autores [5].

Resultados

El NQP está presente en los cuatro departamentos en 28 municipios, siendo Pasca (Cundinamarca) el único municipio donde no se encontraron quistes, confirmando los reportes del ICA en los departamentos de Boyacá, Cundinamarca y Nariño [3]. En el caso de Antioquia es la primera vez que se registra esta plaga (La Ceja, La Unión, San Vicente, Sonsón). Los municipios que presentaron alta infestación (>50 quistes en 100 g de suelo) fueron Chipaque,

Tausa, Ubaté y Villapinzón en Cundinamarca; Arcabuco, Chiquiza, Samacá, Siachoque, Sogamoso, Toca, Tunja y Ventaquemada en Boyacá; Túquerres y San Juan de Pasto en Nariño y el municipio de la Unión en Antioquia. El virus PYVV se detectó en 136 de 315 fincas muestreadas (43.72%) en los cuatro departamentos: Nariño (89%), Antioquia (77%), seguidos de Cundinamarca (43%) y por último Boyacá (29%). El nematodo quiste de la papa se encuentra distribuido en los cuatro departamentos de mayor producción de papa en Colombia, y se registra por primera vez para el departamento de Antioquia.

Conclusiones

Los niveles de infestación son mayores a 26 quistes en 100 g de suelo, lo que indica que ya se están generando pérdidas en producción. El PYVV también se encontró distribuido en los cuatro departamentos principales productores de papa en Colombia con prevalencias variables entre los municipios analizados (0-100%).

Referencias bibliográficas

- [1] ICA; 2013. Memorias del curso integrado en nutrición y manejo integrado del cultivo de la papa. Corpoica, Mosquera
- [2] Livieratos, I.C., G. Müller, L.F. Salazar, E. Eliasco, and R.H.A. Coutts. 2002. Identification and sequence analysis of Potato yellow mosaic virus capsid protein minor gene. *Virus Genes* 25, 317–322.
- [3] ICA; 2013. Memorias del curso integrado en nutrición y manejo integrado del cultivo de la papa. Corpoica, Mosquera.
- [4] Guerrero, O. G. 1971. Nematodo quiste de la papa. Nariño: Instituto Colombiano Agropecuario.
- [5] Livieratos, I.C., G. Müller, L.F. Salazar, E. Eliasco, and R.H.A. Coutts. 2002. Identification and sequence analysis of Potato yellow mosaic virus capsid protein minor gene. *Virus Genes* 25, 317–322.

Combatiendo el Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*)

Kromann, Peter¹; Taípe, Arturo¹; Pérez, Willmer²; Gamboa, Soledad²; Forbes, Gregory³; Andrade-Piedra Jorge¹.

¹ Centro Internacional de la Papa (CIP). Quito,

Ecuador. E-mail: p.kromann@cgair.org

² Centro Internacional de la Papa. Lima, Peru.

³ Centro Internacional de la Papa. Beijing, China.

Introducción

Según una encuesta mundial de expertos hecha en el año 2013 sobre la definición de prioridades de investigación en papa se determinó que:

(i) El manejo del tizón tardío (TT) causado por *Phytophthora infestans*, y (ii) El mejoramiento genético para la resistencia al TT siguen siendo las prioridades de investigación más importantes para abordar las principales limitaciones y oportunidades para mejorar la producción de papa de pequeños agricultores a nivel global [1].

Áreas de investigación en Tizón Tardío del Centro Internacional de la Papa son:

Patología del TT

(a) Importancia de la dinámica poblacional de *P. infestans* (incluyendo monitoreo y mapeo de las poblaciones) en la durabilidad de resistencia y en el manejo de TT

(b) Mejorando el manejo de TT basado en conocimiento de la epidemiología del TT (efectos de los parámetros climáticos y la evolución de la población de *P. infestans* sobre las epidemias).

(c) Adaptación a los efectos del cambio climático sobre la severidad del TT, con especial énfasis en la región andina donde el TT amenaza a los entornos frágiles, empujando a los agricultores a altitudes mayores, y en la misma manera amenaza a la biodiversidad de la papa silvestre.

(d) El desarrollo de métodos específicos de control y estrategias de adaptación para el manejo del TT más sostenible, incluyendo Sistema de Apoyo a la Decisión (SAD) para la aplicación de fungicidas y el uso de fungicidas de baja toxicidad e impacto ambiental.

(e) La identificación de factores genéticos y mecanismos de resistencia cuantitativa y duradera que se encuentran en ciertas variedades ampliamente cultivadas

La perspectiva para el futuro es desarrollar una “Red Tizón Latinoamérica” (*LatinBlight*)

CIP apoya a los socios regionales para proponer una red de investigación y capacitación sobre manejo de TT en América Latina con colaboración de redes e investigadores de la UE y los EEUU. Una red similar al *EuroBlight* en Europa. En esta iniciativa, un consorcio de socios promovería procedimientos estandarizados, generación de información sobre el manejo del TT (mapeo de la población del patógeno, la susceptibilidad genética, la eficacia de fungicidas y SAD) y pondría en marcha mecanismos comunes para el manejo y almacenamiento de datos. El consorcio buscará la planificación y seguimiento de avances y el intercambio de experiencias hacia la mitigación de pérdidas inducidas por el TT bajo escenarios climáticos actuales y futuros; además de la oferta de eventos de capacitación entre socios interesados. Personas particulares e instituciones interesadas en participar en la “Red Tizón Latinoamérica” favor ponerse en contacto con los autores. CIP está apoyando iniciativas similares que se están llevando a cabo en Asia y África.

Referencias bibliográficas

- [1] Anonymous. RTB Extension Request 2015-2016, April 2014 [Internet]. CGIAR Research Program on Roots, Tubers and Bananas; Available from: http://www.rtb.cgiar.org/publication/rtb-extension-request-2015-2016/wppa_open/

ESTRÉS ABIÓTICO

Presentaciones
Orales y Posters

Respuesta bioquímica de tres variedades Colombianas de papa (*Solanum tuberosum* L) sometidas a estrés por déficit hídrico

Rodríguez, Pérez L¹; Moreno, Fonseca L². y Núñez, López C.²

¹ Pontificia Universidad Javeriana. E-mail: loyla.rodriguez@javeriana.edu.co

² Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

Introducción

El incremento de temperatura ha causado una disminución en la disponibilidad de agua para la agricultura ocasionando frecuentes eventos de déficit hídrico en las plantas cultivadas [1]. Las plantas han desarrollado mecanismos bioquímicos y fisiológicos de tolerancia a sequía para reducir la pérdida de agua o para proteger las moléculas y estructuras celulares del daño causado por el estrés [2]

Objetivo

Estudiar la respuesta bioquímica de plantas de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L) sometidas a un periodo de déficit hídrico al inicio de la inducción de tuberización y posterior recuperación.

Materiales y Métodos

Plantas de las variedades Esmeralda, Pastusa suprema y Diacol Capiro en la etapa de inducción de tuberización (75 días después de siembra) fueron sometidas a un periodo de déficit hídrico por suspensión del riego hasta alcanzar un potencial hídrico foliar (Ψ_h) de -2.0 MPa, seguido de un periodo de rehidratación, comparadas con plantas bien hidratadas. La duración del periodo de déficit requerido para alcanzar el Ψ_h de -2.0 MPa fue diferente, en Esmeralda a los 6 días, Pastusa suprema, 5 días y Diacol Capiro 4 días.

Resultados

En las tres variedades evaluadas, el déficit hídrico indujo incrementos significativos ($P \leq 0.01$) en la pérdida de electrolitos, Malondialdehído, enzimas antioxidantes como Catalasa y Peroxidasa, compuestos asociados con ajuste osmótico como prolina y azúcares reductores, azúcares totales, proteína total, pigmentos fotosintéticos: contenido de clorofilas a, b, relación clorofila a/b y total y carotenoides, mientras la eficiencia fotoquímica del fotosistema II se redujo.

Conclusiones

Al rehidratar, los parámetros de respuesta bioquímica se restauraron a los valores de los controles mostrando la capacidad de recuperación de las plantas. Para superar el déficit hídrico, las plantas tolerantes ponen en marcha mecanismos de defensa antioxidante de carácter enzimático y no enzimático para proteger moléculas y estructuras celulares e igualmente activan mecanismos de ajuste osmótico mediante la síntesis de prolina y azúcares reductores para reducir la pérdida de agua bajo condiciones de déficit hídrico.

Referencias bibliográficas

- [1] Oki, T. y Kanae, S. 2006. Global hydrological cycles and world resources. *Sciences* 313: 1068-1072.
- [2] Munne-Boscha, S., Falarab, V., Pateraki, I., Lopez-Carbonella, M., Angelos, K. & Kanellisb, A. 2009. Physiological and molecular responses of the isoprenoid biosynthetic pathway in a drought-resistant Mediterranean shrub, *Cistus creticus* exposed to water deficit. *Journal of Plant Physiology* 166: 136-145.

Tolerancia a alta temperatura del germoplasma chileno de papa

Lizana, Carolina¹ y Vargas, Constanza¹

¹ Instituto de Producción y Sanidad Vegetal, Universidad Austral de Chile, E-mail: carolina.lizana@uach.cl

Introducción

La variabilidad genética es un importante recurso para lograr aumentos en la productividad de los cultivos, en un escenario de cambio climático global. La temperatura media cambiará, en una magnitud de 1.7 a 4.9°C hacia el 2100, dependiendo de la latitud [1]. Los efectos sobre la fisiología del cultivo [2, 3, 4] y el rendimiento [5] dependerán de la región de cultivo. La generación de variedades tolerantes a estrés por altas temperaturas, es una vía para mejorar el rendimiento de este cultivo. La Isla de Chiloé, en Chile, provee un gran número de genotipos de papa nativa poco utilizados hasta ahora en mejoramiento, que podrían tener caracteres favorables para tolerar este estrés. Las variables fisiológicas asociadas con tolerancia a altas temperaturas han sido utilizadas por programas de mejoramiento en otras especies [6] y que pueden ayudar a la selección de genotipos de papa tolerantes a alta temperatura, en condiciones de campo.

Objetivo

Determinar la asociación entre caracteres fisiológicos de tolerancia a alta temperatura y el rendimiento en accesiones del banco de germoplasma de papa de la Universidad Austral de Chile.

Materiales y Métodos

Se evaluaron 64 genotipos de papa (60 nativos y 4 variedades comerciales), en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Los tratamientos consistieron en: i) control: plantas creciendo a temperatura ambiental (T_m 17.1°C, durante el ciclo del cultivo); ii) alta temperatura: plantas creciendo en parcelas cubiertas por una caseta de polietileno, desde 60% de cobertura del cultivo hasta cosecha (T_m 24.5°C, durante el ciclo del cultivo). Cuando los genotipos alcanzaron su máxima cobertura, se determinó la interceptación de radiación de la canopia, el IAF, la concentración de clorofila foliar (SPAD), temperatura de canopia y se muestrearon discos de hojas para determinar la termo estabilidad de las membranas celulares, a altas temperaturas. Los datos fueron analizados utilizando un ANDEVA de dos vías y las relaciones entre las variables evaluadas y el rendimiento se exploraron aplicando análisis de componentes principales [7].

Resultados

Los rendimientos de los genotipos variaron de 24 a 90 t.ha⁻¹ en condiciones control y 18 a 72 t.ha⁻¹ en el tratamiento de alta temperatura. Se encontró variabilidad en la respuesta del rendimiento al tratamiento térmico, entre genotipos (45 a 50% de cambio respecto del control). El análisis de varianza, arrojó una significativa interacción Genotipo x Ambiente. El 61% de los genotipos fueron negativamente afectados por altas temperaturas, el 17% no sufrió cambios y 22% aumentó su rendimiento bajo esta condición. Mediante el análisis de componentes principales se determinó que el CP1 asociado a la temperatura de la canopia y la estabilidad de las membranas celulares explicó el 56% de la variación en el rendimiento. El CP1 y CP2 explicaron el 78% de la variación en el rendimiento del cultivo, sometido a estrés por altas temperaturas. El rendimiento no fue afectado por el aumento de temperaturas en las condiciones del sur de Chile, en 3 de las 4 variedades comerciales evaluadas (Desiree, Karu y Pukara), alcanzando 58, 46 y 42 T.ha⁻¹ promedio, respectivamente. Por otra parte la variedad comercial Yagana, redujo su rendimiento en un 15% (51 a 43 T.ha⁻¹), por efecto de altas temperaturas.

Conclusiones

Existe variabilidad en tolerancia a altas temperaturas en el germoplasma chileno de papa, asociada a variables fisiológicas como la temperatura de la canopia y la estabilidad de las membranas celulares. De los 64 genotipos evaluados, 22 nativos y 3 comerciales presentaron tolerancia a altas temperaturas y podrían ser promisorios para su uso en mejoramiento frente a este estrés.

Agradecimientos. Proyecto Fondecyt 11110500 por financiar esta investigación

Referencias bibliográficas

- [1] Wigley, T.M.L., Raper, S.C.B., 2001. Interpretation of High Projections for Global-Mean Warming. *Sci.* 293, 451-454.
- [2] Struik, P.C., Geertsema, J and Custers, C.H.M.G. 1989. Effects of shoot, root and stolon temperature on the development of the potato (*Solanum tuberosum* L.) plants. I Development of the haulm. *Potato Research.* 32:133-141.
- [3] II Development of stolons. *Potato Research.* 32:143-149.
- [4] III Development of tubers. *Potato Research.* 32:151-158.
- [5] Bobaendler, K.B.A., LUGT, C. and Marinus J. 1964. The induction of second growth in potato tubers. *European Potato Journal* 7(1), 57-71. Physiological and Morphological Traits Associated With Spring Wheat Yield Under Hot, Irrigated Conditions
- [6] Reynolds, M.P., Balota, M., Delgado, M.I.B., Amani, I. and Fischer, R.A. 1994. *Australian Journal of Plant Physiology* 21(6), 717-730.
- [7] Hair, J., Black, W., Babin, B., Anderson, R. y Tatham, R. 2006. *Multivariate data analysis.* Pearson education international, sixth edition. USA. 899 p

Respuesta fisiológica de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) sometidas a déficit hídrico

Rodríguez, Pérez L.¹; Moreno, Fonseca L.² y Núñez, López C.²

¹ Pontificia Universidad Javeriana. E-mail: loyla.rodriguez@javeriana.edu.co

² Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

Introducción

El déficit hídrico es uno de los principales estreses que reduce el rendimiento de *Solanum tuberosum* L., especie originaria de la región andina de América del Sur, ampliamente cultivada en el mundo y con una gran importancia en la seguridad alimentaria [1]. El estrés por déficit hídrico disminuye considerablemente el rendimiento convirtiéndose en una limitante para la producción del cultivo de papa [2, 3, 4]

Objetivo

Evaluar el efecto del déficit hídrico y la rehidratación sobre la respuesta fisiológica de tres variedades de *S. tuberosum*.

Materiales y Métodos

Plantas de las variedades Esmeralda, Pastusa suprema y Diacol Capiro en la etapa de inducción de tuberización (75 días después de siembra) fueron sometidas a un periodo de déficit hídrico por suspensión del riego hasta alcanzar un potencial hídrico foliar (Ψ_h) de -2.0 MPa, seguido de un periodo de rehidratación, y comparadas con plantas bien hidratadas. La duración del periodo de déficit requerido para alcanzar el Ψ_h de -2.0 MPa fue diferente, en Esmeralda a los 6 días, Pastusa suprema 5 días y Diacol Capiro 4 días.

Resultados

En las tres variedades evaluadas, el déficit hídrico indujo reducciones significativas ($P \leq 0.01$) en el potencial hídrico foliar (Ψ_h) contenido relativo de agua (CRA), fotosíntesis (A), conductancia estomática (gs), transpiración (E), eficiencia intrínseca en el uso de agua (EUAi), eficiencia fotoquímica del PSII, pérdida de electrolitos, longitud del tallo, área foliar, masa seca total y rendimiento de tubérculos, mientras las variables indicadoras de estrés como la temperatura de la hoja y pérdida de electrolitos aumentaron.

Conclusiones

Al rehidratar, todas las variedades alcanzaron los valores de los controles mostrando completa recuperación. La reducción en la

fotosíntesis se debe principalmente a una limitación estomática, la cual disminuye la producción de fotoasimilados y por tanto reduce la acumulación de peso seco en las tres variedades.

Referencias bibliográficas

- [1] Kuiper H, Kleter G, Noteborn H, Kok E (2001) Assessment of the food safety issues related to genetically modified foods. *The Plant Journal* 27(6), 503-528.
- [2] Tourneux, Ch., Devaux, A., Camacho, M. R., Maman. I, P. y Ledent, J. F. 2003. Effects of water shortage on six potato genotypes in the highlands of Bolivia (I): morphological parameters, growth and yield. *Agronomie*. 23: 169-179.
- [3] Bonilla, N. 2009. Evaluación y selección agronómica de cuarenta genotipos de papa (*Solanum tuberosum* L.) para tolerancia a estrés hídrico en tres localidades de la provincia de Chimborazo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Tesis para otorgar el grado de Ingeniería. Ecuador.
- [4] Lahlou, O, Ouattar, S. y Ledent, J. 2003. The effect of drought and cultivar on growth parameters, yield and yield components of potato. *Agronomie*. 23: 257-268.

Efectos de ácido salicílico y peróxido de hidrógeno en la termotolerancia y actividad catalasa en plantas de *Solanum tuberosum* L. infectadas por PVX o PVS

Aguilar-Camacho, Miguel y López-Delgado, Humberto A¹.

¹ Programa Nacional de Hortalizas (Papa), Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Conjunto SEDAGRO, Metepec, Estado de México. México C.P. 52140 E-mail: lopez.humberto@inifap.gob.mx

Introducción

El éxito de la termoterapia en la obtención de plantas libres de virus depende del tipo de virus y sensibilidad al calor de la planta a tratar [2]. Bajos porcentajes de sobrevivencia y de plantas libres de virus, son las principales limitantes de la técnica. Estudios previos demostraron que ácido salicílico (AS) y peróxido de hidrógeno (H_2O_2), dos moléculas señal involucradas en las respuestas de tolerancia a estrés de las plantas, indujeron termotolerancia ligados con cambios en la actividad enzimática antioxidante de catalasa durante los periodos de termoterapia y de recuperación [1, 2].

Objetivos

En este estudio se determinó el efecto de AS y H_2O_2 a corto y largo plazo en los porcentajes de sobrevivencia y la actividad catalasa, en dos clones de *Solanum tuberosum* L. infectados con PVX o PVS sometidos a termoterapia.

Materiales y Métodos

Corto plazo: microplantas fueron cultivadas 30 días en medio MS en presencia de AS (10^{-6} o 10^{-5} M) o sumergidos por una hora en una solución de H_2O_2 (0.5 o 1 mM). Largo plazo: al igual que los procedimientos en corto plazo y un subsecuente subcultivo a medio MS en ausencia de AS por un periodo adicional de 30 días. En ambos plazos, al término de los 30 días, fueron subcultivadas nuevamente y 5 días después transferidas a termoterapia a temperaturas alternadas de 32°C/22h y 42°C/2h en periodos de 24 h por 30 días. Antes del periodo de termoterapia se realizaron las mediciones de actividad catalasa (CAT). Posterior a la termoterapia, se evaluó la sobrevivencia. Para la etapa de recuperación se subcultivaron las microplantas sobrevivientes a medio MS por 30 días y se evaluó la sobrevivencia.

Resultados

Tanto en corto como en largo plazo, los tratamientos de AS y H_2O_2 incrementaron significativamente los porcentajes de sobrevivencia

en el clon positivo a PVX al concluir el periodo de termoterapia. Corto plazo: el tratamiento de AS (10^{-6} M), incrementó significativamente la actividad de CAT en contraste con el testigo en ambos clones. Largo plazo: el tratamiento de H_2O_2 (0.5 mM) incrementó significativamente la actividad de CAT en el clon positivo a PVS; mientras que, en el clon infectado con PVX ambos tratamientos de H_2O_2 incrementaron significativamente la actividad de la enzima. Las diferencias en la inducción de termotolerancia entre los dos clones podrían estar asociadas al tipo de virus y al genotipo [3]. Los incrementos en la actividad de CAT por la aplicación a corto plazo de AS (10^{-6} M) y la aplicación a largo plazo de H_2O_2 (0.5 y 1 mM), podrían estar directamente relacionados con el incremento de sobrevivencia durante termoterapia en el clon positivo a PVX posiblemente mediados por cambios en el contenido interno de H_2O_2 . Se reportan resultados similares en los cuales pretratamientos con AS y H_2O_2 en plantas de *Agrostis stolonifera* indujeron termotolerancia durante un estrés de calor [4].

Conclusión. El uso de moléculas señal como AS y H_2O_2 , podrían tener una influencia en la actividad antioxidante de la planta y por lo tanto, en su capacidad para tolerar altas temperaturas durante termoterapia.

Referencias bibliográficas

- [1] López-Delgado H.A., Dat J.F., Foyer H., and Scott I.M. 1998. Induction of thermotolerance in potato microplants by acetylsalicylic acid and H_2O_2 . J. Exp. Bot. 49: 713–720.
- [2] López-Delgado H. A., Mora-Herrera M.E., Zavaleta-Mancera H.A., Cadena-Hinojosa M., and Scott I.M. 2004. Salicylic acid enhances heat tolerance and potato virus X (PVX) elimination during thermotherapy of potato microplants. Amer. J. of Potato Res. 81: 171-176.
- [3] Mellor F.C. and R. Stace-Smith. 1977. Virus-free potatoes by tissue culture. pp 615–637. In: J. Reinert and Y.P.S. Bajaja, (eds). Applied and Fundamental Aspects of Plant Cell, Tissue and Organ Culture. Springer-Verlag, Berlin.
- [4] Larkindale J. and Bingru H. 2004. Thermotolerance and antioxidant systems in *Agrostis stolonifera*: Involvement of salicylic acid, abscisic acid, calcium, hydrogen peroxide and ethylene. J. Plant Physiol. 161:405-413.

Resistencia a sequía en variedades mejoradas de papa en Bolivia

Gabriel, Julio¹; Mamani, Pablo¹; Angulo, Ada¹; Magne, Jury¹; Saavedra, Karina¹; Gonzáles, Edño¹.

¹ Fundación PROINPA, Casilla 4285, Cochabamba, Bolivia,

E-mail: j.gabriel@proinpa.org

Introducción

La agricultura es altamente dependiente del clima, y los impactos de cambio climático se sentirán más en los países del Sur, agravando la degradación de suelos y falta de agua. Los agricultores de escasos recursos se verán afectados por pérdidas de sus cultivos y la erosión de su agrobiodiversidad. Esto se agravará porque no cuentan con recursos económicos y tecnología adecuada para adaptarse a estos efectos del cambio climático [3]. Ante este escenario, será imprescindible tomar medidas preventivas y de adaptación para mitigar los efectos adversos. La papa es conocida por su sensibilidad a la sequía y otros factores abióticos [2], por lo que se debe poner especial énfasis en el desarrollo de programas de mejoramiento genético para obtener variedades mejoradas con capacidad de adaptarse a las condiciones cambiantes del clima [1,3].

Objetivos

Evaluar variedades mejoradas de papa por su resistencia a sequía bajo condiciones de campo.

Materiales y Métodos

Se implementó una parcela experimental con 12 variedades mejoradas de papa de PROINPA en la zona de Anzaldo en Cochabamba, Bolivia. La parcela fue sembrada en un diseño experimental de látice desbalanceado 3 x 4 en arreglo de parcelas divididas en franjas con tres repeticiones. La unidad experimental tuvo 4 surcos de 2 m de largo, 0.7 m entre surcos y 0.30 m entre plantas. Se probaron dos factores: A) 12 variedades de papa, B) Dos niveles de sequía (con y sin). Los tratamientos fueron: S1 = Riego normal a CC, S2 = Suspensión del riego al inicio de tuberización. Las variables de respuesta fueron: El contenido de clorofila, porcentaje de emergencia, número de hojas, número de tubérculos y grado de severidad. Todas las variables fueron evaluadas antes y después del tratamiento de sequía.

Resultados

Las variedades Pafrita, Runa Toralpa y Aurora fueron resistentes. La sequía de un mes sin riego es suficiente para reducir en general

el rendimiento en un 50% y el número de tubérculos en un 30%. El contenido de clorofila, porcentaje de emergencia, número de hojas, número de tubérculos y rendimiento correlacionaron moderada y significativamente con el grado de severidad (0.68, -0.45, 0.42, -0.39, -0.52 respectivamente). Esto mostró que las variedades resistentes expresaron menor contenido de clorofila, mayor número de hojas, mayor número y peso de tubérculos. Sin embargo, aún las variedades resistentes mostraron una disminución de rendimiento y número de tubérculos con respecto al tratamiento con riego (15 a 20%). Los genotipos susceptibles fueron las que más sufrieron reduciendo sus rendimientos hasta más del 50%

Conclusiones

La sequía causa pérdidas en rendimiento y número de tubérculos tanto en variedades resistentes (Pafrita, Runa Toralpa y Aurora) como susceptibles (Waych'a y Yungueña). Las variedades resistentes a sequía tuvieron menor contenido de clorofila, mayor número de hojas, mayor rendimiento y mayor número de tubérculos que las susceptibles.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo económico del proyecto Fontagro-CLIPAPA.

Referencias bibliográficas

- [1] González, J.; L.A. Salamanca; B. Condori; M.A. Ontiveros (Eds.). 2011. Tras las huellas del cambio climático; Estado del arte del conocimiento sobre adaptación al cambio climático Agua y seguridad alimentaria. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), La Paz, Bolivia. 144 p.
- [2] Mamani, P. y J. Vallejos. 2009. Estrés hídrico por sequía. Páginas 166 – 171 in Antonio Gandarillas y Noel Ortuño Eds.: Compendio de enfermedades, insectos, nematodos y factores abióticos que afectan el cultivo de papa en Bolivia. Fundación PROINPA Ed., Cochabamba, Bolivia.
- [3] Stäubli, B.; R. Wenger; S. Wymann von Dach 2008. Pommes de terre et changement climatique. *Inforesources focus* No. 1/08: 3-11.

Efectos de la sequía en la fisiología de genotipos de papa en Bolivia

Mamani, Pablo¹ y Ledent, F.²

¹ Fundación PROINPA, Cochabamba, Bolivia. E-mail: p.mamani@proinpa.org

² Ex Profesor de la Université Catholique de Louvain la Neuve, Bélgica.

Introducción

El cambio climático está produciendo efectos negativos en la región andina de Bolivia [1], tales como el aumento de la variación del régimen pluvial y temperaturas, sequías en periodos críticos para los cultivos y precipitaciones intensas de corta duración que provocan escorrentía y erosión. En estas condiciones se estima que la sequía puede afectar hasta en un 60% en la productividad de la papa. El conocimiento de los mecanismos fisiológicos que estén asociados con el rendimiento, permitirá encontrar buenos indicadores de tolerancia a la sequía que serían útiles para el mejoramiento y la selección de genotipos tolerantes a la sequía [2].

Objetivo

Determinar los mecanismos fisiológicos utilizados por la papa para adaptarse a la sequía e identificar aquellos que estén asociados con el rendimiento del cultivo.

Materiales y Métodos

En las regiones montañosas andinas de Tiraque, Cochabamba, Bolivia y en dos años consecutivos y bajo un diseño de BCA en factorial se evaluaron seis variedades de papa contrastantes en su tolerancia a la sequía, en condiciones semi-controladas. Las variedades utilizadas fueron: *S. berthaultii* (reemplazada luego por *S. juzepczukii* (Luky), Jaspe, Waych'a, Desirée, Ch'aska y Yungay. Se aplicaron tres regímenes de agua: R0 = riego a capacidad de campo (testigo), R1 = sequía al inicio de la tuberización (sequía temprana) y R2 = sequía a un mes del inicio de la tuberización (sequía tardía). Se evaluaron parámetros fisiológicos y componentes de rendimiento.

Resultados

Se observaron diferencias fisiológicas entre variedades. Los PHFs de *S. berthaultii* y Luk'y fueron los menos afectados por la sequía en comparación a los de Desirée, Waych'a, Jaspe, Ch'aska y Yungay que mantienen una tendencia similar. Se pudo determinar que el PHF está asociado inversamente con el CRAF ($r = 0.96$), el cual por efecto de la sequía en Luk'y baja hasta 70% y en las otras variedades baja hasta 55 y 60%. El mantenimiento de un alto potencial de agua en las hojas de Luk'y se debe a su baja

área foliar total. En condiciones normales de humedad la RDE de Luk'y es mayor a la de las otras variedades y la de *S. berthaultii* es menor. En condiciones de sequía la RDE de ambas variedades son las menos afectadas. En condiciones de sequía la transpiración de Luk'y se mantiene en tasas altas en relación al resto de las variedades. El parámetro de fluorescencia DF/Fm es estable hasta un déficit hídrico de 30% y el parámetro de fluorescencia Fv/Fm no cambia en un rango de déficit de agua amplio (7 a 42%).

Conclusiones

Las variedades Yungay y Jaspe fisiológicamente son menos sensibles a la sequía, contrariamente a las variedades Desirée y Waycha.

La reducción del agua en las hojas de Jaspe y Yungay está asociada a su mayor incremento de su RDE.

La variedad Luk'y pese a ser sensible a la sequía en su rendimiento, presenta características fisiológicas diferentes al resto de las variedades que le permiten un alto PHF y alto CRAF.

No existe diferencia en el parámetro de fluorescencia DF/Fm entre variedades sensibles y poco sensibles a la sequía en rendimiento.

Referencias bibliográficas

- [1] Goetter, J. 2010. Cambio Climático en el Sur de Cochabamba y Norte de Potosí, (GTZ-PROAGRO, Cochabamba. 90 p.
- [2] Tourneux C, Devaux A, Camacho MR, Mamani P, Ledent JF. 2003. Effect of water shortage on six potato genotypes in the highlands of Bolivia (II): water relations, physiological parameters. *Agronomie* 23: 181–190.
- [3] Shao, H.B., L.Y. Chu, C.A. Jaleel y C.X. Zhao. 2008. Water-deficit stress-induced anatomical changes in higher plants. *C.R. Biol.* 331, 215-225.

FISIOLOGÍA Y NUTRICIÓN

Presentaciones
Orales y Posters

Eficiencia de uso de fósforo en distintos genotipos de papa cultivados en el Sur de Chile

Sandaña, Patricio A.¹; Kalazich, Julio.¹

¹ Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Osorno, Chile. E-mail: patricio.sandana@inia.cl

Introducción

El aumento en la demanda global por fertilizantes fosforados y la preocupación por el impacto ambiental de la fertilización fosforada son factores que ejercen presión en la actualidad, para mejorar la eficiencia de uso de fósforo (EUP) en los sistemas productivos de papa [1]. La EUP de los cultivos se define como el producto entre la eficiencia de absorción de P (EAP) y la eficiencia interna de P (EIP) del cultivo. Existe considerable información en esta materia en los cultivos de grano [2, 3 y 4]. Sin embargo, en el cultivo de papa hay escasos estudios evaluando la EUP en distintos genotipos de papa.

Objetivo

El objetivo del presente estudio fue evaluar la EUP y sus componentes en diferentes genotipos de papa en condiciones de campo en el Sur de Chile.

Materiales y Métodos

En la temporada 2012-13 se realizó un experimento de campo en INIA, Osorno, Chile. Los tratamientos resultaron de la combinación factorial de 22 genotipos de papa y 2 niveles de fertilización fosforada (0 y 300 kg P₂O₅ ha⁻¹, -P y +P, respectivamente). Entre los genotipos se incluyeron cinco genotipos nativos, ocho líneas avanzadas y nueve variedades. El nivel inicial de P en el suelo fue de 7.2 mg kg⁻¹ P-Olsen. En cosecha se determinó biomasa aérea, rendimiento, concentración y absorción total de P. El diseño experimental correspondió al de parcelas divididas (parcela principal: niveles de P; sub-parcela: genotipos) en tres bloques completos al azar.

Resultados

El rendimiento, la EAP y la EIP fueron afectados ($P < 0.01$) por el genotipo, nivel de P e interacción genotipo x nivel de P. Los genotipos mostraron distinta sensibilidad a la deficiencia de P (-P) con reducciones del rendimiento que fluctuaron entre 40 y 5%. La EAP se redujo con fertilización fosforada (1.90 y 0.20 kg de P absorbido/ kg P disponible en tratamientos -P y +P, respectivamente). Sin embargo, la EAP fluctuó entre 2.7 y 1.3 kg P absorbidos/ kg P

disponible según el genotipo. La EIP para los tratamientos -P y +P, fue en promedio 2378 y 2048 kg rendimiento/ kg P absorbidos, respectivamente. En el tratamiento -P, los valores de EIP, según el genotipo, fluctuaron entre 2821 and 1886 kg rendimiento/ kg P absorbidos. Finalmente la EUP fue en promedio 4475 y 412 kg rendimiento/ kg P disponible, para los tratamientos -P y +P, respectivamente. Los valores de EUP en el tratamiento -P fluctuaron, según el genotipo, entre 5871 y 2814 kg rendimiento/ kg P disponible.

Conclusiones

El presente estudio demuestra la importante variabilidad genotípica en la eficiencia de uso de P en condiciones de campo. Esta información podría ser útil para programas de mejoramiento genético y de manejo agronómico, para incrementar la eficiencia de uso de P a través de la generación de genotipos más eficientes, elección de cultivares más tolerantes a la deficiencia de P y/o el ajuste de la fertilización fosforada según el genotipo a cultivar.

Agradecimientos

Investigación financiada por CONICYT/FONDECYT/INICIACION/ N° 11121190. Patricio Sandaña fue financiado por el proyecto FIA "Consorcio Tecnológico de la Papa".

Referencias bibliográficas

- [1] Thornton M, Novy R, Stark J, 2014. Improving Phosphorus Use Efficiency in the Future. Am. J. Potato Res. 91, 175-179
- [2] Batten G, 1992. A review of phosphorus efficiency in wheat. Plant Soil 146, 163-168.
- [3] Gahoonia T, Nielsen N, Lyshede O, 1999. Phosphorus (P) acquisition of cereal cultivars in the field at three levels of P fertilization. Plant Soil 211, 269-281.
- [4] Manske G, Ortiz-Monasterio J, Van Ginkel M, González R, Fischer R, Rajaram S, Vlek P, 2001. Importance of uptake efficiency versus P utilization for wheat yield in acid and calcareous soils in Mexico. Eur. J. Agron. 14, 261-274.

Determinantes eco-fisiológicos del rendimiento en distintos genotipos de papa en respuesta a la fertilización fosforada

Sandaña, Patricio A.¹; Kalazich, Julio.¹

¹ Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA),

Osorno, Chile. E-mail: patricio.sandana@inia.cl

Introducción

El cultivo de papa requiere, en comparación a otros cultivos, mayores niveles de fósforo (P) en el suelo para alcanzar comparables rendimientos [1]. El rendimiento del cultivo de papa puede definirse como el producto de la radiación interceptada (RI, MJ m⁻²) durante el ciclo del cultivo, la eficiencia en el uso de radiación (EUR, g MJ⁻¹), y el índice de cosecha (IC, g g⁻¹) [2, 3]. En otros cultivos se ha observado que las deficiencias de P repercuten negativamente en la RI [4, 5]. Sin embargo, en el cultivo de papa existe considerable menos información en esta área del conocimiento.

Objetivo

El objetivo del presente estudio fue evaluar la sensibilidad de estos determinantes eco-fisiológicos del rendimiento en diferentes genotipos de papa en respuesta al nivel de P.

Materiales y Métodos

En la temporada 2013-14 se realizaron en Chile dos experimentos de campo en las localidades de Osorno y Valdivia, experimentos 1 y 2, respectivamente. En ambos experimentos, los tratamientos resultaron de la combinación factorial de 22 genotipos de papa y 2 niveles de fertilización fosforada (0 y 300 kg P₂O₅ ha⁻¹, -P y +P, respectivamente). Entre los genotipos se incluyeron cinco genotipos nativos, ocho líneas avanzadas y nueve variedades. En el experimento 1 y 2, los niveles iniciales de P fueron de 8.2 y 10.7 mg kg⁻¹ P-Olsen, respectivamente. El diseño experimental correspondió al de parcelas divididas (parcela principal: niveles de P; sub-parcela: genotipos) en tres bloques completos al azar. Durante el ciclo de cultivo se midió la RI y en cosecha se determinó biomasa aérea, rendimiento, EUR y el IC.

Resultados

En ambos experimentos, tanto la biomasa total como el rendimiento fueron afectados ($P < 0.05$) por el nivel de P, el genotipo y la interacción genotipo x nivel de P. Los rendimientos en materia seca fluctuaron entre 1,9 y 15.0 t ha⁻¹. Las respuestas en rendimiento estuvieron relacionadas ($R^2 = 0.93$; $P < 0.01$) con la

biomasa total producida y no con el IC. En ambos experimentos, la deficiencia de P redujo la fracción de radiación interceptada, afectando negativamente ($P < 0.05$) la tasa de RI. La biomasa total se relacionó positivamente ($P < 0.01$) con la RI durante el ciclo de cultivo y con la EUR. Sin embargo, el cambio relativo en la producción total de tubérculos, en respuesta a la deficiencia de P, estuvo mejor explicado ($P < 0.001$) por el cambio relativo en la RI.

Conclusiones

El presente estudio demuestra importante variabilidad genotípica en la sensibilidad del rendimiento frente a la deficiencia de P. Los principales efectos eco-fisiológicos de la deficiencia de P estuvieron relacionados principalmente con su impacto negativo en la captura de radiación y, en menor medida, con efectos en la EUR. El IC resultó ser una variable conservativa frente a cambios en la disponibilidad de P. Esta información podría ser útil para científicos en el área de moldeamiento del cultivo de papa en condiciones de deficiencia de P.

Agradecimientos

Investigación financiada por CONICYT/FONDECYT/INICIACION/Nº 11121190. Patricio Sandaña fue financiado por el proyecto FIA "Consorcio Tecnológico de la Papa".

Referencias bibliográficas

- [1] Thornton M, Novy R, Stark J, 2014. Improving Phosphorus Use Efficiency in the Future. Am. J. Potato Res. 91, 175-179.
- [2] Harris, P.M., 1992. Mineral nutrition. In: Harris, P (Ed.), The potato crop: the scientific basis for improvement. Chapman & Hall, London, UK, pp 162-213.
- [4] Sandaña, P., Pinochet, D., 2011. Ecophysiological determinants of biomass and grain yield of wheat under P deficiency. Field Crops Res. 120, 311-319.
- [5] Sandaña, P., Ramírez, M., Pinochet, D., 2012. Radiation interception and radiation use efficiency of wheat and pea under different P availabilities. Field Crops Res. 127, 44-50.

Distribución de biomasa de la variedad Criolla Guaneña (*Solanum phureja* Juz et Buk) bajo condiciones de Oriente Antioqueño

Saldaña Villota, Tatiana M.¹; Patiño Cardona,

Jenniffer A¹; Cotes Torres, José M.¹.

¹ Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín.

E-mail: tmsaldanav@unal.edu.co

Introducción

La variedad de papa Criolla Guaneña es una planta de porte mediano, sus tubérculos son de gran calidad culinaria con un potencial de rendimiento de 32 t ha⁻¹. Se estima que su ciclo tiene una duración de 135 días a los 2.600 msnm y está adaptada principalmente a las condiciones agroecológicas del departamento de Nariño [1], lo cual puede hacer más competitivo el sistema productivo [2]. Este tipo de variedades modernas ofrecen más altos índices de cosecha y es necesario estudiar su fisiología, la distribución de fotoasimilados y los componentes de rendimiento, lo que permitirá ajustar el manejo agronómico del cultivo, de modo que se aproveche el potencial genético.

Objetivo. Conocer la distribución de biomasa de la variedad Criolla Guaneña, bajo las condiciones del Oriente Antioqueño.

Materiales y Métodos

Se realizaron tres experimentos en semestres consecutivos (2011-02 a 2012-02) en la Estación Agraria Paysandú (Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín), ubicada en el Corregimiento de Santa Elena (Medellín – Antioquia) a 2538 msnm con temperatura promedio de 13,6°C, 13,81°C y 14,6°C para cada experimento, respectivamente. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con dos niveles de fertilización correspondientes a 7 y 21 g de fertilizante por planta y cinco repeticiones. La unidad experimental fue un área de 18,27m² (7 surcos de 2,7 m de largo), la distancia entre surcos fue de 0,90 m, la distancia entre plantas fue de 0,30 m para una densidad de 37.037 sitios de siembra ha⁻¹. Se hicieron muestreos semanales correspondientes a una planta entera por unidad experimental. Las variables evaluadas de medición directa fueron los pesos secos de cada órgano. El tiempo de desarrollo se evaluó en grados día acumulados (GDA) y se utilizaron las temperaturas umbrales de 2°C y 29°C.

Resultados

Hubo un efecto significativo de la fertilización, siendo la dosis de 21 g pl⁻¹ la de mayor producción de biomasa en todos los órganos. En esta dosis, la distribución de biomasa de cada órgano respecto al total de la planta durante el ciclo, se observó que a los 400 GDA, las hojas corresponden al 40% de la planta, los tallos al 20%, los estolones y la raíz al 40% restante. A los 600 GDA, momento en el que se registran los primeros tubérculos con un porcentaje menor al 5%, las hojas corresponden al 50% del total de la planta, los tallos alcanzan un valor del 30% y los estolones y raíces corresponden al 15% restante, en este momento la proporción alcanzada por las hojas es máxima indicando que está lista para verter los fotoasimilados acumulados hacia los tubérculos. Es por eso que a los 1000 GDA el porcentaje de hojas se restablece al 40%, el porcentaje de tallos es del 25%, el de los estolones y raíces se reduce al 10%, y el de los tubérculos alcanza el 20%, valor que crece rápidamente hasta lograr el 50% del total de la planta a los 1200 GDA, reduciendo las hojas al 25%. Esta distribución coincide con la obtenida en Chipaque (Cundinamarca) a 2572 msnm donde a pesar de las diferencias en cuanto a inicio y duración de las etapas fenológicas debido a la ubicación geográfica de los experimentos, se obtuvo resultados de distribución de biomasa en Criolla Guaneña semejantes [3].

Conclusiones

Hubo efecto significativo de la fertilización sobre el crecimiento y acumulación de biomasa de la Variedad Guaneña. El rendimiento promedio en los tres experimentos de Criolla Guaneña fue de 30 t ha⁻¹ y 24,71 t ha⁻¹ para las dosis de 21 y 7 g planta⁻¹ respectivamente.

Réferencias bibliográficas

- [1] Núñez, C.E. 2011. Variedades colombianas de papa. Grupo imágenes. Bogotá D.C. 50p.
- [2] Rodríguez, L.E., Núñez, C.E., Navia, S.L. 2008. XXIII Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa y VI Seminario Latinoamericano de Uso y Comercialización de la Papa: Memorias. Primera Edición. Mar del Plata. Universidad Nacional de Mar del Plata, 2008. P. 166 – 167.
- [3] Santos, M. 2010. Evaluación del crecimiento, desarrollo y componentes de rendimiento de cuatro cultivares de papa criolla en dos localidades del departamento de Cundinamarca. Tesis de Maestría. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Crecimiento de la variedad de papa Criolla Galeras (*Solanum phureja* Juz et Buk) bajo el efecto de densidades de siembra

Patiño, Jennifer A.¹ Saldaña, Tatiana M.¹; Cotes, José M.¹

¹ Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín.

E-mail: jeapatinoca@unal.edu.co

Introducción

En las condiciones en las que está adaptada la variedad de papa Criolla Galeras, se caracteriza por ser una planta de porte medio, tener un potencial de rendimiento aproximado de 30 t ha⁻¹ y su ciclo puede durar alrededor de 127 días [1]. Es importante conocer la respuesta de las variedades de papa a distintas densidades de siembra, ya que esta afecta el tamaño y el número de tubérculos obtenidos [2].

Objetivo

Evaluar el crecimiento y desarrollo de la variedad Criolla Galeras bajo nueve densidades de siembra en tres localidades del departamento de Antioquia.

Materiales y Métodos

Se establecieron tres experimentos en el segundo semestre de 2013, en los municipios de Medellín (2.538 msnm), San Pedro de Los Milagros (2.718 msnm) y La Unión (2.486 msnm), con una temperatura promedio de 14,6°C; 14,3°C y 13,5°C; respectivamente. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Los tratamientos son una estructura factorial 3x3 correspondiente a tres distancias entre surco (0,8; 0,9 y 1,0 m) y tres distancias entre sitios de siembra (0,2; 0,3 y 0,4 m). La unidad experimental estaba conformada por siete surcos en los cuales se sembraron nueve tubérculos en cada uno. El tamaño de la unidad dependió de cada tratamiento. Para efectuar el análisis de crecimiento y desarrollo se realizaron muestreos semanales durante el ciclo de cultivo. Se tomaron 12 muestras, correspondientes a una planta entera por unidad experimental y se determinó: pesos secos de cada órgano y tasa relativa de crecimiento (TRC). El tiempo de desarrollo se evaluó en grados día acumulados (GDA) con temperaturas umbrales de 2°C y 29°C.

Resultados

El mayor peso seco de hojas se obtuvo en el arreglo de 1,0 m entre surcos y 0,3 m entre plantas dando un valor de 31,36 g por planta a los 848 GDA, siendo su diferencia estadísticamente diferente a

los demás. Los mayores valores se presentan en la distancia entre surcos de 0,8 m y distancia entre plantas de 0,2 m y 0,4 m, siendo su diferencia estadísticamente diferente a los demás tratamientos, obteniendo su máximo de 21,76 g por planta a los 1031 GDA. En contraste, estos mismos tratamientos presentan los mismos valores de peso seco de estolones, siendo su diferencia estadísticamente significativa con los demás. No hay diferencia significativa entre los pesos secos de raíz y los pesos secos de tubérculos, entre los distintos arreglos evaluados, el máximo peso seco de raíces es de 1,82 g a los 847 GDA, con valores que oscilan entre 0,7 y 0,8 g y para peso seco de tubérculos el máximo peso se obtiene al final del cultivo con valores que oscilan entre 122 y 203 g aproximadamente a los 1400 GDA. No hay diferencia entre las densidades de siembra y la TRC obteniendo su máximo valor a los 541 GDA con valores alrededor de 0,7g g⁻¹GDA⁻¹, la TRC empieza a ser negativa a partir de los 820 GDA indicando senescencia del cultivo.

Conclusión

Hay diferencia significativa entre tratamientos en la parte aérea de la planta, en contraste, no se encontró diferencia entre los pesos secos de la parte subterránea.

Referencias bibliográficas

- [1] Núñez, C.E. 2011. Variedades colombianas de papa. Grupo imágenes. Bogotá D.C. 50p.
- [2] Van der Veen, A.J.H., Lommen, W.J.M. 2009. How planting density affects number and yield of potato minitubers in a commercial glasshouse production system. Potato Research. 52:105-119.

Detección de glifosato o paraquat mediante un sensor colorimétrico de polidiacetileno

Moreno M., Yuri L.¹, Reyes C, Julia C.², Chaparro A., Sandra P.³

¹ Estudiante de Maestría en Química. E-mail: yuri.moreno@uptc.edu.co

² Estudiante de Doctorado. Southern Illinois University

³ Docente Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Introducción

En las estrategias de la agricultura tecnológica y convencional es vigente la aplicación de herbicidas como una medida de control de material vegetal indeseado y de rentabilidad; que en la región Cundiboyacense para el cultivo de papa se encuentran entre un 7 a 14% [1,2]. Los ingredientes activos paraquat y glifosato son responsables de las recurrentes afectaciones respiratorias, irritaciones dérmicas y oculares durante las aspersiones, e incluso de la manifestación de la enfermedad de Parkinson, cáncer pulmonar (fibrosis pulmonar), alteración de las habilidades cognitivas o motoras y malformaciones del embrión en el personal aplicador, por contacto durante la preparación y aplicación de las sustancias [3, 4, 5].

Objetivo

Este estudio propone la aplicación de liposomas de diacetileno (DA) y lípido natural funcionalizados en un sensor colorimétrico para la detección de glifosato y paraquat en medio acuoso.

Materiales y Métodos

Los liposomas se sintetizaron por hidratación de la película Blodget del monómero Ácido pentacosadienoico (PCDA) mezclado con el lípido sn-Dimiristoilfosfolina (DMPC) y posterior funcionalización interfacial con el grupo N- hydroxisuccinimida (NHS) a una concentración final de 1mM. Posteriormente, los liposomas fotopolimerizados fueron incubados en oscuridad con alícuotas de Gramaxone o Roundup en concentraciones de 0 - 2000 ppm. Este sistema se caracterizó por espectroscopia de absorción molecular (UV-Vis) y se calculó el porcentaje de respuesta colorimétrica (%RC).

Resultados

Los liposomas sin y funcionalizados en presencia de paraquat presentaron hipercromismo al igual que el control de las alícuotas de paraquat posiblemente debido a que es una sustancia con un espectro de emisión en la longitud del rojo y no posee grupos electrófilos fuertes para una interacción electrostática con la cabeza polar del ácido o el lípido de colina. Con glifosato, los

liposomas funcionalizados presentaron un espectro con un punto isobestico a 530 nm entre la región roja y azul pero no presenta la transición característica de la respuesta colorimétrica [6], en contraste, las liposomas sin presencia del grupo N-hidroxisuccinimida presentaron una respuesta colorimétrica máxima de 35% y un cambio de color de la solución de azul a rojo perceptible visualmente en el rango de concentración de 39 a 718 ppm. Lo anterior indica una posible interacción electrostática entre la cabeza polar del N-fosfometiglicina (glifosato) y el grupo carboxilato del ácido, que induce a la deslocalización de la cadena conjugada del polidiacetileno, transición característica de un proceso hipsocrómico expresado en el cambio de color [7].

Conclusión

Los liposomas sin grupo funcional son aptos para su aplicación en un sensor de glifosato en medio acuoso y para la detección de paraquat se recomienda evaluar otro receptor químico o biológico que pueda inducir a una respuesta colorimétrica.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo del Grupo de Desarrollo, Investigación y Exploración en Nanotecnología de la Universidad del Sur de Illinois (USA), Colciencias y la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia por la Financiación.

Referencias bibliográficas

- [1] Superintendencia de Industria y Comercio. Cadena productiva de la papa: Diagnóstico de libre competencia. Reporte. 2011. Bogota, Colombia.
- [2] QUINTERO, Luis Eduardo et. al. «Costos de producción de papa en Colombia. Documento de trabajo No 40.,» Observatorio de Agrocadenas IICA, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Bogota, 2004.
- [3] Meriel Watts. Paraquat. Pesticide Action Network Asia and the Pacific. 2011. Penang, Malasia.
- [4] Céline Gasnier, Coralie Dumont, Nora Benachoura, Emilie Clair, Marie-Christine Chagnon, Gilles-Eric Séralin. Glyphosate-based herbicides are toxic and endocrine disruptors in human cell lines. *Toxicology* 262 (2009) 184–191.
- [5] United States Environmental Protection Agency. Paraquat Dichloride. Prevention, Pesticides And Toxic Substances. Nueva York. 1997.
- [6] Reichert A, Nagy J, Spevak W, Charych D. Polydiacetylene Liposomes Functionalized with Sialic Acid Bind and Colorimetrically Detect Influenza Virus. *J. Am. Chem. Soc.* 1995, 117 (2), 829-830.
- [7] Guo, C.. A Promising Drug Controlled-Release System Based on Diacetylene/ Phospholipid Polymerized Vesicles. *Langmuir*. 2009. 25:13114-13119.
- [6] Reichert A, Nagy J, Spevak W, Charych D. Polydiacetylene Liposomes Functionalized with Sialic Acid Bind and Colorimetrically Detect Influenza Virus. *J. Am. Chem. Soc.* 1995, 117 (2), 829-830.
- [7] Guo, C.. A Promising Drug Controlled-Release System Based on Diacetylene/ Phospholipid Polymerized Vesicles. *Langmuir*. 2009. 25:13114-13119.

Diferencias en la ruptura del reposo según variedad y tamaño de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*)

Colnago, Paula.¹; Zaccari, Fernanda.²; Curbelo, Natalia¹

Departamento de Producción Vegetal. Centro Regional Sur (CRS). Facultad de Agronomía, Universidad de la República.

Uruguay. E-mail: paula.colnago@gmail.com

² Area Disciplinaria Poscosecha- Departamento de Producción Vegetal.

Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Montevideo, Uruguay.

Introducción

La calidad de los tubérculos-semilla de papa es una de las variables que definen la buena instalación del cultivo y en gran parte el rendimiento del mismo. La calidad del tubérculo semilla está directamente vinculada a la edad fisiológica definida por la etapa de reposo, estados de brotación (apical y múltiple) y senescencia [1]. La duración del reposo de los tubérculos es dependiente de la variedad y las condiciones de producción y conservación de los mismos previo a la siembra. El reposo finaliza al iniciarse el crecimiento del primer brote. La variedad, condiciones agroecológicas durante el crecimiento del cultivo, la temperatura de almacenamiento, los daños mecánicos sobre el tubérculo, el estado de madurez del tubérculo en cosecha, el tamaño del tubérculo-semilla pueden alterar la duración del período del reposo [2] y [3]. Es de interés conocer en nuevos materiales genéticos bajo condiciones locales de producción cómo se modifica la ruptura del reposo y la brotación inicial a través de la evaluación del efecto de la variedad y tamaño de tubérculo a fin de lograr una buena instalación del cultivo como una medida de manejo que puede colaborar en optimizar el rendimiento del mismo.

Objetivos

(1) Determinar diferencias en el tipo de brotación (apical y múltiple) para cada variedad y tamaño de tubérculo (2) cuantificar la evolución del peso del tubérculo y alteraciones patológicas que se presentan desde cosecha hasta levantamiento del reposo.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en las variedades Chieftain, Iporá y un nuevo material genético proveniente del programa de mejoramiento de INIA: Clon 3032.2 obtenidas de un cultivo de otoño sembrado en el CRS de Facultad de Agronomía (56°13'W; 34°36'S). El cultivo fue cosechado el 10 de junio y se almacenaron los tubérculos en galpón hasta su clasificación e ingreso a la cámara (1°julio/2013, 20 ± 3 °C y 80 ± 5 % HR). Para cada variedad se seleccionaron tubérculos sin defectos sanitarios ni físicos visibles y se clasificaron

en tres tamaños: entre 40 y 80g (tamaño "semilla"), 80 a 200g y mayor a 200g [4]. A los 30, 45 y 60 días de conservación en cámara se evaluaron las siguientes variables: (a) pérdida de peso (%) (b) número de tubérculos con brotes visibles (3mm); (c) número de tubérculos según brotación (apical y/o múltiple) y (d) a los 68 días se evaluó el largo de brotes en dos repeticiones con una escala construida para este propósito. El diseño experimental fue de parcelas al azar con 3 repeticiones por tratamiento (20 tubérculos/repeticion). Cada tratamiento consistió en una combinación de variedad y tamaño.

Resultados

A los 30 días de conservación, no se observaron diferencias en la brotación apical, sin embargo el Clon 03032.2 y la variedad Chieftain tuvieron mayor % de tubérculos en brotación múltiple (35 y 28%) respecto a Iporá (5%). A los 45 días todas las variedades se encontraban en brotación múltiple (87% a 100%) independientemente de la variedad y tamaño, observándose únicamente en Iporá papas en brotación apical (1,7 a 8,7%) con similares resultados a los 60 días. El % de tubérculos en brotación apical, confirma a Iporá como una variedad con fuerte dominancia apical a pesar del tiempo transcurrido a temperaturas de 20°C. El largo de los brotes (apical y lateral) fue distinto según variedad pero no por el tamaño de tubérculo. Iporá presentó mayor largo de brote respecto a Chieftain y Clon 03032.2. A 30 días de iniciada la conservación en cámara, la mayor pérdida de peso observada se dio en los tubérculos de menor tamaño (40 a 80g). Esto puede deberse a la mayor relación superficie/volumen respecto a los tubérculos de mayor tamaño.

Referencias bibliográficas

- [1] Beukema, H.; van der Zaag; D. 2008. Introduction to potato production. 208p.
- [2] Malagamba, P. Fisiología y manejo de tubérculos-semillas de papa. Producción de Tubérculos-semillas de Papa Manual de Capacitación. Fascículo 2.2-97. CIP. 15p.
- [3] Pringle, B., Bishop, C.; Clayton, R. 2009. Potatoes postharvest, by. CABI.427 p.
- [4] Instituto Nacional de Semillas (INASE). 2012.

Influência da aplicação de fósforo e silício na cultura da batata

Soratto, Rogério P.¹; Fernandes, Adalton M.²;

Souza, Mayra R.¹; Job, André Luiz G.¹

¹ Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade

Estadual Paulista. E-mail: soratto@fca.unesp.br

² Centro de Raízes e Amidos Tropicais, Universidade Estadual Paulista.

Introdução

Por ser exigente em nutrientes, normalmente, empregam-se elevadas doses de fertilizantes fosfatados no cultivo da batata (*Solanum tuberosum* L.). Porém, devido a crescente preocupação com a poluição de fosfato no ambiente e ao elevado custo de produção da batata, torna-se necessário estudar técnicas que melhorem a eficiência da adubação fosfatada nessa cultura. A adubação silicatada pode ser uma técnica promissora para melhorar o aproveitamento do fósforo (P) aplicado, pois pode aumentar a disponibilidade de P no solo pela competição do silício (Si) pelos sítios de adsorção, além de proporcionar outros benefícios à cultura [1].

Objetivo. Avaliar o efeito da adubação silicatada, na forma do produto Fertilisilica®, sobre a disponibilidade de P no solo, nutrição, produtividade de tubérculos da batata cultivada, sob diferentes níveis de adubação fosfatada.

Material e Métodos. Foi conduzido um experimento em casa de vegetação, utilizando um solo de textura argilosa (60%) e com baixo teor de P disponível ($P_{(resina)} = 7 \text{ mg dm}^{-3}$) [2]. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, no esquema fatorial 4x3, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por quatro doses de P (10, 50, 100 e 200 mg dm⁻³) e três doses de Si (0, 50 e 200 mg dm⁻³). Cada unidade experimental foi constituída por um vaso de 35 dm³, com uma planta de batata da cultivar Agata. O solo foi peneirado e corrigido com calcário dolomítico, visando elevar a saturação por bases a 60%. Após o período de incubação, os fertilizantes foram misturados ao solo dos vasos, de acordo com as doses de fertilizantes estipuladas para cada tratamento. Na adubação de plantio ainda constaram 40, 150, 5,0, 1,0, 0,4, 1,7, 1,1 e 0,06 mg dm⁻³ de N, K, Zn, B, Cu, Fe, Mn e Mo, respectivamente. Os tubérculos-semente foram plantados em 22/08/2013. Foram aplicados 40, 40 e 20 mg dm⁻³ de N aos 16, 40 e 57 dias após a emergência (DAE). Aos 33 DAE foi realizada amostragem de folhas [3], para determinação dos teores totais de P [4] e Si [5]. A colheita foi realizada 74 DAE. Também foram determinados: os teores de P e Si no solo no momento do plantio e após a colheita [2; 5]; número, peso médio e produtividade de tubérculos; acúmulo de matéria seca na planta e teor e acúmulo de P e Si na planta [4; 5]. Os dados foram submetidos à

análise de variância. Os efeitos de doses de P foram avaliados por meio de análise de regressão e os efeitos do Si pelo teste t (DMS), a 5% de probabilidade.

Resultados

A aplicação de Si aumentou o teor de Si solúvel, mas não alterou a disponibilidade de P no solo. A adubação silicatada aumentou o acúmulo de Si na planta, mas não interferiu no teor foliar e no acúmulo de P nas plantas, bem como não interferiu na produtividade de tubérculos e na produção de matéria seca das plantas de batata. O fornecimento de Si, na forma do produto Fertilisilica®, aumentou a acumulação de Si nas plantas de batata por promover aumento no teor de Si nos tubérculos. A adubação fosfatada aumentou a produção de matéria seca das plantas, as quantidades de P e de Si acumuladas e a produtividade de tubérculos da batateira. A maior acumulação de Si, verificada nos tratamentos adubados com maiores doses de P, ocorreu devido ao maior crescimento das plantas e, portanto, maior absorção de Si.

Conclusões. O fornecimento de Si não interferiu na nutrição fosfatada, crescimento e produtividade de tubérculos da cultura da batata, bem como na sua resposta à dose de P.

Agradecimentos. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo financiamento da pesquisa (Fapesproc. 2013/04682-9).

Referências bibliográficas

- [1] Crusciol, C.A.C., A.L. Pulz, L.B. Lemos, R.P. Soratto, G.P.P. Lima. 2009. Effects of silicon and drought stress on tuber yield and leaf biochemical characteristics in potato. *Crop Sci. Madison* 49(3), 949-954.
- [2] Raij, B. van., J.C. Andrade, H. Cantarella, J.A. Quaggio. 2001. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Instituto Agronômico, Campinas, Brasil. 2001.
- [3] Lorenzi, J.O., P.A. Monteiro, H.S. Miranda Filho, B. van. Raij. 1997. Raízes e tubérculos. pp. 221-229. In: Raij, B. van.; H. Cantarella, J.A. Quaggio, A.M.C. Furlani (eds.). *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Instituto Agronômico, Campinas, Brasil. (Boletim Técnico, 100).
- [4] Malavolta, E., G.C. Vitti, S.A. Oliveira. 1997. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Potafós, Piracicaba, Brasil.
- [5] Korndörfer, G.H., A. Nolla, L.A. Oliveira. 2004. Análise de silício: solo, planta e fertilizante. GPSi-ICIAG-UFU, Uberlândia, Brasil. (Boletim Técnico, 2).

Efecto de la aplicación foliar de K, B y Zn sobre el rendimiento y calidad del tubérculo en papa criolla (*Solanum tuberosum*, Grupo Phureja) cultivar Criolla Colombia

García, Gilder¹; Poveda, Gabriel¹; Gómez, Manuel

Iván¹; Rodríguez, Luis Ernesto¹.

¹ Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agrarias, Bogotá. E-mail: gygarciaro@unal.edu.co

Introducción

En Colombia, la papa criolla corresponde a aquellos morfotipos de papa que presentan tubérculos con color de piel y carne amarilla (fenotipo “yema de huevo”) [1]. El boro (B) es requerido por las plantas para la estabilización de la pared celular al formar complejos B-. El potasio (K) es importante en los procesos fotosintéticos, translocación de carbohidratos y síntesis de proteínas [2]. B-ramnogalacturonano II, también forma enlaces de glicoproteínas, que permiten dar fluidez a la membrana y dar un mejor transporte de azúcares simples [3]. El B junto al K estimulan el metabolismo de la planta y permiten generar procesos eficientes de translocación de azúcares en el Grupo Phureja [4], ya que existe una relación sinérgica entre K y B [5].

Objetivo

Evaluar el efecto de la aplicación foliar de K, B y Zn en la fase de llenado y maduración, sobre el rendimiento y calidad de tubérculo en el cultivar Criolla Colombia en el Centro Agropecuario Marengo.

Materiales y Métodos

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 4x2. El primer factor corresponde la aplicación foliar de Boro (B) y Zinc (Zn) (0, 0.5 y 1 kg.ha⁻¹ de B y 0, 0.25 y 0.5 kg.ha⁻¹ de Zn) y el segundo a la aplicación foliar de K (0, 2.5 y 5 kg.ha⁻¹).

Resultados

Se encontraron diferencias significativas para las variables materia seca de hojas, tallos y tubérculos, área foliar y rendimiento en las diferentes categorías. No se presentó efecto de los factores por separado ni interacción entre éstos para las variables gravedad específica y azúcares reductores. Se encontró una respuesta positiva a la aplicación de B y Zn sobre el rendimiento por lo cual se recomienda la aplicación a partir del inicio de floración a una dosis de 0.25 y 0.5 kg ha⁻¹ de B y Zn, favoreciendo un adecuado

proceso de translocación de asimilados. De acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación y bajo las condiciones del ensayo, se recomienda el uso de aplicaciones foliares de B y Zn a dosis de 1 y 0,5 kg ha⁻¹ respectivamente, ya que favorece el rendimiento de tubérculo en las categorías comerciales con respecto al manejo comercial con Mancozeb.

Conclusiones

La aplicación foliar de B y Zn incrementó los contenidos de materia seca en hojas y tubérculos, así como el área foliar. La aplicación foliar de B y Zn no presentó diferencias significativas en la gravedad específica y en el contenido de azúcares reductores en el cv. Criolla Colombia. Se recomienda realizar posteriores estudios para evaluar el efecto de las aplicaciones foliares de B y Zn por separado para evaluar el efecto de cada nutriente sobre el rendimiento y calidad poscosecha y el manejo del Mancozeb para maduración y llenado en esta especie.

Referencias bibliográficas

- [1] Rodríguez, L.E., C.E. Núñez y N. Estrada. 2009. Criolla Latina, Criolla Paísa y Criolla Colombia, nuevos cultivares de papa criolla para el departamento de Antioquia (Colombia). *Agronomía Colombiana* 27 (3), 289-303.
- [2] Melgarejo, L. 2010. Nutrición mineral. En: Experimentos en fisiología vegetal. 70-106
- [3] Malavé, A. y P. Carrero. 2007. Desempeño funcional del boro en las plantas. *Rev. UDO Agríc.* 7(1), 1-14
- [4] Pérez, L., Rodríguez, L. y Gómez, M. 2008. Efecto del fraccionamiento de la fertilización con N, P, K y Mg y la aplicación de los micronutrientes B, Mn y Zn en el rendimiento y calidad de papa criolla (*Solanum phureja*) variedad Criolla Colombia.
- [5] Alarcón, A. 2000. Historia e introducción a la nutrición mineral. Elementos esenciales, III. Master en Nutrición vegetal en cultivos hortícolas intensivos. p 80.

Produtividade da cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica

Job, André Luiz G.¹; Soratto, Rogério P.¹; Fernandes, Adalton M.²; Tirabassi, Luís H.¹

¹ Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista. E-mail: andreljob@hotmail.com

² Centro de Raízes e Amidos Tropicais, Universidade Estadual Paulista

Introdução

Com o uso de cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.) mais produtivas, possivelmente a demanda por nutrientes também ficou maior, levando a necessidade de se adequar a adubação. Dentre os nutrientes absorvidos pela cultura, destaca-se o potássio (K), que é extraído em grande quantidade [1], e é de extrema importância para o desenvolvimento da cultura, para a elevação da produtividade e para proporcionar tubérculos de maior qualidade [2]. Muitos produtores estão adotando adubações sem recomendação técnicas e, como o K é muito extraído pela cultura, as baixas doses de K podem estar limitando a produtividade, principalmente em áreas com baixos teores de K disponível [3].

Objetivo. Avaliar o efeito de doses e do parcelamento da adubação potássica na cultura da batata, cv. Ágata.

Material e Métodos. Foram realizados três experimentos em campo, em solos com teores baixo (0,7 mmolcdm⁻³), médio (1,6 mmolcdm⁻³) e alto (3,7 mmolcdm⁻³) de K trocável. Os experimentos foram realizados com delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial 3x2+1, com quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por três doses de K (100, 200 e 400 kg ha⁻¹ de K₂O), duas formas de parcelamento (100% no sulco de plantio e 50% no sulco + 50% em cobertura, por ocasião da amontoa) e uma testemunha (sem aplicação de K). Aproximadamente aos 30 DAE foi realizada amostragem de folhas [4] para determinação dos teores K [5]. As colheitas foram realizadas por volta de 100 DAE, os tubérculos foram pesados e classificados para determinação da produtividade por classe e total. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. As médias das formas de parcelamento foram comparadas pelo teste t (DMS) a 5% de probabilidade, enquanto que os efeitos das doses de K foram avaliados por meio de análise de regressão.

Resultado. Independentemente do parcelamento, o aumento das doses de K proporcionou incremento no teor de K na folha da batateira cultivada nos três solos, porém, de forma mais acentuada no solo com baixo teor de K, seguido do solo com médio teor. No solo com baixo teor de K, a aplicação da dose K totalmente no

sulco de plantio proporcionou maior teor de K na folha do que quando parcelado no plantio e na amontoa. Maiores doses de K aumentaram o peso médio dos tubérculos, especialmente no solo com baixo teor de K. Não houve efeito do parcelamento da adubação potássica na produtividade e classificação dos tubérculos. A produtividade total e de tubérculos da classe especial foram incrementadas pela adubação potássica nos três solos, porém, de forma mais acentuada no solo com teor baixo de K trocável.

Conclusões. No solo com baixo teor de K trocável, a maior produtividade total de tubérculos foi verificada com a dose estimada de 325 kg ha⁻¹ de K₂O. Nos solos com maiores teores de K trocável (médio e alto), houve aumento de produtividade de tubérculos apenas até a dose de 200 kg ha⁻¹ de K₂O.

Referências bibliográficas

- [1] Fernandes, A.M.; Soratto, R.P.; Silva, B.L. 2011. Extração e exportação de nutrientes em cultivares de batata: I - macronutrientes. Rev. Bras. de Ciê. Solo, Viçosa, 35(6), 2039-2056.
- [2] Filgueira, F.A.R. 2003. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2. ed. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil.
- [3] Mallmann, N. 2011. Efeito da adubação na produtividade, qualidade e sanidade de batata cultivada no centro-oeste paranaense. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil.
- [4] Lorenzi, J.O., P.A. Monteiro, H.S. Miranda Filho, B. van. Raij. 1997. Raízes e tubérculos. pp. 221-229. In: Raij, B. van.; H. Cantarella, J.A. Quaggio, A.M.C. Furlani (eds.). Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Instituto Agrônomo, Campinas, Brasil. (Boletim Técnico, 100).
- [5] Malavolta, E., G.C. Vitti, S.A. Oliveira. 1997. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Potafós, Piracicaba, Brasil.

Rendimento de tubérculos de cultivares de batata sob condições de estiagem

Da Silva, Giovani.¹; da S. Pereira, Arione.²; Ponijaleki, Rubens.¹; de Carvalho, Agnaldo.³.

¹ EMBRAPA Hortaliças/Produtos e Mercado

² EMBRAPA Clima Temperado. E-mail: arione.pereira@embrapa.br

³ EMBRAPA Hortaliças

Introdução

Dentre as espécies vegetais cultivadas pelo homem a batata é uma das mais sensíveis ao estresse hídrico, sendo os efeitos adversos máximos durante o período de estolonização e formação dos tubérculos [1]. De maneira geral, essa cultura consome de 300 a 800 mm de água durante todo o ciclo, dependendo principalmente das condições meteorológicas predominantes. A resposta diferencial de cultivares de batata ao estresse hídrico indica que há variabilidade genética para a tolerância à seca no germoplasma de batata [2]. Entretanto, diante da complexidade de fenotipagem para a resposta à seca, ainda são limitados os estudos abordando a tolerância ao estresse hídrico em batata.

Objetivo

Este estudo visou investigar o rendimento de tubérculos das cultivares de batata BRS Ana, BRS Clara e Agata, cultivadas sob estresse hídrico naturalmente induzido.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na safra 2011/2012, na localidade de Anta Gorda, Canoinhas, SC. Foram avaliadas três cultivares de batata: BRS Ana, BRS Clara e Agata. O delineamento experimental foi em blocos completos casualizados com oito repetições e parcelas de três linhas de 10 plantas cada. Cento e doze dias após do plantio foi realizada a colheita e os tubérculos de cada parcela avaliados para caracteres de rendimento de tubérculos. Os dados foram submetidos à análise de variância e agrupamento de médias por Skott & Knott a 5% de significância. As cultivares diferiram estatisticamente para todos os caracteres avaliados.

Resultados

Apesar da ocorrência de estiagem entre os 42 e os 85 dias após o plantio, com precipitação pluviométrica de apenas 36 mm, a cultivar BRS Ana, que é uma cultivar considerada tardia, com ciclo vegetativo próximo a 110 dias na região sul do Brasil, foi favorecida pelas chuvas até a metade (273 mm) bem como no final (217 mm) do seu ciclo vegetativo. Por outro lado, as cultivares BRS

Clara e Agata, que possuem ciclo mais precoce que a cultivar BRS Ana, entre 90 a 100 dias na região sul do Brasil, sofreram mais com a estiagem; houve na primeira metade do ciclo uma precipitação pluviométrica na ordem de 266 mm, enquanto na segunda metade do ciclo foi de apenas 88 mm, sendo a metade na última semana de seu ciclo vegetativo. Na fase final do ciclo da batateira há maior demanda por água devido ao crescimento dos tubérculos. O número (389,32) e a massa de tubérculos não comerciais (21,68 kg), médios por parcela, foram maiores do que o número (50,93) e massa de tubérculos comerciais (11,78kg), confirmando que as condições ambientais não favoreceram, em geral, o desenvolvimento adequado das plantas de batata.

Conclusões

A cultivar de batata BRS Ana apresentou maior rendimento de tubérculos do que BRS Clara e Agata, porém foi favorecida pelas chuvas. 'BRS Clara' e 'Agata', que se mostraram mais afetadas pela estiagem, produziram significativamente o mesmo número e massa de tubérculos comerciais, porém 'BRS Clara' produziu tubérculos com maior massa média, sugerindo a possibilidade de esta ser mais tolerante à seca.

Referências bibliográficas

- [1] Ekanayake, I.J. 1994. Estudios sobre el estres por sequía y necesidades de riego de la papa. Lima: Centro Internacional de la Papa. 38p.
- [2] Levy, D. 1983. Varietal differences in the response of potatoes to repeated short periods of water stress in hot climates. 2. Tuber yield and dry matter accumulation and other properties. Potato Research 26: 315-321.

Estimación del rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), mediante el uso de la herramienta AquaCrop-FAO, en Cundinamarca

Rojas, Ramos D.¹; Giraldo, Diana.¹; Díaz, Eliecer.²

¹ Centro internacional de agricultura Tropical (CIAT), E-mail:d.c.ramos@cgiar.org.

² Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR)

Introducción

En Colombia, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) en convenio con el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) está llevando a cabo el proyecto “Clima y sector agropecuario colombiano, adaptación para la sostenibilidad productiva [1]”, el cual va dirigido al fortalecimiento y apoyo del sector agropecuario para generar medidas de adaptación frente a los efectos influenciados por eventos climáticos extremos, asociados con fenómenos de variabilidad y cambio climático; para ello uno de los objetivos es transferir metodologías y herramientas para la toma de decisiones. Como resultado de este convenio se ha venido trabajando en el cultivo de papa, uno de los cultivos más afectados por eventos extremos climáticos (sequías, excesos hídricos e inundaciones) y meteorológicos (Heladas) [2].

El presente trabajo expone el modelo AquaCrop-FAO, como una herramienta para tomar decisiones, ante los retos que presentan los eventos extremos asociados a la variabilidad y cambio climático; estimando el rendimiento del cultivo de papa, bajo los escenarios de estudio. Por lo anterior, se ha realizado un ajuste del modelo para la variedad Betina a partir de información experimental bajo condiciones agroclimáticas de Sibaté y Ubaté en Cundinamarca.

Materiales y Métodos

La información requerida para la generación de los módulos de entrada al modelo se clasifica en clima, cultivo, manejo y suelo. Se realizó el análisis de suelo del lote con el fin de conocer las características físico-químicas de cada uno de los horizontes presentes y se instaló una estación automática, donde se registraron todas las variables a escala diaria, la evapotranspiración de referencia del cultivo (ET₀); se estimó usando el método de Penman-Monteith-FAO. El módulo del cultivo de papa para la variedad Betina, es desarrollado con información eco-fisiológica y fenología, medida en campo en parcelas ubicadas en el municipio de Sibaté y Ubaté en el periodo de septiembre 2013 a 2014. Se realizaron mediciones de cobertura del Follaje (%) del cultivo aproximadamente cada 8 días, a través de toma de fotografías las cuales fueron analizadas con el modelo Can Eye [3].

Resultados

Los resultados en el proceso de ajuste del modelo AquaCrop-FAO, para el cultivo de papa variedad Betina, muestra un rendimiento final del tubérculo seco simulado de 7.7 t*ha⁻¹ contra 8.1 t*ha⁻¹ medido en campo; presentando una diferencia de 0.4 t*ha⁻¹, donde se encontraron resultados de rendimiento similares a los obtenidos con las mediciones en campo. Se observa que el modelo muestra un buen ajuste del rendimiento en las diferentes etapas fenológicas del cultivo, encontrándose que la tendencia de la curva de acumulación de peso seco presenta un patrón de comportamiento similar al observado, y aunque no se muestra un ajuste total, el modelo refleja la dinámica real de desarrollo del cultivo coincidiendo con el punto de máxima acumulación de peso seco en tubérculo aproximadamente a los 134 dds.

Conclusión

El modelo AquaCrop presenta un buen ajuste, el cual permite ver la utilidad del modelo como herramienta de análisis del comportamiento del cultivo, para diseñar estrategias de adaptación frente a escenarios de variabilidad y cambio climático. Además, como soporte para la toma de decisiones, ya sea para elegir: fecha optima de siembra, variedad y requerimiento hídrico.

Referencias bibliográficas

[1] <http://www.aclimatecolombia.org/>

[2] <http://www6.paca.inra.fr/can-eye>

[3] DANE. Sistema de Información de Precios y abastecimiento del Sector Agropecuario. 13 septiembre 2013. Colombia

Produtividade de tubérculos de batata Markies sob doses de adubação potássica

Oliveira, Roberta C.¹; Luz, José Magno Q.¹; Oliveira, Gustavo A.¹; Aguillar, Ariel S.¹; Nogueira, Pedro Augusto M.¹; Silva, Izabela F.¹

¹ UFU - ICIAG Universidade Federal de Uberlândia - Instituto de Ciências Agrárias. E-mail: jmagno@umarama.ufu.br

Introdução

A composição nutricional, a versatilidade gastronômica e o baixo preço de comercialização dos tubérculos fazem da batata (*Solanum tuberosum*) uma hortaliça de reconhecido destaque, tanto em área cultivada como em preferência alimentar (Associação brasileira da batata, 2006).

A resposta da batateira à aplicação de fertilizantes é variável conforme as técnicas aplicadas no manejo cultural. É importante observar o momento adequado, a precisão e o equilíbrio nas quantidades de insumos, os quais são fundamentais para obtenção de altas produtividades (Fernandes, 2010). No entanto, em muitas áreas produtoras, a aplicação de fertilizantes ainda é realizada de forma excessiva, o que onera desnecessariamente o custo de produção. Além disso, gera inconstância nos resultados obtidos pelos produtores e impactos ambientais (Reis, 2008).

Objetivo

Objetivou-se avaliar a produtividade e qualidade de tubérculos de batata, cultivar Markies, cultivadas sob doses de fertilizante potássico.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em área cedida por produtor, no município de Perdizinha-MG. Para o plantio, utilizou-se batatas-sementes da cultivar Markies (destinada à indústria). O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram em cinco doses de fertilizante potássico (74; 128; 182; 236 e 290 kg K₂O ha⁻¹). Cada parcela foi constituída por oito linhas, espaçadas em 0,75 cm entre linhas, com seis metros de comprimento, totalizando 36 m² de área total por parcela. A fonte de potássio foi o cloreto de potássio— KCl (57% K₂O).

Ao final do ciclo, os tubérculos de todas as plantas contidas nas duas linhas centrais de cada parcela, desprezando 0,5 m de cada extremidade da parcela, foram colhidos manualmente, classificados e pesados em balança eletrônica. Os dados de produtividade

obtidos nas áreas úteis do experimento foram extrapolados estimando-se a produtividade em kg ha⁻¹.

Os tubérculos foram classificados segundo o diâmetro em três classes: tubérculos com diâmetro superior a 45 mm (Especial), superior a 36 mm (Primeira) e inferior a 36 mm (Segunda).

Os dados foram submetidos à análise de variância, teste de F, regressões em programa estatístico (SISVAR).

Resultados

Não houve diferença estatística entre as doses testadas para a produtividade total e especial, que variaram entre 42 e 45,9 e 39 a 43 t ha⁻¹, respectivamente. As doses de potássio também não interferiu nos sólidos solúveis. Segundo Tfouni *et al.* (2003) o teor de sólidos totais deve ser superior a 18% para garantir a qualidade de tubérculos destinados ao processamento. Todas as doses avaliadas refletiram em valores de sólidos solúveis superiores aos exigidos pela indústria, e variaram entre 18,1 e 19,1%.

Conclusões

Doses crescentes de potássio até 290 kg K₂O ha⁻¹ não revelaram incrementos significativos na produtividade e qualidade de tubérculos de batata Markies.

Agradecimentos: Ao grupo Terra Viva, à AMINOAGRO, FAPEMIG e CAPES.

Referências bibliográficas

- [1] ABBA - Associação Brasileira da Batata. Variedades. 2006. Disponível em: <http://www.abbatatabrasileira.com.br/images/variedades/agata.pdf>. Acesso em: 05 de outubro de 2013.
- [2] Fernandes, A.M. 2010. Crescimento, produtividade, acúmulo e exportação de nutrientes em cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.). 158 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas UNESP, Botucatu.
- [3] Reis, J.C.S. 2008. Cultivo de batata cultivar Agata sob diferentes fontes e concentrações de adubação potássica. 62 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista.
- [4] Tfouni, S. A.V. et al. Batata chips e palha. Campinas: ITAL, 2003. 73 p. (Agronegócio; 3).

Respuesta diferencial de cuatro clones de papa infectados con *Candidatus Liberibacter solanacearum* o *Candidatus* fitoplasma en condiciones *in vitro*

Martínez, Ricardo.^{1,2}; Gómez, Yadira.²; López, Humberto²

¹ Colegio de Posgraduados, carretera México-Texcoco

km 36.5, Texcoco 56230, Edo. De Méx.

² Programa Nacional de Papa, INIFAP, Conjunto SEDAGRO,

Metepéc México. Email: ricardomg@colpos.mx

Introducción

Candidatus fitoplasma y *Candidatus* *Liberibacter solanacearum* están asociados a enfermedades como síndrome de punta morada y "zebra chip" promoviendo cambios morfológico y fisiológicos [1]. El estrés biótico causado por la presencia de estos patógenos, causa estrés oxidativo, promoviendo la producción de especies reactivas de oxígeno; dicho estrés, aumenta el estado de oxidación de la célula, lo cual induce un incremento en la producción de antioxidantes enzimáticos (catalasa y peroxidasa) y no enzimáticos que favorecen la respuesta de defensa [2].

Objetivo

Determinar las diferencias por infección de *C. Liberibacter solanacearum* y *C. fitoplasma* en el sistema antioxidante y su asociación con el vigor de plántulas en condiciones *in vitro*.

Materiales y Métodos

Se colectaron plantas de papa en campo con síntomas de punta morada y se verificó mediante PCR la presencia de *C. fitoplasma* y *C. Liberibacter solanacearum*. Los genotipos positivos y negativos se incluyeron *in vitro*. Las microplantas se subcultivaron y a los 28 días de la propagación se determinó la actividad de catalasa, peroxidasa, peso y longitud del tallo.

Resultados

Se observó que hubo un efecto de los patógenos en la altura y peso de las microplantas en condiciones *in vitro*. El clon 200302 infectado con *C. Liberibacter solanacearum* presentó una reducción en longitud y peso fresco del tallo en contraste con las plántulas sanas. También se observó una reducción significativa en las variables evaluadas con respecto al clon enfermo 981819. Respecto al clon 990446 infectado con *C. fitoplasma* se observó una reducción significativa en la altura y en el peso del tallo en contraste con el sano y la variedad Nau6 infectada con el patógeno.

Los síntomas observados *in vitro*, se asocian con la actividad enzimática de catalasa (CAT) y peroxidasa (POX) observándose que los genotipos infectados tanto con *C. fitoplasma* y *C. Liberibacter solanacearum* presentaron una diferencia en la actividad enzimática. En el genotipo Nau6 infectado por fitoplasma se determinó una actividad de catalasa significativamente menor respecto a las plántulas no infectadas. Contrariamente a la actividad catalasa; se observaron diferencias significativas entre genotipos en la actividad enzimática de POX. Al menos en 3 genotipos (990446, 981819 y 200302) infectados independientemente tanto con *C. fitoplasma* y *C. Liberibacter solanacearum* se incrementó significativamente la actividad de POX, encontrándose diferencias significativas en la actividad antioxidante. Cabe mencionar que el genotipo 200302 que presentó síntomas de poca vigorosidad *in vitro*, también presentó una alta actividad peroxidasa. Los intentos por incrementar la resistencia por el aumento de la actividad de una enzima en particular no siempre son exitosos debido a la necesidad de un balance entre la interacción de otras enzimas de protección, como SOD, GR, etc. [3].

Conclusión

La mayor actividad de POX observada podría asociarse a una respuesta compensatoria a la infección por patógenos; por lo tanto se recomienda necesario comparar otras enzimas así como el contenido de H₂O₂.

Referencias bibliográficas

- [1] Almeyda, L.I.,M.,A. Rocha, and J.Pina, and J.P.Soriano. 2001. The use of polymerase chain reaction and molecular hybridization for detection of phytoplasmas in different plant species in Mexico. *Revista Mexicana de Fitopatología* 19: 1-9.
- [2] Scandalios JG. 2005. Oxidative stress: molecular perception and transduction of signals triggering antioxidant gene defenses. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* 38:995-1014.
- [3] Foyer, C.H.,P. Descourvieres, and K.J.Kinert. 1994. Protection against oxygen radicals: an important defence mechanism studied in transgenic plants. *Plant Cell and Environment* 17, 504-5.

Efecto de salicilato y peróxido de hidrógeno en *Solanum tuberosum* L. en la inducción de tolerancia a bajas temperaturas y su respuesta antioxidante

Torres-Valdés Natziely Yamilé¹; López-Delgado Humberto A¹.

¹ Programa Nacional de Hortalizas (Papa), Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Conjunto SEDAGRO, Metepec, Estado de México. México. E-mail: lopez.humberto@inifap.gob.mx

Introducción

Las bajas temperaturas desencadenan estrés oxidativo en las plantas, generando especies reactivas de oxígeno que perjudican la membrana celular y las proteínas, ocasionando daños irreparables o causando la muerte, generando pérdidas económicas [4]. Estudios previos demostraron que ácido salicílico (AS) y peróxido de hidrógeno (H_2O_2) son moléculas señal involucradas en la inducción de tolerancia a varios tipos de estrés abiótico [1,2], incluyendo el frío [3].

Objetivo. Determinar el efecto del AS y H_2O_2 en la inducción de tolerancia a bajas temperaturas a corto y largo plazo en plantas de papa variedad Granate provenientes de minitubérculos, así como su efecto en la brotación.

Materiales y Métodos

Corto plazo: plantas provenientes de minitubérculos, se asperjaron con AS [10-5 M] o H_2O_2 [1mM], dos veces por semana. Largo plazo: minitubérculos sumergidos en AS [10-4 M] o H_2O_2 [1mM] previo a la siembra. Ambos tratamientos fueron bajo condiciones de invernadero. A los 45 días después de la siembra, se determinó la longitud del tallo, el contenido de clorofila y se realizó el tratamiento de frío ($-6\pm 1^\circ C$, 4 horas). Se evaluó el contenido de H_2O_2 y la actividad de Catalasa (CAT) después del tratamiento de frío. Cuatro meses después de la cosecha se realizó la medición de la longitud de los brotes y el porcentaje de brotación.

Resultados

Tanto en corto como en largo plazo se observó un incremento significativo en la sobrevivencia por efecto de los tratamientos de AS y H_2O_2 en plantas sometidas a frío. Se reportó que tratamientos con AS y H_2O_2 en plantas de papa en condiciones *in vitro* transferidas a suelo mostraron un incremento en la sobrevivencia a frío [3]. Igualmente en este trabajo se observó el efecto inductor del AS y H_2O_2 bajo condiciones de invernadero. Corto plazo: La actividad de CAT disminuyó significativamente por efecto del frío, mientras

que el contenido de peróxido no presentó cambios. La longitud del brote de los minitubérculos cosechados, por efecto del H_2O_2 , fue significativamente menor en contraste con el testigo. Largo plazo: Ambos tratamientos incrementaron significativamente la longitud del tallo en contraste con el testigo; sin embargo, el contenido de clorofila disminuyó significativamente por efecto del AS en comparación a los otros tratamientos. La longitud del brote de minitubérculos cosechados, presentó una reducción significativa por efecto del AS en comparación al control y el H_2O_2 . Aplicación exógena del AS puede tener un efecto directo sobre la longitud del tallo y raíz, como se observó también en microplantas de papa cultivadas con esta molécula en una concentración de 0.1M [3].

Conclusiones

AS y H_2O_2 inducen tolerancia a bajas temperaturas en plantas provenientes de minitubérculos tanto a corto como a largo plazo y de igual manera presentan efectos sobre la brotación.

Referencias bibliográficas

- [1] Acevedo Neto A.D., Prisco, J.T., Enéas-Filho, J., Jand-Venes, R.M., Gomes-Filho, E. 2005. Hydrogen Peroxide pre-treatment induced salt stress in maize plants. J. Plant Physiol. 162:1114-1122.
- [2] Jing, C., Cheng Z., Ping L.L., Zhong-yang, S., Xue-bo, P. 2006. Effect of exogenous salicylic acid on growth and H_2O_2 -metabolizing enzymes in rice seedlings under lead stress. J. of Environ. Sci. 19:44-49
- [3] Mora-Herrera, M.E. and López-Delgado, H.A. 2006. Tolerance to low temperature, induced by salicylic acid and hydrogen peroxide in potato microplants. Fitotecnía 29(2):81-85.
- [4] Suzuki, N. and Mittler, R. 2006. Reactive oxygen species and temperatures: a delicate balance between signaling and destruction. Physiol. Plant. 126:45:51.

Biopelículas bacterianas sobre hifas de hongos formadores de micorrizas arbusculares en la nutrición vegetal fosfatada en papa

Fernández, Belén R.¹; Rodríguez, Alia.¹; Uribe-Vélez, Daniel¹.

¹ Universidad Nacional de Colombia. Email: brfernandezc@unal.edu.co

Introducción

El fósforo (P), es un nutriente esencial para la planta y su presencia es limitada en los hábitats naturales, así como en los suelos agrícolas a nivel mundial. En los suelos de la región andina colombiana, el cultivo de papa es la principal actividad agrícola de clima frío [1]. En dicha región, la disponibilidad de P es muy limitante debido a la presencia de arcillas tipo alófana y la acidez, que favorecen su fijación en el suelo, lo que ha llevado a la aplicación de considerables cantidades de fertilizantes con consecuencias ambiental y económicamente desfavorables. Se conoce que microorganismos rizosféricos como bacterias del género *Pseudomonas* sp. pueden solubilizar fosfatos, mientras los Hongos Formadores de Micorrizas Arbusculares (HFMA), pueden movilizarlos hacia la planta. Estudios realizados sobre estos microorganismos han demostrado que pueden actuar de forma sinérgica en la absorción de fósforo en las plantas [2]. Estas cepas bacterianas pueden formar biopelículas sobre las hifas de los HFMA, mejorando su colonización y efecto en la nutrición vegetal.

Objetivo. Evaluar la capacidad de formación de biopelículas de 10 cepas de *Pseudomonas* sp. sobre hifas de HFMA y su relación en la nutrición fosfatada de plantas de papa.

Materiales y Métodos

Los inóculos microbianos utilizados fueron, los aislamientos de *Pseudomonas* sp. Psf28, Psf29, Psf36, Psf63, Psf74, Psf80, Psf95, Psf102, Psf104 y Psf108 y el hongo FMA *Rhizophagus irregularis*. La evaluación de formación de biopelícula se realizó utilizando el protocolo de O'Toole sobre una superficie abiótica, y sobre micelio de *R. irregularis* en un sistema *in vitro* con raíces transformadas de papa. La interacción Pseudomona-HFMA igualmente se evaluó en un sistema en materas con plantas de papa criolla. Se determinó el contenido de fósforo foliar aplicando la técnica colorimétrica de azul de Molibdato para la reacción del fósforo [3] a los peciolos 3 y 4 colectados en etapa de prefloración, así como concentraciones bacterianas en el suelo rizosférico en el momento de la cosecha.

Resultados

Todas las cepas bacterianas mostraron capacidad de formación de biopelícula sobre la superficie abiótica, con diferentes niveles de adherencia (débil, intermedia y fuerte). Igualmente se observó la formación de biopelículas sobre las hifas del HFMA, comprobando además la supervivencia de dichas bacterias por periodos hasta de 60 días, en un medio sin azúcar ni fuente de carbono adicional al contenido en las hifas fúngicas. Cepas como las Psf28, Psf29 y Psf102 fueron las que más desarrollaron biopelícula a lo largo de la hifa. Luego de la cosecha se obtuvo poblaciones bacterianas en el suelo de entre $1,1 \times 10^5$ y $2,0 \times 10^6$ versus las no inoculadas de $6,8 \times 10^4$. En las plantas de papa, las mayores concentraciones de P se obtuvieron con la co-inoculación de bacterias y HFMA (siendo la mayor concentración 213 mg P/g), con una diferencia estadística sobre los controles: sin inoculación (65,4 mg P/g) y con una fuente de P de baja solubilidad (72.8 mg P/g) ($p < 0,05$ según la prueba de Duncan). Respecto al control positivo, con fuente de P soluble (153 mg P/g), solo el tratamiento co-inoculado con la cepa Psf102 lo superó en concentración de P en tejido foliar, y con los resultados en biopelícula, se obtiene una correlación positiva entre la formación de biopelículas y la nutrición de P en la planta.

Conclusión. Las bacterias solubilizadoras de fosfato del presente estudio, que forman biopelículas sobre hifas extraradicales de HFMA, se establecen con éxito en la rizósfera e incrementan la nutrición fosfatada en plantas de papa (*Solanum phureja*).

Referencias bibliográficas

- [1] Fedepapa y Ministerios de Ambiente, vivienda y desarrollo territorial. (2004). Guía ambiental para el cultivo de la papa. Bogotá.
- [2] Ordoñez, Marcela. (2009). Interacción sinérgica entre hongos formadores de micorrizas arbusculares - *Pseudomonas fluorescens* y su relación en la nutrición vegetal de fósforo.

GENÓMICA

Presentaciones
Orales y Posters

Mapeo por asociación para detectar genes candidatos de tolerancia a estreses abióticos en papa

Ritter, Enrique¹; Aragonés, Ana¹; Ruiz de Galarreta, José¹; Hernandez, Mónica¹; Barandalla, Leire¹.

¹ Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario
NEIKER-Tecnalia. E-mail: eritter@neiker.net

Introducción

La mayoría de las variedades tradicionales de papa no están adaptadas a los nuevos regímenes de cultivo provocados por el cambio climático, condiciones que hacen disminuir drásticamente los rendimientos e incluso perder completamente la producción de papa en muchos lugares.

Por ello, es necesario desarrollar nuevas variedades adaptadas a estos estreses aprovechando la biodiversidad natural existente en las especies y desarrollando marcadores moleculares para estreses abióticos que se pueden utilizar en la selección asistida por marcadores (SAM) para acelerar los programas de mejora genética.

Objetivo

El objetivo general consiste en la detección y caracterización de genes candidatos para tolerancias a estreses abióticos, su validación, el análisis de la variación alélica en dichos genes y la asociación de ciertas variantes con la expresión fenotípica.

Materiales y Métodos

Se analizó mediante bioensayos la tolerancia al frío, sequía y calor en 150 entradas de papas (variedades comerciales, papas nativas y silvestres, clones de mejora) evaluando su comportamiento agronómico en condiciones de estrés y controles sin estresar.

Se aplicó la técnica cDNA-AFLP diferencial [1] para detectar genes candidatos relacionados con la respuesta a estreses abióticos. Bandas con expresión diferencial se aislaron, secuenciaron y se realizaron búsquedas de homología.

Por otra parte se realizó una búsqueda bibliográfica de genes candidatos conocidos en otras especies y se identificaron los homólogos en papa. Se ligaron adaptadores selectivos a las secuencias con sentido biológico relevantes y se amplificaron por PCR. Los amplicones se mezclaron y se enviaron a secuenciar por "454 Amplicon Sequencing" para analizar la variación alélica de los genes candidatos identificados. Para el análisis de "Mapeo por Asociación" se utilizó la metodología establecida [2].

Resultados

Se encontró amplia variación en la respuesta agronómica a estos estreses, lo cual permitió por una parte seleccionar variedades con buena adaptación a estos estreses, y facilitó por otra parte la asociación de datos fenotípicos con los datos moleculares obtenidos.

En total se detectaron más de 40 genes candidatos a diferentes estreses bióticos con sentido biológico relevante.

En los análisis de variación alélica por secuenciación se obtuvieron en la colección de genotipos analizados entre 5 y 10 SNP, generando entre 10 y 30 variantes alélicas en función del gen candidato estudiado. El mapeo por asociación reveló en varios casos influencias significativas de ciertos SNP y alelos sobre el nivel de tolerancia a algunos estreses abióticos.

Conclusión

Se han identificado genotipos con ciertas tolerancias a diferentes estreses abióticos que sirven tanto para el cultivo en zonas adversas, como para genitores en programas de mejora genética. Las técnicas de secuenciación de amplicones y mapeo por asociación representan herramientas valiosas para la explotación de genes candidatos y para la selección asistida por marcadores.

Agradecimientos

Parte de este trabajo es financiado en el marco del proyecto FONTAGRO (FTG-10011/10).

Referencias bibliográficas

- [1] Bachem, C.W.B., R.S. van der Hoeven, S.M. de Bruijn, D. Vreugdenhil, M. Zabeau and R.G.F. Visser. (1998). Visualization of differential gene expression using a novel method of RNA fingerprinting based on AFLP: Analysis of gene expression during potato tuber development. *Plant Journal*, 9, 745-753.
- [2] Pajerowska-Mukhtar K, Stich B, Achenbach U, Ballvora A, Lübeck J, Strahwald J, Tacke E, Hofferbert HR, Ilarionova E, Bellin D, Walkemeier B, Basekow R, Kersten B, Gebhardt C. (2009). Single nucleotide polymorphisms in the allene oxide synthase 2 gene are associated with field resistance to late blight in populations of tetraploid potato cultivars. *Genetics*, 181, 1115-1127.

QTL analysis in diploid populations of potato using the SolCAP SNP array

Manrique-Carpintero, Norma C.¹; Coombs, Joseph J. ¹; Islam, Shafiqul¹; Veilleux, Richard E.²; Buell, C. Robin and Douches, David¹

¹Michigan State University, East Lansing, MI, USA. E-mail: manriqu7@msu.edu

²Virginia Polytechnic and State University

Introduction

The Infinium 8303 single nucleotide polymorphism (SNP) potato array, developed by the USDA-funded Solanaceae Coordinated Agricultural Project (SolCAP), is a powerful genomic genotyping tool for potato breeding and genetic studies. Studies of genetic mapping, identification of candidate genes, genetic diversity and linkage disequilibrium using the Infinium 8303 SNP potato array have been done [1-4]. High-resolution mapping using markers anchored to genome sequence will increase the opportunity to identify candidate genes and develop diagnostic markers for assisted selection. Multiple Quantitative Trait Loci (QTL) have been identified for agronomic traits, pest and disease resistance in potato.

Objective. The objective of this study was to show the potential of using the Infinium 8303 potato SNP array to validate previously identified QTL and to detect new genomic regions associated with agronomic traits and late blight resistance in potato.

Materials and Methods

Two diploid segregating populations were genotyped using the Infinium 8303 SNP potato array. The first population (DRH) was generated from a cross between the sequenced double monoloid *Solanum tuberosum* Group Phureja DM 1-3 516 R144 and the breeding line *S. tuberosum* RH89-039-16. The second population (MSX902) was a cross between two hybrids 84SD22 × Ber83 with *S. tuberosum*, *S. chacoense* and *S. berthaultii* genetic background. Seven agronomic traits (tuber yield in kg/plant, average tuber weight in g (AvgTubWt), number of tubers per plant (No.Tub/plant), specific gravity (SPGR), tuber end rot (TER), vigor and maturity) and late blight resistance were scored. Genetic maps were built and QTL identified using JoinMap4.1® and MapQTL6®.

Results

Genetic maps with 1809 and 2914 SNPs with 994 and 802 cM length were generated for DRH and MSX902 populations, respectively. Sixteen different QTLs were identified for DRH. A major QTL at 16.8 cM and 3.7 Mb on chromosome V explained between 21.2 and 75.7% of variance for NoTub/plant, SPGR, Vigor, Maturity, and

TER. Additional QTLs were located on chromosomes I, II, III, IV, VI, IX, and X. One major QTL on chromosome X at 24 cM and 52.2 Mb explaining 70% of variance was identified for late blight resistance in the MSX902 population. Most of the identified QTL validated previous publications and were located near functional and candidate genes already associated for yield, starch content and maturity [5-9].

Conclusions

The genome-wide SNP genotyping allowed the construction of high-resolution genetic maps and the identification of QTL close to gene associated with studied traits.

References

- [1] Felcher KJ, Coombs JJ, Massa AN, Hansey CN, Hamilton JP, et al. (2012) Integration of two diploid potato linkage maps with the potato genome sequence. *PLoS One* 7: e36347.
- [2] Hirsch CN, Hirsch CD, Felcher K, Coombs J, Zarka D, et al. (2013) Retrospective view of North American potato (*Solanum tuberosum* L.) breeding in the 20th and 21st centuries. *G3* 3: 1003-1013.
- [3] Stich B, Urbany C, Hoffmann P, Gebhardt C (2013) Population structure and linkage disequilibrium in diploid and tetraploid potato revealed by genome-wide high-density genotyping using the SolCAP SNP array. *Plant Breeding* 132: 718-724.
- [4] Manrique-Carpintero NC, Tokuhisa JG, Ginzberg I, Veilleux RE (2014) Allelic variation in genes contributing to glycoalkaloid biosynthesis in a diploid interspecific population of potato. *Theor Appl Genet* 127: 391-405.
- [5] Gebhardt C, Menendez C, Chen X, Li L, Schafer-Pregl R, et al. (2005) Genomic approaches for the improvement of tuber quality traits in potato. *Acta Horticulturae*: 85-91.
- [6] Rauscher GM, Smart CD, Simko I, Bonierbale M, Mayton H, et al. (2006) Characterization and mapping of RPi-ber, a novel potato late blight resistance gene from *Solanum berthaultii*. *Theor Appl Genet* 112: 674-687.
- [7] Bradshaw JE, Hackett CA, Pande B, Waugh R, Bryan GJ (2008) QTL mapping of yield, agronomic and quality traits in tetraploid potato (*Solanum tuberosum* subsp *tuberosum*). *Theor Appl Genet* 116: 193-211.
- [8] McCord PH, Sosinski BR, Haynes KG, Clough ME, Yencho GC (2011) Linkage mapping and QTL analysis of agronomic traits in tetraploid potato (*Solanum tuberosum* subsp *tuberosum*). *Crop Sci* 51: 771-785.
- [9] Kloosterman B, Abelenda JA, Gomez MDC, Oortwijn M, de Boer JM, et al. (2013) Naturally occurring allele diversity allows potato cultivation in northern latitudes. *Nature* 495: 246-250.

QTL Analysis of tuber dormancy and apical dominance in diploid potato

Bisognin, Dilson¹; Manrique-Carpintero, Norma²;
Islam, Shafiqul²; Douches, David²

¹ Universidade Federal de Santa Maria, Brasil. E-mail: dilson.bisognin@ufsm.br

² Michigan State University, USA.

Introduction

In 2012 potato was cultivated in 161 countries of five continents and, because of differences in environmental conditions and management techniques, a tuber yield variation from 1.2 to 47.5 tons/ha was verified [1]. Improving adaptation and management techniques are critical to increase yield and tuber quality, being the development of new cultivars with adequate tuber dormancy period an important objective for many breeding programs. Inappropriate dormancy period affects both tuber yield and quality. Tubers planted in the physiological stages of dormancy or apical dominance would result in major yield losses, because of low plant density. Dormancy is necessary to reduce qualitative and quantitative losses during storage, since sprouting leads to an irreversible physiological ageing of the tubers [2].

Quantitative trait locus (QTL) were identified in almost all potato chromosomes and association between dormancy and the ability to tuberize under long days were found in chromosomes III, IV and VIII [3]. Major QTLs for dormancy were found in chromosome VII from *S. chacoense* [4] and chromosome II from *S. berthaultii*, explaining 31% of the phenotypic variation [5]. Considering different wild species, *S. phureja* contributed with dominant alleles for short and *S. berthaultii* with recessive ones for long dormancy [4]. In this study we combine all these species to better understand the genetic control and to facilitate the development of new potato cultivars with the exactly level of tuber dormancy.

Objective

The objective was to develop a linkage map of a potato diploid population using single nucleotide polymorphism (SNP) markers to search and analyze QTLs associations with tuber dormancy and apical dominance.

Material and Methods

The diploid segregating population (MSX902) is a cross between the clone 84SD22 (*S. tuberosum* x *S. chacoense*) and MSBer83 (MSA133-57 x *S. berthaultii* PI 498104). The MSA133-57 is a cross between 84SD22 and *S. phureja*. The population was genotyped with the Infinium 8303 SNP potato array and a genetic map

of the parents and 129 genotypes of the progeny were generated. For phenotyping, tubers were produced in pots in the greenhouse during the winter of 2013/14. All tubers produced in three replications of one plant were harvested and stored at room temperature for evaluations. Number of tubers per plant and mean fresh weight per tuber (size) were recorded. Breaking of dormancy and apical dominance was considered when 50% of the tubers have respectively one or two sprouts of 2 mm length. With the data we calculated the number of days from harvest until breaking dormancy and apical dominance and the area under the sprouting progress curve. Data was submitted to normality distribution and variance analysis. A genetic map was built and QTL analysis performed with JoinMap4.1 and MapQTL6.

Results

As expected, the 84SD22 showed higher dormancy and apical dominance in the tubers than the Ber83 parent. The progeny segregate close to normal distribution and the 120 clones showed significant differences for all evaluated traits. No QTL was found for number of tubers per plant. QTL for tuber size and days from harvest until dormancy breaking were located in similar position of chromosome V. The relationships between QTLs from different potato species associated with dormancy and apical dominance and from those to tuber size are discussed.

Conclusion

The cross involving diploid species previously used for mapping studies and the availability of a genome wide SNP potato array give the opportunity for a molecular dissection of tuber dormancy and, at the first time, apical dominance.

References

- [1] FAO 2014. FAOSTAT. www.fao.org/faostat. Access on July 16, 2014.
- [2] Bisognin, D.A. et al. 2008. Physiological aging of potato tubers produced during fall and spring growing seasons and stored at different temperatures. *Bragantia*, Campinas, 67(1):59-65.
- [3] Vand den Berg, J.H. et al. 1996. QTL analysis of potato tuberization. *Theor. Appl. Gen.*, 93:307-316.
- [4] Freire, R. et al. 1994. Quantitative trait locus analysis of tuber dormancy in diploid potato (*Solanum* spp). *Theor. Appl. Gen.*, 89:474-480.
- [5] Vand den Berg, J.H. et al. 1996. QTL analysis of potato tuber dormancy. *Theor. Appl. Gen.*, 93:317-324.

A Non targeted Metabolomics Approach Reveals Possible Role of Benzyloquinoline Alkaloids in Quantitative Resistance to Late Blight in Diploid Potatoes

Sarkar, Kobir.¹; Kalenahalli, Yogendra N. ¹; Kushalappa, Ajjamada

C.¹; Sarmiento, Felipe²; Rodriguez, Luis E.²; Mosquera, Teresa².

¹ Plant Science Department, McGill University, Ste-Anne-de-Bellevue.

² Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. E-mail: fsarmientos@unal.edu.co

Introduction

Potato (*Solanum tuberosum*) is one of the world's most important food crops but unfortunately its ubiquitous scourge, late blight disease caused by the oomycete *Phytophthora infestans*, often lays a heavy financial burden on producers. It is possible to develop qualitatively resistant potato cultivars, although the selection pressure they bring coupled with *P. infestans*' highly adaptable nature cast doubt as to the durability of the trait [1].

Objectives

It is hoped that the characterization of quantitative resistance, denoting durable polygenic resistance, in under utilized or wild *Solanum* species may bring about the identification of desirable genetic material to be used in resistance breeding efforts [2]. Several diploid relatives of *S. tuberosum* have been identified as promising in this endeavour including *S. phureja*, although little is known regarding the precise genes and mechanisms involved [3].

Materials and Methods

A non targeted metabolomics analysis based on liquid-chromatography and high resolution mass-spectrometry (LC-HRMS) of two moderately resistant clones and one susceptible *S. phureja* cultivar was performed to assess the metabolomic profiles of genotypes with varying levels of resistance. Comparison of relative metabolite abundance in infected versus non-infected samples revealed contrasting responses to the pathogen.

Results

The resistant clones were found to have much higher constitutive amounts of benzyloquinoline alkaloids (BIAs), namely morphine, codeine-6-glucuronide and morphine-6-glucuronide, whereas the same biochemicals greatly accumulated in the susceptible genotype only after *P. infestans* infection. These compounds are known to be involved in defense against microbial pathogen in

opium poppy (*Papaver somniferum* L.) [4], but they have never before been detected in potato or associated with late blight resistance. The mechanism by which BIAs promote resistance in opium poppy includes maintaining high constitutive levels of morphine which accumulates further upon infection in order to reinforce polysaccharide linkage and impede pathogen advance.

Conclusions

The results obtained here suggest a similar system in resistant *S. phureja* clones along with a delayed response in the susceptible cultivar which may be responsible for said susceptibility.

References

- Hein, I., Birch, P., Danan, S., Lefebvre, V., AchiengOdeny, D., Gebhardt, C., Trognitz, F., and Bryan, G. 2009. Progress in mapping and cloning qualitative and quantitative resistance against *Phytophthora infestans* in potato and its wild relatives. *Potato Research*. 52:215-227.
- Yogendra, K. N., Pushpa, D., Mosa, K. A., Kushalappa, A. C., Murphy, A., & Mosquera, T. 2014. Quantitative resistance in potato leaves to late blight associated with induced hydroxycinnamic acid amides. *Functional & integrative genomics*, 1-14.
- Bradshaw, J. E., Bryan, G. J., & Ramsay, G. 2006. Genetic resources (including wild and cultivated *Solanum* species) and progress in their utilisation in potato breeding. *Potato Research*. 49(1): 49-65.
- Morimoto, S., Suemori, K., Moriwaki, J., Taura, F., Tanaka, H., Aso, M., ...& Shoyama, Y. 2001. Morphine Metabolism in the Opium Poppy and Its Possible Physiological Function BIOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF THE MORPHINE METABOLITE, BISMORPHINE. *Journal of Biological Chemistry*, 276(41), 38179-38184.

Identification of allelic variants for quantitative resistance to late blight (*Phytophthora infestans*)

Álvarez, M.F.¹; Angarita, M.¹; Bryan, G.¹; Delgado, C.¹; García, C.¹; Gebhardt, C.²; DeKoeeyer, D.³; Juyó, D.K.¹; Sarmiento, F.¹; Tai, H.⁴; Mosquera, T.¹

¹ Universidad Nacional de Colombia, Agronomy Department, Bogotá, Colombia. E-mail: tmosquerav@unal.edu.co

² James Hutton Institute, Invergowrie Dundee, Scotland

³ Max Planck for Breeding Research, Cologne, Germany

Introduction

Potato (*Solanum tuberosum* L.) is the non cereal crop most important in the world, more than a billion people worldwide eat potato. Late blight disease (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) has devastating effects on potato crop and its control is highly expensive and unfriendly with the environment. According to the International Potato Center, the annual extra cost in developing countries to control late blight is 3.25 thousand of millions of us dollars (1). The main strategy to control late blight is to develop resistant genotypes.

Objective

The objective of this research was to identify allelic variants associated to late blight resistance using association mapping.

Materials and Methods

We employed 104 accessions from the *Solanum tuberosum* Group Phureja. We followed two approaches for genotyping, candidate genes and Oligo Pool All (OPA) technology. Sanger sequencing was applied. Sequences of exons of the 29 genes were used to call the SNPs with DAX software in the genotypes. SNP dosage was scored.

Results

29 genes distributed in all chromosomes excluding chromosome IX were successfully amplified. Variations in two genes were associated to quantitative resistance, first gene (TM14) annotated with the function *TMV response protein 1* located in chromosome III containing three SNPs and second gene (TM18), annotated with the function *Thylakoid lumenal 15 kDa protein 1* located in chromosome VI containing two SNP. Within each gene the SNPs were found as haplotypes and they were responsible for 10-15% of the phenotypic variation. We found a correlation between allele dosage and level of the resistance, since the phenotypic values

increase or decrease depending on the number of resistance or susceptibility alleles in the genotypes.

OPA technology from Illumina based on the golden gate assay was used to score 1151 SNPs (2). Four OPAS were used for genotyping and 371 SNPs were selected for association analysis. Association analysis was done using the mixed model marker-trait association analysis. The relationship model was the Eigen analysis, using two principal components as population structure, choosing fixed option. The threshold was established with the effective marker matrix dimension, that considers the effective marker matrix data and calculates the threshold as $-\log_{10}(\alpha/nC)$ and α was 0.05. For SNP solcap_stsnp_c1_9342 we found two positions in the genome, so we determine the correct position in the genome by association mapping using the SNP data as phenotypic data and the other SNPs as genotypic data. We identified one SNP consistently in environments one, two and three; the SNP was located in chromosome II within the gene to codify the protein Pom30 protein, related with a porin for anion transport either in *Arabidopsis thaliana* and potato and in general in eukaryotes. Anion dependent channels are related to stress responses and are activated by the stress hormone, abscisic acid (ABA) (3). Influences of ABA have been studied on resistance, and the stomatal closure is belief to be the first phase of ABA action in stress responses (3). We could identify allelic variants associated with quantitative resistance to late blight and currently we are implementing genotyping by sequence and 2b-Rad technologies to advance genome wide association studies.

Acknowledgment

Authors thank to *Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural en Colombia* and the International Development Research Centre and the Department of Foreign Affairs, Trade and Development from Canadian government to fund this Project. Also we thank to *Ministerio del Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial* for the Contract No. 53 to access genetic resources.

References

- [1] Mosquera, T., Cuéllar, D., Álvarez, M. F., Angarita, M., Delgado, M. C., Juyó, D. (2013). *Genética de la Papa frente a la Gota*. Editorial Universidad Nacional de Colombia. Bogotá Colombia.
- [2] Fan, J.B., Chee, M. S. and Gunderson, K. L. (2006). *Nat Rev Genet* 7(8): 632-634.
- [3] Roelfsema, M. R. G., Hedrich, R. and Geiger D. (2012). *Trends in plant science* 17(4): 221-229

Cuantificación de sacarosa, glucosa y fructosa y su asociación genética con marcadores SNP en *Solanum tuberosum* Grupo Phureja

Duarte-Delgado, D.¹; Narváez-Cuenca, C. E.²; Núñez-López, C. E.¹; Restrepo-Sánchez, L. P.²; Robledo, M. C.¹; Kushalappa, A.³; Mosquera-Vásquez, T.¹

¹ Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Agronomía, Bogotá, Colombia. E-mail: tmosquerav@unal.edu.co.

² Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Química, Bogotá, Colombia

³ McGill University, Plant Science Department, Ste. Anne de Bellevue, Canadá

Introducción

El alto contenido de sacarosa (azúcar no reductor), glucosa y fructosa (azúcares reductores) en los tubérculos de papa representa un rasgo indeseable en la industria del procesamiento en frito, pues los azúcares reductores conducen al ennegrecimiento de la papa frita y a la producción de compuestos tóxicos como la acrilamida que reducen su aceptación por los consumidores y ocasionan riesgos para la salud humana. La asociación genética es una estrategia para estudiar las bases moleculares de rasgos complejos como los contenidos de estos azúcares, lo cual es el primer paso para iniciar procesos de selección genómica para apoyar a los fitomejoradores en la selección de individuos en poblaciones construidas para el desarrollo de variedades con aptitud para procesamiento en frito.

Objetivo

Establecer la asociación genética entre el contenido de azúcares en tubérculos y marcadores SNP en una población natural de 109 genotipos que hacen parte de la Colección Central Colombiana de *Solanum tuberosum* Grupo Phureja.

Materiales y Métodos

Los tubérculos de la colección destinados para la cuantificación de azúcares se cosecharon de plantas sembradas en bolsas en la finca San Jorge de Soacha (Cundinamarca) a 2850 msnm. La cosecha de tres plantas de cada genotipo constituyeron tres replicas biológicas. Los azúcares de 100 genotipos se cuantificaron con la técnica de cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC), utilizando una metodología desarrollada y validada [1]. La Colección se encuentra genotificada con 384 SNPs distribuidos ampliamente por el genoma a través de la metodología Oligo Pool All [2]. Adicionalmente, con el propósito de abordar el análisis de asociación genética desde la aproximación de genes candidatos, se seleccionaron diez genes involucrados en el metabolismo de carbohidratos para el diseño de 32 parejas de cebadores.

Resultados

Se han encontrado valores medios genotípicos de sacarosa, glucosa y fructosa variando entre 6,4-29,4 mg/g, 0,6-28,0 mg/g y 0,2-27,2 mg/g, respectivamente. Se identificó que el genotipo CCC 108 presenta los más altos contenidos tanto de glucosa como de fructosa, lo cual es acorde con la identificación previa de este genotipo como sobresaliente por su alto porcentaje de oscurecimiento de la hojuela en un estudio multiambiental [3]. Se han optimizado las condiciones de amplificación de los cebadores en el laboratorio en ocho genotipos y aquellos con buena calidad de secuencia se seleccionaron para la amplificación de regiones en toda la población y la identificación de SNPs.

Conclusión

Se espera que con el análisis del contenido de azúcares que se está adelantando en los genotipos de interés y su asociación con SNPs distribuidos ampliamente por el genoma y en regiones de genes candidatos, se puedan identificar regiones genómicas que influyen en la calidad para procesamiento en frito de este grupo cultivado de papas de importancia para Colombia.

Referencias bibliográficas

- [1] Duarte-Delgado, D., Restrepo-Sánchez, L.P., Narvaez-Cuenca, C.E., Kushalappa, A., Mosquera, T. 2014 (Sometido). Development and validation of a liquid chromatographic method to quantify sucrose, glucose, and fructose in tubers of *Solanum tuberosum* group Phureja. J. Chromatogr. B.
- [2] Álvarez, M.F. 2014. Identification of molecular markers associated with polygenic resistance to *Phytophthora infestans* through association mapping in *Solanum tuberosum* group Phureja. Tesis para optar al título de PhD, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- [3] Núñez-López, C.E. 2011. Estudios fenotípicos y genéticos asociados a la calidad de fritura en *Solanum phureja* Juz et Buk. Tesis para optar al título de Doctor. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Identificación de variantes alélicas asociadas al rasgo textura en tubérculos de *Solanum tuberosum* Grupo Phureja

Guateque A.¹, Restrepo Luz P.², Kushalappa A.³ y Mosquera T.¹

¹Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Agronomía, Bogotá, Colombia. E-mail: tmosquerav@unal.edu.co

²Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Química, Bogotá, Colombia.

³Universidad McGill, Facultad de Agricultura y Ciencias Ambientales, Montreal Canadá.

Introducción

Los tubérculos de papa, son un alimento básico tanto para el consumo en fresco o procesado. Sin embargo, el rasgo de textura no se ha estudiado en profundidad en los tubérculos de papa colombianos. La textura de la papa es una característica compleja que al parecer es regulada de manera poligénica [1] y diferentes factores la afectan como, el contenido de materia seca, la gravedad específica, azúcares (ej. almidón), proteínas y nitrógeno. Algunos de los factores más estudiados han sido i) contenido, calidad y distribución de almidón, ej. cantidad de amilosa y ii) la estructura y composición química de la pared celular. Debido a que el principal componente de la pared es pectina, su distribución en la pared influye en la textura de los tubérculos [2].

Objetivo

Esta investigación tuvo como propósito realizar un análisis de asociación genética entre marcadores SNPs y el rasgo textura, con el fin de acercarse a la comprensión genética del rasgo, con miras a desarrollar conocimiento básico de los recursos genéticos que apoyen los programas de mejoramiento genético en papa.

Materiales y Métodos

A partir de datos de genotipificación de *S. tuberosum* Grupo Phureja [3] se desarrollaron dos aproximaciones metodológicas: en la primera, la secuenciación fue realizada siguiendo la estrategia denominada *Oligo Pool All* (OPAs) y la segunda empleó la estrategia de gen candidato. Los datos fenotípicos se obtuvieron a partir del análisis de perfil de textura instrumental calculados por texturómetro y datos de perfil sensorial para el material de la colección de trabajo de la Universidad Nacional de Colombia. Se utilizaron dos matrices de datos con 229 marcadores SNPs para genes candidatos y con 371 SNPs para OPAs. Se utilizó el programa **GenStat ® v16th**, con el cual se realizó un análisis univariado (ANOVAs) para visualizar el efecto de la dosis alélica para las diferentes características y luego el análisis de asociación

genética donde se aplicó un modelo nulo con método rápido, con un umbral fijo de tres.

Resultados

Logramos identificar siete variantes alélicas asociadas al rasgo textura, en genes con diferentes funciones fisiológicas, la mayoría relacionadas con fotosíntesis. Las variantes alélicas también fueron localizadas in silico utilizando la base de datos PomaMo en los cromosomas 3, 4, 7, 8 y 11 en regiones que co-localizan con QTL de resistencia a enfermedades.

Conclusiones

En este estudio logramos fenotipificar el rasgo encontrando alta variabilidad para el mismo en el germoplasma colombiano. Esta fenotipificación precisa y detallada obtenida por la combinación de los resultados obtenidos en las evaluaciones proximales, los análisis de perfil de textura sensorial evaluado por un panel de expertos y la evaluación instrumental, permitió realizar un estudio de asociación genética e identificar variantes genéticas asociadas a textura.

Referencias bibliográficas

- [1] Vreugdenhil, D., 2007. Potato biology and biotechnology, Advances and perspectives. First Edition. Editorial Elsevier. Chapter I: The markets pp. 27
- [2] Ducreux L. J. M., Morris, W. L., Prosser I. M., Morris, J. A., Beale, M. H., Wright, F., Sepherd, T., Bryan, G.J., Hedley, P.E. and Taylor M.A., 2008. Expression profiling of potato germplasm differentiated in quality traits leads to the identification of candidate flavour and texture genes. *Journal of Experimental Botany* 59(15): 4219–4231.
- [3] Álvarez M.F., 2014 Identification of molecular markers associated with polygenic resistance to *Phytophthora infestans* through association mapping in *Solanum tuberosum* group Phureja, Tesis para optar por el título de Doctor. En Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Colombia, Facultad, de Agronomía Escuela de Posgrados, Bogotá Colombia.

Evaluación de genes candidatos asociados a textura en *Solanum tuberosum* Grupo Phureja

Parra, M. A.¹; Guateque, A.¹ y Mosquera, T.¹

¹ Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias

Agrarias, Departamento Agronomía, Bogotá.

E-mail: tmosquerav@unal.edu.co

Introducción

La papa criolla (*S. phureja*) presenta tubérculos con color de piel y carne amarillo [1]. Colombia es el país mayor productor, consumidor y exportador de papas diploides en el mundo, lo que se destaca por sus cualidades culinarias [2]; estas papas son reconocidas además, por su importancia como recurso genético [3]. A pesar de su heterogeneidad fenotípica, en Colombia una fracción pequeña de papa criolla es procesada, tanto para mercado nacional como de exportación. Para procesamiento es necesario contar con cultivares cuyos tubérculos posean características internas específicas, como lo es textura del tubérculo [4]. En esto el contenido de almidón y su distribución son los principales factores que influyen en el tubérculo cocido [5]. La aproximación por gen candidato es una vía para el estudio de rasgos complejos como lo es la textura, permitiendo el desarrollo de marcadores de ADN que estén estrechamente ligados a genes que puedan ser utilizados como herramientas moleculares para el desarrollo de nuevos cultivares aptos para el procesamiento industrial mediante la selección asistida por marcadores [6].

Objetivo

El objetivo de esta investigación fue seleccionar genes candidatos que pudieran estar involucrados en el control del rasgo textura y optimizar sus condiciones de amplificación.

Materiales y Métodos

Se seleccionaron nueve genes implicados en la síntesis de almidón en la base de datos del *National Center for Biotechnology Information*, estos fueron: *SBE*, *Starch branching enzyme*, *Starch synthase IV*, *Starch synthase V*, *Soluble starch synthase 1*, *Granule-bound starch synthase 1*, *Granule-bound starch synthase 2*, *Soluble starch synthase 3*, *Alpha_ amylase chr4* y *Alpha_ amylase chr5*. Se utilizó el enfoque directo de la secuenciación directa de productos de PCR [7], por lo cual se diseñaron tres pares de *primers* por cada gen sobre la base de la secuencia completa de cada gen, utilizando la herramienta BLAST (Basic Local Alignment Search Tool). Para el diseño de los *primers* se utilizó la herramienta on-line Primer3 disponible en <http://primer3plus.com/cgi-bin/dev/>

primer3plus.cgi. La estandarización de la amplificación de los *primers* se realizó utilizando ocho genotipos de la población escogidos al azar.

Resultados

El programa para la amplificación se optimizó así: temperatura de denaturación 94 °C por 180 segundos, seguido por 30 ciclos de 93°C por 45 segundos, 45 segundos a la respectiva temperatura de annealing, 45 segundos a 72°C y por último un ciclo de extensión de seis minutos a 72°C. Se han estandarizado ocho *primers* que amplifican seis de los nueve genes. Los *primers* que obtengan amplicones con secuencias de buena calidad serán evaluados en toda la población bajo estudio. Se presentarán los resultados de amplificación y condiciones de reacción optimizadas para los genes bajo estudio.

Agradecimientos

Los autores agradecemos al *International Development Research Centre* y al *Department of Foreign Affairs, Trade and Development* del Canadá por la financiación de este proyecto y al Ministerio del Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial por el acceso a los recursos genéticos a través del Contrato No. 53

Referencias bibliográficas

- [1] Rodríguez, L.E., C.E. Ñustez y N. Estrada. 2009. *Agronomía Colombiana* 27(3): 289-303.
- [2] Cotes, J.M. y C.E. Ñustez. 2001. *Agronomía Colombiana* 18(1): 7-13.
- [3] Mosquera, T., M., F. Álvarez, M. Angarita, D. Cuéllar, M. C. Delgado y D. Juyó. 2012. En: *La genética de la papa frente a la gota*. Editorial Universidad Nacional de Colombia.
- [4] Guateque, A. 2014. Evaluación de la textura en tubérculos de *Solanum tuberosum* (Grupo Phureja) y búsqueda de genes candidatos asociados al rasgo. Trabajo de grado para magister en Ciencias. Universidad Nacional de Colombia.
- [5] Ross, H.A., K.M. Wright, G.J. McDougall, A.G. Roberts, S.N. Chapman y M.A. Taylor. 2011. *Journal of Experimental Botany* 62(1): 371-281.
- [6] Collard, B.C, M.Z. Jahufer, J.B. Brouwer y E.C. Pang. 2005. *Euphytica* 142:169-196
- [7] Rafalski, J.A. 2002. *Plant Science* 162(3): 329-333.

MEJORAMIENTO GENÉTICO

Presentaciones
Orales y Posters

Variation and genetics of quality traits in Ecuadorian potato landraces

Cuesta, Xavier¹; Bachem, Christian ²; van Heusden, Adriaan²; Visser, Richard, ² and Vosman, Ben ².

¹ Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). E-mail: xavier.cuesta@iniap.gob.ec

² Wageningen UR Plant Breeding, Wageningen University and Research Center, P.O. Box 386, 6700 AJ Wageningen, The Netherlands.

Introduction

Ecuador is recognized as one of the centers of diversity for cultivated potatoes [1], variation that has been collected and conserved by INIAP [2]. However, this variation has only been partially characterized and scarcely used in breeding for quality.

Objective. To evaluate the variation of the main quality traits in a representative group of potato landraces, the possibility of use in breeding for quality and to identify Quantitative Trait Loci (QTL's) controlling important morphological traits from two *S. phureja* diploid parents.

Materials and Methods. Forty potato landraces from the Ecuadorian potato collection (EPC) were planted in a randomized block design with 3 replications in 3 Ecuadorian locations. At harvest time information about morphological traits, tuber yield, greening, dormancy, enzymatic discoloration, total glycoalkaloid, reducing sugar and dry matter content were measured. For the QTL analysis, two diploid *S. phureja* parents Chaucharoja (Parent-1) and Chauchaamarilla (Parent-2) were selected. The two parents and 175 progeny were genotyped using DArT markers, and we assessed the segregation of tuber shape, eye depth, skin and flesh color in this population. Linkage analysis was performed in JoinMap 4 [3]. Linkage groups were identified based on the position of known DArT markers. Maps were constructed for each of the parents separately. The QTL analysis was conducted using MapQTL 6 [4]. Interval mapping (IM) was applied to reveal QTL regions for the selected traits in the offspring population using the established linkage map and the observed phenotypic traits.

Results. For all traits, large variation was observed. Interaction effect genotype x environment was significant for most parameters, but was smaller than genotypic effect. For some characters as greening and dormancy the estimated broad sense heritability (*H*) was high (0.76 and 0.86), therefore the selection response in a breeding scheme is likely to be greater. However, some traits were affected by the environment such as yield (*H* < 0.34). The white cream and yellow skinned potatoes showed low enzymatic discoloration compared with colored tubers.

The most prominent QTLs for tuber shape and eye depth were detected on chromosome X (Parent-2) it explained 33.7% and 14.6% of the variance respectively. The loci that control these traits were linked. The most important QTLs for skin and flesh color were on chromosome X (Parent-1, 19.9%) and III (Parent-1, 13.9%) respectively. Additional QTLs with minor effects were also detected. Novel QTLs were also found in the population, underpinning the importance of the Ecuadorian landraces, for tuber shape and eye depth we identified QTLs *Sh-1*, *Sh-2*, *Ey-1*, *Ey-2* and *Ey-3*. For skin color two QTLs *Sk-2* and *Sk-3*, *Sk-2* were found, which constitute candidate genes for controlling anthocyanin biosynthesis. New, presently unknown QTLs *FL-1* and *FL-3* involved in zeaxanthin accumulation in the yellow-fleshed potatoes were also identified.

Conclusions. The potato landraces from the EPC showed large variation for the different traits, variation that in most of the characters was mainly due genetic factors, and then through breeding we can select potato landraces and develop improved varieties with the desired traits.

These results improve our understanding of the inheritance of traits relevant for variety development in potato and the possibility toward the use by INIAP of new approaches for genomic research and develop of new varieties improving the efficiency and precision of conventional plant breeding through molecular assisted selection (MAS).

References

- [1] HAWKES, J. G. 1990. The Potato: Evolution, Biodiversity and Genetic Resources. Belhaven Press, London.
- [2] MONTEROS, A. 2011. *Potato landraces: description and dynamics in three areas of Ecuador*. PhD Thesis, Wageningen University.
- [3] VAN OOIJEN, J. W. 2006. Join Map® 4, Software for the calculation of genetic linkage maps in experimental populations. Kyazma B. V., Wageningen, Netherlands.
- [4] VAN OOIJEN, J. W. 2009. MapQTL® 6, Software for the mapping of quantitative trait loci in experimental populations of diploid species. Kyazma B.V., Wageningen, Netherlands

Valor parental para el rendimiento bajo condiciones de altas temperaturas en clones de papa tolerantes al calor y resistentes al Tizón Tardío

Gastelo, Manuel¹; Diaz, Luis¹; Bonierbale, Meridteh¹

¹ Centro Internacional de la Papa. CIP. E-mail: mgastelo@cgiar.org

Introducción

El cultivo de papa está expandiéndose a zonas donde las condiciones no son ideales para su producción debido a las altas temperaturas, así mismo el cambio climático está afectando los patrones climáticos de las zonas tradicionales para este cultivo [1]. En anticipación de estos cambios el Centro Internacional de la Papa (CIP) ha desarrollado una población adaptada a estas nuevas condiciones (Población LBHT) y se han obtenido clones con tolerancia al calor, resistencia al tizón tardío, virus y precocidad [2,3], los que están disponibles para ser usados por los países en desarrollo para la selección de variedades o como parentales en sus programas de mejoramiento. El presente trabajo documenta el valor parental de los clones selectos de esta nueva población a través de la estimación de habilidad combinatoria general (HCG).

Objetivo

Determinar el valor parental de 19 clones de papa para el rendimiento de tubérculos bajo condiciones de altas temperaturas

Materiales y Métodos

A través del diseño genético de Línea x Probador [4] se cruzaron 19 clones de la población LBHT con tres probadores: Kathadin, Huagalina, CIP 398098.204 y se obtuvieron 57 progenies. Los ensayos de las progenies se realizaron en tres localidades del Perú: San Ramon (800 msnm, 11°18'S), La Molina (240 msnm 12°05'S) y Majes (1294msnm, 16°28'S), en la época de primavera - verano, donde las temperaturas nocturnas promedio estuvieron entre 19 a 23 °C y las diurnas llegaron hasta 28°C, empleando diseño estadístico de Bloques Completos al Azar con tres repeticiones de 50 plantas cada una. A la cosecha se tomó el número y peso de tubérculos comerciales y no comerciales, se estimó el peso promedio de los tubérculos. Luego se determinó el efecto de habilidad combinatoria general (HCG) [5] para el rendimiento comercial, total y peso promedio de los tubérculos.

Resultados

En el análisis combinado, diez de los 19 clones mostraron efectos de HCG significativos para el rendimiento comercial y total

de tubérculos y 8 para peso promedio de tubérculos ($\alpha=0.01$). Las líneas 398098.570, 398098.65, 398192.213, 398201.510, 398208.33 y 398208.620 presentaron efectos de HCG significativos para los tres caracteres. Estos resultados nos indican que estos clones por su buen valor parental pueden ser usados para transmitir su capacidad de rendimiento de tubérculos bajo condiciones de altas temperaturas a sus progenies.

Conclusiones

Se identificaron 10 clones con alto valor parental para rendimiento comercial y total de tubérculos y 8 para peso promedio de tubérculos bajo condiciones de altas temperaturas; seis de estos clones combinan alto valor parental para los tres caracteres estudiados. Estos clones con resistencia al tizón tardío, tolerantes al calor, adaptados a altitudes medias y con un periodo vegetativo de 90 días y buen valor parental pueden ser usados en los programas de mejoramiento de los países donde existan estas limitantes.

Referencias bibliográficas

- [1] Levy, D., Veilleux, R.E. 2007 Adaptation of Potato to high Temperatures and Salinity. A Review. In American Journal of Potato Research (2007)84 pp. 487-506
- [2] Gastelo, M., Landeo, J., Diaz, L., Bonierbale, M. 2012 Nuevos clones elite de papa con resistencia al tizón tardío tolerancia desarrollados por el CIP para enfrentar el cambio climático. Población LBHT. In Memorias del XXV Congreso de la Asociación latinoamericana de la Papa ALAP. Uberlandia, SP, Brasil.
- [3] CIP 2014 Catalogue of potato varieties and advanced clone www.cipotato.org/catalogue
- [4] Kempthorne, O. 1957 An Introduction to Genetics Statistics. John Wiley and sons.Inc. New York
- [5] Hallauer, A., Miranda, J.B., 1982 Quantitative Genetics in Maiz Breeding. The Iowa State University Press.

Estimación de Heterosis en papa (*Solanum tuberosum*) para selección de progenitores por resistencia a *Phytophthora infestans*

Andrade, Alberto J.^{1,4}, Capezio Silvia B.², Huarte

Marcelo A.³, Velásquez Berta.⁵

¹ INTA EEA Abra Pampa. E-mail: andrade.alberto@inta.gob.ar.

² FCA-Universidad Nacional de Mar del Plata

³ INTA EEA Balcarce de Balcarce-Argentina

⁴ INBIAL

⁵ FCA de Universidad Nacional de Jujuy, Jujuy-Argentina

Introducción

Alrededor de 800 millones de personas se alimentan de papa y su cultivo es severamente atacado por *Phytophthora infestans*. En Argentina éste patógeno ha provocado un promedio de pérdidas de rendimiento de 41.23% para tubérculos comerciales y 33.85% para rendimiento total en la última década [1]; tal contexto habilita la búsqueda permanente de fuentes de resistencia genética. Sobre una progenie generada a partir del cruzamiento entre seis progenitores de papa, éste trabajo estima la Heterosis (h), heterobeltiosis (hi) y heterosis útil (shij) obtenida del Area Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) como parámetros para evaluarla resistencia a Tizón.

Objetivo

Selección de progenitores en base a la Heterosis y estimación de sus componentes (h, hi y shij).

Materiales y Métodos

Tubérculos de 2da generación clonal obtenidos por cruzamiento dialélico modelo 4 de Griffing [2], entre seis progenitores de *Solanum* sp: Robusta, i92t.114.76, Chotañawi, Libertas, Jaspe y Pollerita (Ro, i92t, Cho, Lib, Jas y Pol) fueron evaluados en la EEA Balcarce. Se plantó a 40:100 cm surco: planta con fertilización de 15:30:15 (N:P:K) y se aplicó al cultivo una suspensión esporangial (10000/ml) de *Phytophthora infestans* con siete factores de virulencia. Se proveyó ambiente óptimo para desarrollo del Tizón mediante niebla generada por micro aspersión; la presión uniforme de la enfermedad se aseguró según la metodología de Malcolmson [3]. El diseño estadístico fue BCA x 2 y se midió porcentaje de tejido necrótico en follaje transformado a valores de ABCPE mediante la función lineal de Pandey *et al* [4]. La heterosis se estimó según:

$h = [F1 - ((p1 + p2)/2)] \times 100$, $hi = [(F1 - MP)/MP] \times 100$ y $shij = [(F1 - TS)/TS] \times 100$, donde F1= μ de una cruce, p1 y p2= μ de progenitores, MP= μ de mejor progenitor, TS= μ del testigo susceptible.

Resultados

En tanto que el ABCPE mide el grado de infección a *P. infestans*, los valores de heterosis negativos o positivos de allí obtenidos pueden interpretarse como estimadores del nivel de resistencia. Las h de Ro x Cho (-42.51), Ro x Lib (-31.8) y Cho x Lib (-23.67) hacen de éstas las progenies menos infectadas y concuerdan -respectivamente- con sus valores de hi-35.48, -25.95 y -21.29 resaltando su superioridad respecto a las demás familias. Finalmente la heterosis útil (shij) conforma tres clusters -todos- con valores negativos en un rango de [-74.24 a -24.86], ello indicaría que la contribución génica de los progenitores aporta sustantivamente a la resistencia. Estos valores coinciden con el porcentaje de disminución del ABCPE y desde allí, la heterosis útil puede catalogarse como un indicador directo de la resistencia genética a *P. infestans* y desempeñar un criterio de selección. En concordancia con Luthra [5] los altos efectos heteróticos estarían fuertemente asociados a la base genética intertaxonómica de los progenitores.

Conclusión

Los componentes de heterosis identifican a Robusta, Chotañawi y Libertas como progenitores sobresalientes y pueden facilitar el criterio de selección para resistencia a *P. infestans*.

Referencias bibliográficas

- [1] Carmona D;Huarte MA, Arias G, López A, VinciniAM, Alvarez CastilloHA, Manetti P, Capezio SB, Chaves E, Torres M, Eyherabide J, Mantecón J, Chichón L and Fernández D. 2003. Integrated Pest Management in Argentina . Pp 313-326. In: K.M.Maredia, D. Dakouo and D. Mota-Sanchez (Ed). Integrated Pest Management en the Global Arena.CABI Publishing.Oxon.
- [2] Griffing, B. 1956. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. *Heredity*10: 31-50.
- [3] Malcolmson JF. 1976. Assessment of field resistance to blight (*Phytophthora infestans*) in potatoes. Transactions of the British Mycological Society 67: 321-5
- [4] Pandey HN; Menon TCM, Rao MV. 1989. A single formula for calculating area under disease progress curve. *Rachis*8,38-39.
- [5] Luthra SK. 2006. Selection of superior parents and crosses based on progeny mean anheterosis in potato. *Haryana J. hort. Sci.* 35(3&4):306-309.

Selección Participativa de Variedades de Papa: Análisis disgregado por género- Caso Perú

Amaya, Nadezda¹; Bastos, Carolina¹; De Haan, Stef¹

¹ Centro internacional de la Papa (CIP), Perú. E-mail: n.amaya@cgiar.org

Introducción

Desde el 2004 el CIP viene aplicando la metodología Mama & Bebe (M&B)[1] para la selección participativa de variedades de papa en la región andina, cuyo componente clave es la evaluación participativa, la cual realiza una valoración integral y complementaria del germoplasma durante la floración, cosecha y post-cosecha. Durante estas evaluaciones se utilizan herramientas que permiten captar preferencias que tanto hombres como mujeres tienen al momento de seleccionar una nueva variedad. Estos criterios son diferentes ya que la producción de papa implica roles específicos de género, en los que se acumulan distintos conocimientos, así como prácticas y especializaciones agrícolas, por ej. el rol central de las mujeres en el manejo de la agro-biodiversidad.

Objetivo

Analizar las características, atributos y preferencias que hombres y mujeres tienen al elegir una nueva variedad de papa, e identificar su variabilidad entre zonas y en el tiempo.

Materiales y Métodos

Se utilizaron datos recolectados mediante la metodología M&B durante el periodo 2008-13, en la cual participaron 2295 agricultores, de los cuales 39% fueron mujeres. El análisis se enfocó en 39 comunidades distribuidas en los andes centrales, norte y sureste del Perú: Huancavelica (25), La Libertad (8) y Cusco (6). Mediante un análisis disgregado por sexo, se compararon las respuestas proporcionadas por hombres y mujeres sobre los criterios que prefieren en una nueva variedad de papa durante la floración y cosecha; utilizándose las pruebas: t de Student y Kruskal-Wallis.

Resultados

En general, las preferencias de hombres y mujeres son muy similares, puesto ambos valoran la resistencia a enfermedades y la aptitud de la variedad para semilla. Sin embargo, existen algunas diferencias estadísticamente significativas. En la fase de floración, en los tres departamentos, se observa que las mujeres valoran más que los hombres aspectos tales como: número de flores, color de flores, frutos, tolerancia a factores abióticos y tolerancia a plagas; en cambio los hombres valoran más el vigor de las plantas.

Asimismo, se observaron preferencias específicas por zona, puesto que en Cusco los hombres valoran más las características morfológicas de la planta (ej. tamaño, porte, tipo de follaje) así como su resistencia a enfermedades, en cambio estas son más valoradas por las mujeres en La Libertad y Huancavelica, respectivamente. En Huancavelica se observa que las mujeres valoran la precocidad de las plantas, en cambio esta característica es más valorada por los hombres en La Libertad. En la fase de cosecha, los criterios más importantes para los hombres en Cusco son el rendimiento y tolerancia a condiciones climáticas (ej. adaptación a zonas altas), en Huancavelica la forma del tubérculo y la resistencia a enfermedades, y en La Libertad el color de la pulpa. A pesar que tanto en Cusco como en Huancavelica los hombres valoran mucho la aptitud de la papa para el consumo en el hogar, este criterio es más valorado por las mujeres en La Libertad. En Cusco el color de la piel del tubérculo es más importante para las mujeres y en Huancavelica para los hombres. Finalmente, en algunos casos hay un visible cambio de las preferencias a través del tiempo, por ej. en La Libertad hace 5 años tanto para hombres como para mujeres lo más importante durante la cosecha era la tolerancia a factores abióticos, pero en el 2012-13 lo más significativo para ambos fue la forma del tubérculo y que sirva para el consumo dentro del hogar.

Conclusiones

A pesar que estos son resultados pre-eliminares y su interpretación necesita todavía ser profundizada, esta metodología resalta la importancia de incluir a las mujeres en la toma de decisiones sobre nuevas tecnologías, ya que el manejo agronómico del cultivo de papa, así como el de la biodiversidad, se basan también en sus conocimientos, prácticas y trabajo. Por ej., dado que las mujeres son las principales responsables del deshierbe, estas valoran más los aspectos agronómicos durante la fase de floración. Por lo tanto es vital, reconocer que existe un conocimiento diferenciado por género, que puede cambiar en el tiempo y resultar en mayores opciones para preparar y manejar diferentes cambios (ej. climáticos) de una manera apropiada, revelando así importantes oportunidades para contribuir a la selección de variedades. Así mismo, diferentes estrategias para entender y conservar la diversidad genética no deben ignorar el hecho de que las mujeres a menudo tienen diferentes prácticas agrícolas (ej. acceso e intercambio semilla).

Referencias bibliográficas

- [1] De Haan, S. y Fonseca, C. 2010. Guía de evaluación y recolección de datos: metodología Mama & Bebe para la selección participativa de variedades. Centro Internacional de la Papa (CIP), Red LatinPapa, Lima.

Selección de papas pigmentadas diploides con valor agregado

Palomino, Ladislao¹; Amoros, Walter²; Burgos, Gabriela²; Salas, Elisa²; Bonierbale, Merideth²; Palomino, Jose³.

¹ Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) Cusco-

Perú, E-mail: lpalomino@inia.gob.pe

² Centro Internacional de la Papa (CIP) Lima-Perú

³ Semillas Palomino (SEMPAL) Andahuaylas-Perú

Introducción

La papa es uno de los cultivos que posee el potencial de tener un impacto grande en la salud, ya que se consumen grandes cantidades, tienen una alta densidad de micronutrientes y muchas opciones están disponibles para su mejoramiento genético. El interés del consumidor de papas con pulpa pigmentadas se ha incrementado notablemente en los últimos años debido a los beneficios percibidos de contenido antioxidante superior y su aspecto atractivo y novedoso. Papas púrpuras son un agente hipotensivo efectivo y reduce el riesgo de enfermedad cardíaca y accidente cerebrovascular en pacientes hipertensos sin aumento de peso (1). El desarrollo de variedades con características mejoradas con alto valor nutritivo es posible a través de la selección directa de poblaciones segregantes. El Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) y el Centro Internacional de la Papa (CIP) han emprendido proceso de mejoramiento para biofortificación de la papa como una estrategia basada en los alimentos para combatir la desnutrición por micronutrientes mediante una vasta reserva genética presente en las variedades de papa nativa (2). Seleccionando variedades locales de papas nativas con alta concentración de micronutrientes, calidad de chip excepcional, y pulpa pigmentada, se utilizaron para desarrollar poblaciones biofortificados. La identificación y promoción de papas nuevas combinadas con adaptación para las condiciones de estrés permiten a los pequeños agricultores acceder a los mercados de valor agregado como las industrias de salud y de comida gourmet.

Objetivo

Evaluar y seleccionar progenies con características de alto contenido de pigmentos (valor antioxidante), alto % de MS, rendimiento en segregantes de familias evaluadas.

Materiales y Métodos

Dos poblaciones híbridas fueron desarrolladas por Programa de Mejoramiento Genético del CIP y del INIA. Las poblaciones diploides fueron generadas a partir de combinaciones entre los cultivares locales de los grupos *stenotomum*, *goniocalyx* y *phureja*

previamente seleccionados por pulpa pigmentada, alto contenido de materia seca, bajo contenido de azúcares reductores y buen rendimiento de chips. Se han seleccionado más de 350 clones diploides de pulpa amarillo, rojo o púrpura, con alto contenido de materia seca de más de 27%. Se evaluaron en ensayos de rendimiento de los mejores 73 en tres localidades de la sierra sur del Perú –Andahuaylas y Cusco (3400 hasta 3910 m, 4-18 ° C), utilizando DBCA con tres repeticiones y 10 plantas por parcela.

Resultados

Veinte clones diploides mostraron bajos azúcares reductores (< 0,2%), la producción de chips de colores atractivos cuando se fríen y la estabilidad para el contenido de materia seca con un rango de 26 a 34%, para carotenos (luteína y zeaxantina) de hasta 4960.05 µg/100 g p.s; contenido de antocianinas totales de 80.44 mg Cy-3-glu/ 100g en p.f., la actividad antioxidante es mayor en clones de pigmento azul, debido a que se logró un menor IC 50 (27.52 µg/ml) respecto a otros. Los clones CIP304183.600, CIP303851.601, CIP304242.201, INIA508110.14, INIA509130.37, INIA511188.88, INIA501178.6 mostraron el rendimiento más alto y estable en varios lugares con una media de 24 t.ha⁻¹. Tubérculos hervidos mostraron también excelente sabor y textura.

Referencias bibliográficas

- [1] Bonierbale, M., Amoros, W., Burgos, G., Salas, E., and Juárez H. 2007. Prospects for enhancing the nutritional value of potato by plant breeding. African Potato Association Conference Proceedings (2007) Vol.7 Alex, Egypt pp. 26-46.
- [2] Burgos, G., Amoros, W., a, Muñoz, L., Sosa P., Cayhualla E., Sánchez C., Diaz C., Bonierbale M. 2013. Total phenolic, total anthocyanin and phenolic acid concentrations and antioxidant activity of purple-fleshed potatoes as affected by boiling. Journal of Food Composition and Analysis 30 (2013) 6–12
- [3] Mamani, D. y Arias, E. 2011. Antocianinas, polifenoles totales y capacidad antioxidante en dos clones de papa nativa del genero *Solanum* de pulpa azul y roja. Tesis UNSAAC Facultad de Ingeniería Agroindustrial. 98 p
- [4] Vega, R. 2009. Evaluación de la estabilidad de antocianinas en papas nativas coloreadas durante el procesamiento de hojuelas fritas. Tesis UNSCH. Escuela de formación profesional de Ingeniería Agroindustrial. 143 p

"Poderosa" variedad de papa para la sierra norte del Perú con resistencia a racha y buena calidad culinaria

Otiniano, José¹, Cabrera, Héctor², Pérez, Juan

M.³, Sánchez, Henry³, Gastelo, Manuel⁴.

¹ ONG Asociación Pataz. E-mail: rotiniano@yahoo.com

² Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA)

³ ONG Asociación Pataz

⁴ Centro Internacional de la Papa (CIP)

Introducción

En la sierra Norte del Perú, los Departamentos de: La Libertad, Cajamarca y Ancash son las regiones representativas del cultivo de papa en el Perú, con un área sembrada de 60,000 has. Una de las limitantes más importantes en la producción de este cultivo es la Racha causada por *Phytophthora infestans*, que si no se controla adecuada y oportunamente puede causar la pérdida del cultivo, en estos departamentos es muy importante la calidad culinaria. Motivo por el cual se evaluaron un grupo de clones con resistencia a esta enfermedad y con buena calidad culinaria procedente del programa de mejoramiento del Centro Internacional de la Papa (CIP), estos clones provienen del cruce de variedades nativas de *Solanum tuberosum* subsp. *andigena* y pertenecen a la población B1C5. Este trabajo se realizó conjuntamente entre la Asociación Pataz, CIP, Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) y los productores.

Objetivo

El objetivo principal fue seleccionar un clon con resistencia a la racha, altos rendimientos y buena calidad culinaria para ser liberado como una nueva variedad adaptada a la Sierra Norte del Perú.

Materiales y Métodos

El estudio se inició en el año 2011, evaluando un grupo de 13 clones, durante las campañas 2011-2012 y 2012-2013, en siete localidades. Durante los años 2012-2013 se realizaron los ensayos de comprobación con los clones selectos en diez localidades, en La Libertad y Cajamarca, usando el diseño de Bloques Completos Randomizados con tres repeticiones de 210 plantas cada una y 63 m² por unidad experimental, se usó como testigo a la variedad comercial Amarilis. Con el clon selecto CIP399049.22, se realizó el ensayo de identificación. En la cosecha de todos los ensayos se realizó la prueba de calidad culinaria. Este trabajo se ejecutó bajo el enfoque de Selección Varietal Participativa (SVP), usando la

metodología Mamá & Bebé que involucra a todos los actores de la cadena de valor de la papa.

Resultados

A través de los ensayos de evaluación, se seleccionaron dos de los 13 clones evaluados en siete ambientes comparativos, en todos estos ensayos ha sido evaluado el clon B1C5029.22. El análisis de variancia para rendimiento, muestra diferencias estadísticas para los clones en estudio, con un coeficiente de variación que varía de 12.72 hasta 26.98%. En los ensayos de comprobación, se encontró diferencias estadísticas significativas para los tratamientos; el rendimiento de tubérculos del clon CIP399049.22 denominado como variedad PODEROSA, varía de 11.27 a 59.38 t/ha, con un promedio de 38.12 t/ha superando significativamente a la variedad Amarilis con rendimiento de tubérculos de 11.77 a 33.57 t/ha, con un promedio de 23.54 t/ha., los coeficientes de variabilidad oscilaron entre 7.95% y 32.35%. En el ensayo de identificación concluyó que la futura nueva variedad de papa denominada PODEROSA - B1C5029.22 (CIP 399049.22) tiene tubérculos de color de piel negruzco, color de pulpa amarillo claro con un anillo vascular delgado de color morado, su forma es oval con ojos superficiales, el número de tubérculos por planta varía entre 11 a 25, posee buena calidad comercial, las pruebas de calidad culinarias mostraron que esta nueva variedad posee buena calidad culinaria por su textura harinosa, buen sabor y alto contenido de materia seca, mayor a 23 %.

Conclusión

La nueva variedad de papa PODEROSA - B1C5029.22 (CIP 399049.22) con resistencia a racha tiene un rendimiento promedio de 38.12 t/ha, y es de excelente calidad culinaria, con buena adaptabilidad a la Sierra Norte del Perú.

Referencias bibliográficas

Landeo J., Gastelo M., Pinedo H., Flores F. 1995. *Phytophthora infestans* 150 Proceedings Dublin, Ireland EAPR, Bole press pp.268-274.

Tres nuevas variedades de papa Criolla (amarilla), con alto valor agronómico obtenidas mediante selección participativa en Colombia

Rodríguez, Luis Ernesto¹, Tinjacá, Sonia¹ y Mosquera, Teresa¹.

¹ Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias

Agrarias, Bogotá. E-mail: lerodriguezmo@unal.edu.co.

Introducción

En Colombia, el nombre de papa criolla corresponde a los morfotipos que presentan tubérculos con color de piel y carne amarilla (fenotipo yema de huevo) [1]. Colombia es el mayor productor de papa amarilla “criolla”, sembrando al año en promedio 8.500 hectáreas de las cuales se cosechan cerca de 100 mil toneladas [2]. Se considera uno de los tipos de papa con mayor aceptación en el mercado Colombiano por sus características organolépticas y nutraceuticas.

Materiales y Métodos

El proceso de mejoramiento genético se realizó mediante cruzamientos manuales para formar híbridos varietales simples utilizando el método genealógico y la fijación de características fenotípicas mediante selección y multiplicación vegetativa. La primera evaluación en campo se realizó en el primer semestre de 2010 evaluando 2388 genotipos (28 familias) bajo un diseño incrementado en Facativá (Cundinamarca), después de seis ciclos de selección en diferentes ambientes, se realizó la prueba de evaluación agronómica para registro de nuevos cultivares de papa criolla (*Solanum tuberosum* Grupo Phureja) para la región Nudo de los Pastos-Nariño, evaluando ocho genotipos y dos testigos comerciales en ocho ambientes (localidades), durante dos semestres consecutivos, bajo un diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones, mediante un proceso de selección participativa a través de las escuelas de campo de agricultores (Fundelsurco, Nariño).

Resultados

Se determinó la presencia de interacción genotipo ambiente (GxA), mediante el modelo AMMI, para las variables: rendimiento de tubérculo (t.ha⁻¹), gravedad específica, materia seca, calidad de frito y contenido de azúcares reductores.

Conclusiones

Se identificaron tres genotipos con valores fenotípicos superiores, alta estabilidad fenotípica y mayor calidad nutricional, identificados

como: **Criolla Dorada** {Criolla Latina x Criolla Colombia}, adaptación entre 2500 a 2800 msnm, planta de porte medio, semi erecta buen desarrollo de follaje, floración escasa, color de flor rojo-morado (intermedio); periodo vegetativo de 120 a 140 días; tubérculos redondos de piel y carne amarillo, ojos superficiales, contenido de materia seca 23,8 %; periodo de reposo de 15 días y rendimiento de 37,3 t.ha⁻¹, con tamaños en un 90 % en categoría cero y primera, presenta buena aptitud para consumo fresco por su agradable sabor y textura, calidad de frito y resistencia moderada a *P. infestans*. **Criolla SuaPa** {Criolla Guaneña x Criolla Galeras}. Adaptación entre 2500 a 2800 msnm, planta de porte medio, semi erecta con buen desarrollo de follaje, floración moderada, flor violeta intenso, periodo vegetativo de 120 a 140 días, tubérculos redondos de piel y carne amarillo intenso, ojos superficiales, contenido de materia seca 24,7%; periodo de reposo de 15 días, rendimiento promedio de 37,1 t.ha⁻¹, con tamaños en un 90 % en categoría cero y primera, aptitud para consumo fresco por su agradable sabor, textura, buena calidad de frito y resistencia moderada a *P. infestans*. **Criolla Ocarina** {Criolla Galeras x Criolla Guaneña}. Adaptación entre 2500 a 2800 msnm, planta de porte medio, semi erecta buen desarrollo de follaje, floración escasa, flor rosada con color secundario blanco en el acumen del envés. Periodo vegetativo de 120 a 140 días, contenido de materia seca 25%; aptitud para consumo fresco y calidad excepcional, para producción de hojuelas y papa precocida congelada, resistencia moderada a *P. infestans*, presenta tubérculos redondos de piel y carne amarillo intenso, ojos superficiales, periodo de reposo de 15 días, rendimiento promedio de 32,9 t.ha⁻¹, con en un 80 % en categoría primera y segunda.

Agradecimientos. Trabajo financiado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, Asohofrucol, FEDEPAPA, *International Development Research Centre (IDRC)*, y *Canadian International Development Agency (CIDA)*.

Referencias bibliográficas

- [1] Rodríguez, L.E., C. Ñustez, N. Estrada. 2009. Criolla Latina. Criolla Paisa y Criolla Colombia. Nuevos cultivares de papa criolla para el departamento de Antioquia (Colombia). Agron. Colomb. 27(3). 289-303.
- [2] Herrera, A. L.E. Rodríguez. 2012. Tecnologías de producción y transformación de papa criolla. Universidad Nacional de Colombia. Primera Edición. p.113.

Evaluación y selección participativa de un nuevo clon venezolano de papa

Romero, Rafael.¹; Salas, José.²; Mogollón, Norca.³; Matehus, Juan.⁴; Higuera, Caroly.⁵; Valecillos, Carle.⁶; Romero, Rubén.¹; Mora, Any.¹; Torres, Edith.¹; Toro, Moralva.¹; Monsalve, Néstor.¹; Rangel, Yim.¹

¹Asociación de Productores Integrales del Páramo (PROINPA).

E-mail: agroecologia.rafaelromero@gmail.com

²Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA-Mérida).

³Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA).

⁴Instituto de Estudios Avanzados (IDEA).

⁵Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez (UNERS).

⁶Universidad de Los Andes. Estado Mérida - Venezuela.

Introducción

En Venezuela la producción del cultivo papa (*Solanum tuberosum* L.) depende en parte de la importación de semilla certificada y en su defecto, del uso de material informal de genética y sanidad desconocida. Esta situación, se debe principalmente al bajo volumen de producción nacional, oferta tecnológica de variedades y efectos del cambio climático entre otros (rendimientos 16 a 24 t/ha, susceptibilidad al ataque de enfermedades y plagas). Para contribuir a resolver en parte esta situación el colectivo PROINPA e investigadores y docentes de institutos de investigación y universidades iniciaron el trabajo de evaluación y selección participativa de nuevos clones de papa con tolerancia a candelilla tardía (*Phytophthora infestans*), alto rendimiento, aceptación por agricultores, mercado de consumo y sistema papero de los andes venezolanos.

Objetivos

Evaluar y seleccionar un nuevo clon de papa a partir de progenie de semilla sexual usando la metodología de selección participativa de variedades.

Promover la adopción tecnológica del nuevo clon de papa que involucre la familia campesina.

Materiales y Métodos

El presente trabajo se desarrollo: (1) Centro biotecnológico para la formación en producción de semilla agámicas - CEBISA (producción de vitroplantas), (2) Centro de producción de semilla - PROINPA (producción de minitubérculos), (3) laboratorio de cultivo de tejidos vegetales - UCLA (cultivo de meristemos y limpieza de material) y (4) campos seleccionados de agricultores (localidades: 1.800 - 3.500 msnm, temperatura: 13 - 18°C, precipitación: 720 - 850 mm/año y humedad relativa: 72 - 78%). En el primer año se seleccionaron 10 individuos de una población de 5.000 de

la progenie de semilla sexual (CIP. IP88007, parentales: TPS25 x TPS13), siete (año 2), cuatro (año 3), dos (año 4) y uno (año 5), las evaluaciones comparativas con materiales locales y foráneos, diseño estadístico de Bloques Completamente al Azar. Manejo agronómico de acuerdo a las necesidades del cultivo y se efectuaron evaluaciones cualitativas y cuantitativas en las fases de floración, cosecha y post-cosecha. Tolerancia a *P. infestans*, según escala CIP.

Resultados

En la selección del nuevo clon "Angostureña", los agricultores identificaron (fase de floración) los criterios: (1) tolerancia a *P. infestans*, (2) plantas grandes y vigorosas, (3) precocidad. En cosecha: (1) alto rendimiento superior a 45 tn/ha, (2) piel blanca color del tubérculo, (3) tolerancia a *P. infestans* en tubérculos, (4) características morfológicas y ventajas agronómicas (CIP, 1993).

Conclusiones

La metodología participativa permitió la inclusión social de las familias campesinas - PROINPA y la selección de un nuevo clon de papa para pisos intermedios a altos del estado Mérida.

El clon "Angostureña" fue superior en rendimiento y tolerancia a *P. infestans* en referencia a la variedad testigo Granola y constituye una nueva oferta tecnológica para el sistema papero.

Referencias bibliográficas

- [1] Centro Internacional de la Papa. 1993. Manual para la evaluación y selección de clones en el mejoramiento genético de papa en Perú. CIP, Lima, 38 p. [2] INIA. 2005. Manual: Producción de semilla certificada de papa en Venezuela. 260 p.

Estrategia de uso de la diversidad genética para estrés biótico y abiótico generados por el cambio climático, propuesta piloto para la mejora genética de la papa

Alvarado, Gabriel¹; Barrero, Luz S.¹

¹ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.

E-mail: galvarado@corpoica.org.co

Introducción

La agricultura en el siglo XXI enfrentará grandes retos: 1. La producción de alimentos deberá aumentar para satisfacer las necesidades de una población mayor, más modernizada, con nuevas exigencias y menor disponibilidad de mano de obra. 2. Mitigar los efectos ocasionados por la variabilidad y el cambio climático. 3. Modificar la adaptabilidad de los cultivos por el aprovechamiento de los recursos genéticos para enfrentar los efectos de estrés bióticos y abióticos. 4. Adecuar la capacidad de respuesta de los sistemas agrícolas a cambios ambientales y socioeconómicos, para soportar las estrategias de subsistencia de las comunidades indígenas, raizales y locales [1, 2, 6]. Por otro lado, la investigación agrícola basada en el mejoramiento genético (6), deberá: 1. Incrementar a una mayor tasa el potencial de rendimiento de los cultivos. 2. Sostener el incremento del potencial de rendimiento, transfiriendo resistencia a estrés bióticos y abióticos. 3. Optimizar la arquitectura de la planta, los índices de cosecha, la fenología y el desarrollo del cultivo en ambientes y sus interacciones propias. 4. Aprovechar el recurso genético para seleccionar líneas parentales con variación genética en atributos fisiológicos de valor. La caracterización cuantitativa del fenotipo, especialmente de atributos de herencia compleja para la selección, es de escasa precisión y exactitud, respecto de la caracterización del genotipo, el cual ha avanzado notablemente por el desarrollo de tecnologías del ADN de siguiente generación (NGS) que facilitan el acceso rápido y económico a millones de bases del ADN, permitiendo descifrar completa o parcialmente genomas (ADN) y transcriptomas (ARN). Para lograr precisión y exactitud se requiere de métodos novedosos de medida y el uso de tecnologías de alto rendimiento, basadas en imágenes hiperespectrales no invasivas, robótica, o teledetección, aplicables en laboratorio, invernadero o campo [1, 3, 4, 5, 6].

Objetivos. 1. Incursionar en ciencia y tecnología moderna, inicialmente en un proceso piloto en papa, para una eficiente conservación y uso de los recursos genéticos, mediante la interacción entre ciencias ómicas y programas de mejoramiento convencional, manejo del cultivo, y vinculación de diferentes disciplinas del conocimiento, bajo un enfoque holístico. 2. Trabajar en consorcio, con reconocimiento e interacción coordinada de las disciplinas,

objetivos y planes con enfoque y visión claro. 3. Implementar plataformas de genoma y fenotipificación para el mejor aprovechamiento de los recursos genéticos, inicialmente para enfrentar los estrés bióticos y abióticos ocasionados por el cambio climático, como estrategia prioritaria en su diseño y montaje por parte de CORPOICA.

Materiales y Métodos

Se evaluarán genotipos de papa seleccionados por tolerancia a estrés hídrico. Se caracterizará cuantitativamente el fenotipo, usando métodos novedosos de medida y tecnologías de alto rendimiento, basadas en imágenes hiperespectrales no invasivas, robótica, teledetección, etc., aplicables en laboratorio, invernadero o campo.

Resultados

1. Fortalecer capacidades humanas y logísticas - invernadero inteligente – y ajustar protocolos de medida con requisito de precisión y exactitud. 2. Concretar el plan estructural de las plataformas ómicas de CORPOICA.

Conclusiones

1. CORPOICA, fortalecerá sus capacidades de investigación en ciencia y tecnologías modernas, para aportar al conocimiento para enfrentar estrés bióticos y abióticos, con vinculación de diferentes disciplinas bajo un enfoque holístico. 2. CORPOICA trabajará en consorcio, con instituciones aliadas de carácter nacional e internacional y las vinculará a la definición de objetivos, y a la ejecución de planes y programas. 3. La implementación de plataformas de genoma y fenotipificación, es una estrategia prioritaria en su diseño y montaje por parte de CORPOICA.

Referencias bibliográficas

- [1] Alvarado A., G. Plan estratégico de la Red de Fitomejoramiento de Corpoica. 2010 – 2019. 26p. 2011.
- [2] Cotes P.; A.M., Barrero M.; L.S., Rodríguez V.; F., Zuluaga M.; M.V., Arévalo M.; H. (2012). Bioprospección para el desarrollo del sector agropecuario de Colombia. CORPOICA- MADR. Editorial Produmedios. Bogotá D.C. Colombia. 194 p.
- [3] Heffner EL, Sorrells ME, Jannink JL. 2009. Genomic selection for crop improvement. *Crop Science*. 49, 1-12.
- [4] Jonas E, de Koning DJ. 2013. Does genomic selection have a future in plant breeding? *Trends in Biotechnology*. 31, 497-504.
- [5] Morrell PL, Buckler ES, Ross-Ibarra J. 2012. Crop genomics: advances and applications. *Nature Reviews Genetics*. 13, 85-96.
- [6] Reynolds, M. H.; Pask, A.; Mullan, D.; Chávez, P. Fitomejoramiento Fisiológico I: Enfoques Interdisciplinarios para Mejorar la Adaptación del Cultivo.

Evaluación de materiales genéticos promisorios de la Colección Central Colombiana de papa (CCC) para mejoramiento por resistencia a *Tecia solanivora* Lepidóptera.: Gelechiidae

Cely, Liliana¹; Barreto, Nancy¹; Pérez, Olga¹

¹ Corporación Colombiana de Investigación agropecuaria - Corpoica, Cundinamarca. E-mail: ncely@corpoica.org.co

Introducción. El uso de variedades resistentes o tolerantes al ataque de plagas es uno de los métodos más compatibles con otras alternativas de manejo [3]. Así, generar variedades de papa con resistencia genética, que ofrezcan un control duradero, económico, de bajo impacto ambiental y fácil de implementar por los productores se convertiría en una estrategia eficiente para el control de *T. solanivora* [2]. Los programas de mejoramiento han estado orientados a la producción de materiales con características de alto rendimiento y resistencia a enfermedades, pero con pocas excepciones a la búsqueda de resistencia a insectos plaga [1]. Con el fin de generar otras alternativas de control y explorar la diversidad genética, además de avanzar en la búsqueda de fuentes de resistencia a *T. solanivora*, se inició la evaluación de materiales de *S. tuberosum* grupos phureja, chaucha, tuberosum y andígena de la Colección Central Colombiana de papa -CCC-.

Objetivo. Determinar los mecanismos de resistencia, antibiosis y antixenosis en materiales de la CCC con potencial para el control de la polilla guatemalteca para incluirlos en un programa de mejoramiento genético.

Materiales y Métodos. A partir del año 2002 se realizaron ensayos de no elección con 842 materiales de la CCC en condiciones de laboratorio para descartar los materiales con alta susceptibilidad a la plaga, en un diseño completamente al azar con 10 repeticiones (tubérculos) liberando larvas neonatas de *T. solanivora* en cada tratamiento. Con el material preseleccionado por algún grado de resistencia (75 genotipos), desde el año 2008 se llevaron a cabo ensayos de libre elección en condiciones de cultivo en casa de malla y de almacenamiento en bodega, se realizaron tres liberaciones de parejas de adultos de *T. solanivora* a partir de inicio de floración del cultivo, 198 parejas liberación / repetición en casa de malla y 50 parejas liberación / repetición en bodega en un DBCA para las dos condiciones, se hizo ANOVA y pruebas de comparación de Tukey, en todos los ensayos se utilizaron los testigos comerciales Parda pastusa y Diacolcapiro susceptibles a plaga. Las variables evaluadas fueron incidencia y severidad del daño, se calculó un índice de resistencia que se asignó de acuerdo al grado de resistencia de la respuesta al

ataque de la plaga en cada evaluación. Actualmente se realizan cinco experimentos para la confirmación de características de resistencia al ataque de *T. solanivora* con 11 materiales de la CCC seleccionados por atributos de resistencia comparados con los testigos comerciales Parda pastusa y Tuquerreña: uno de libre elección y otro de no elección en condiciones de casa de malla con un DCA, otro en condiciones de parcela experimental en campo en un ensayo de libre elección en un DBCA y en condiciones de almacenamiento en bodega uno de no elección y otro de libre elección, con el propósito de seleccionar por lo menos un genotipo para incluirlo en programas de mejoramiento de papa.

Resultados. En la primera fase de evaluación se seleccionaron 60 accesiones, en la segunda fase se evaluaron además 15 genotipos seleccionados en los 80' en el ICA por resistencia a gusano blanco, de estos 75 se seleccionaron 49 y en el siguiente año se evaluaron 36. Los resultados para los ensayos en casa de malla no han presentado diferencias significativas en la incidencia del daño, todos los tratamientos han mostrado alta susceptibilidad al ataque de la plaga con valores superiores a 19% pero menores a los testigos comerciales (72.08%). En almacenamiento se evaluaron las mismas variables, además el desarrollo biológico de la plaga (número de orificios de salida), en este caso, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos y se identificaron dos genotipos que no fueron afectados por la polilla ($F=4.98$, $P<0.0001$, $gl=32$).

Conclusiones. En condiciones de casa de malla todos los materiales evaluados han presentado ataque por la plaga, mientras que en almacenamiento dos materiales mostraron resistencia a la polilla guatemalteca frente a los demás tratamientos evaluados. Se seleccionaron 11 materiales con posible resistencia la plaga que están siendo evaluados actualmente.

Referencias bibliográficas

- [1] Alvarez H., Rodriguez M, L., Nustez L, C. 2000. Respuesta de 34 genotipos de papa (*Solanum tuberosum* L.) al ataque de la polilla guatemalteca (*Tecia solanivora* (Povolny), en condiciones de laboratorio. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional. Bogotá.
- [2] Cely L, Barreto-Triana N y Mayorga O. 2011. Informe técnico final. Proyecto "Evaluación y caracterización de materiales genéticos promisorios de la Colección Central Colombiana de papa por resistencia a la polilla Guatemalteca *Tecia solanivora*". Laboratorio de Entomología, Centro de Investigación Tibaitatá, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - MADR. pp 91.
- [3] López-Ávila A. 2000. Insectos plagas del cultivo de la papa en Colombia y su manejo. En: Papa colombianas, con el mejor entorno ambiental. Vol. 3. N°1-2, pp. 152-154.

Evaluación de la difusión y adopción de las variedades de papa liberadas por el programa de mejoramiento de la Universidad Nacional de Colombia

Ñústez, Carlos E¹.; Barrientos, Juan C².

¹ Universidad Nacional de Colombia, Depto de Agronomía, Bogotá. E-mail: cenzutezl@unal.edu.co

² Universidad Nacional de Colombia (Bogotá). Depto de Desarrollo Rural. Bogotá.

Introducción

En Colombia, el cultivo de papa se encuentra entre los 10 más importantes del subsector de producción vegetal, y entre los 4 del grupo de los cultivos transitorios [1]. El programa de mejoramiento genético de papa de la Universidad Nacional de Colombia ha desarrollado su investigación en las principales regiones productoras de papa del país (Cundinamarca, Boyacá, Nariño y Antioquia) y producto de su trabajo y entidades colaboradoras, registró y liberó para el mercado nacional entre finales del 2002 y 2005 seis variedades de papa tetraploide: Betina, Esmeralda, Pastusa Suprema, Punto Azul, Roja Nariño y Rubí [2]. Para un programa de mejoramiento genético es importante conocer la difusión de sus variedades, ello le permite conocer el nivel de impacto potencial de su trabajo de investigación sobre el sistema productivo.

Objetivo

El objetivo de esta investigación fue analizar la difusión de las variedades tetraploides de papa liberadas por la Universidad Nacional de Colombia, en la principal región productora (Boyacá y Cundinamarca) entre el periodo de 2003 y 2010, e identificar, los factores favorables y desfavorables en este proceso.

Materiales y Métodos

Se tomó como base de información el I Censo Nacional de la Papa. El muestreo para cada departamento fue estratificado; primero se eligieron municipios y luego productores (fincas). Se excluyeron del universo a los municipios con participación porcentual en superficie de cultivo \leq a 1% respecto del total del departamento. En Cundinamarca se seleccionaron 23 (cubren 86% del área total de cultivo); y en Boyacá se seleccionaron 27 (cubren casi el 80% de la superficie total de cultivo). Se hizo una encuesta a 800 productores (Cundinamarca 398 y en Boyacá 402) ambos con un error muestral de 4,86%, en adición, una entrevista a 15 expertos de la cadena de papa. Entre mediados de enero y finales de febrero de 2011 se encuestaron 800 productores, por medio de un cuestionario estructurado con alto porcentaje de preguntas cerradas, basado en un modelo de encuesta propuesto por el

Centro Internacional de la Papa (CIP, Perú) al cual se le realizaron los ajustes respectivos teniendo en cuenta el sistema productivo en Colombia.

Resultados

Los resultados más relevantes fueron: Se identificaron seis canales de difusión, que obedecen principalmente a las directrices del mercado, donde sobresale la de los productores. La escasa información para productores y consumidores, y el castigo en los precios, son para algunas variedades las principales limitantes de su difusión. La variedad más difundida y adoptada es Pastusa Suprema, seguida de Esmeralda y Betina, luego Punto azul, Rubí y Roja Nariño. La superficie total de cultivo de las nuevas variedades se ha incrementado de forma sostenida hasta alcanzar en 2010 un área estimada de 43% de la superficie total en Boyacá y 53% en Cundinamarca. Las principales razones para su adopción han sido sus altos rendimientos y su mayor resistencia a "gota" (*Phytophthora infestans*) respecto de las "variedades antiguas"; mientras que para su no adopción, se destacaron la escasa información y déficit de semilla.

Conclusión

La difusión de las nuevas variedades ha seguido canales poco convencionales, que obedecen más a directrices de mercado que a políticas públicas. Se identificaron seis canales: productores de papa grandes y medianos, almacén de insumos agropecuarios (Fedepapa), organizaciones de productores de papa, empresa productora de semillas, grupo de investigación en papa y pequeños productores. El canal número uno es el que mayor efecto ha tenido en la difusión.

Agradecimientos.

Proyecto "Red de innovación de investigación y desarrollo: hacia la disseminación eficiente y mecanismos de impacto pro-pobre con nuevas variedades de papa en la zona andina", dentro del marco de la Red LatinPapa coordinada desde el Centro Internacional de la Papa (CIP) por el Dr. Stef De Haan, y con el apoyo económico del INIA (España) y el Fondo Fontagro.

Referencias bibliográficas

- [1] Encuesta Nacional Agropecuaria. 2009. Oferta agropecuaria: ENA-Cifras 2009. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural-Corporación Colombia Internacional, Bogotá.
- [2] Ñústez, C.E. 2011. Variedades colombianas de papa. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Evaluación de la heredabilidad de la resistencia a Sarna común (*Streptomyces scabies*) en una población de *Solanum phureja* Juz et Buk

González Jaimes, Elena P.¹; Zuluaga Amaya,

Catalina M.¹; Cotes Torres, José Miguel².

¹ Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. E-mail: epgonzalez@elpoli.edu.co

² Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín.

Introducción

Los Streptomyces que causan sarna común en papa son clasificadas dentro de al menos 10 especies diferentes [1,2,3,4]. Es una seria enfermedad que afecta los cultivos de papa a nivel mundial, la cual reduce calidad de los tubérculos, en algunos casos hasta el punto de no poder ser comercializados. Existen muy pocos cultivares comerciales de papa con resistencia a este patógeno [5]. La resistencia a la sarna, es un objetivo deseable en la mayoría de los programas de mejoramiento del cultivo de papa [6].

Objetivo

Estimar la heredabilidad de la resistencia a *Streptomyces scabies* en una población de *S. phureja* en condiciones de campo.

Materiales y Métodos

Los experimentos se establecieron en el municipio de La Unión (Antioquia), en las veredas La Cabaña, Las Teresas, San Miguel y Vallejuelito. El material vegetal utilizado fueron 38 familias de hermanos medios, obteniéndose entre 15 y 20 hermanos medios por familia. La evaluación visual del daño se realizó al momento de la cosecha utilizando una escala diagramática. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones; la unidad experimental fue constituida por familias con cinco hermanos medios y delimitada por plantas de la variedad de papa Criolla Colombia. La distancia entre surcos fue de 1,0 m y 0,3 m entre sitios. Para el análisis estadístico se consideró la variable severidad de la enfermedad para lo cual se tomó el valor de la marca de clase de las seis categorías de la escala diagramática utilizada.

Resultados

En la evaluación de severidad, cada localidad mostró un comportamiento diferente respecto a la enfermedad. Es así, como en La Cabaña y Vallejuelito presentaron un mayor nivel de enfermedad. En Las Teresas, la familia 40 presentó el mayor valor reportado de severidad (15%), comparado con las demás localidades. La

familia 2 se encontró como la más susceptible (10% de severidad) en las cuatro localidades y las familias 57 y 67 son las más resistentes (6% de severidad) al patógeno. Se encontró una baja heredabilidad de 0,082; indicando que este germoplasma evaluado no posee genes importantes de resistencia a la sarna común, lo cual concuerda con trabajos realizados en *Solanum tuberosum* en Estados Unidos [7].

Conclusiones

Dentro del acervo genético de *Solanum phureja* evaluado, no existen genes que confieran resistencia a la sarna común. Los genotipos tienen un comportamiento diferente respecto a su respuesta de resistencia a sarna común, dependiendo probablemente del nivel de inóculo y de las condiciones ambientales de cada localidad.

Referencias bibliográficas

- [1] Loria, R., Bukhalid, R. A., Fry, B. A., and King, R. R. 1997. Plant pathogenicity in the genus *Streptomyces*. *Plant Dis.* 81:836-846.
- [2] Kreuze, J. F., Suomalainen, S., Paulin, L., and Valkonen, J. P. T. 1999. Phylogenetic analysis of 16S rRNA genes and PCR analysis of the nec1 gene from *Streptomyces* spp. Causing common scab, pitted scab, and netted scab in Finland. *Phytopathology* 89:462-469.
- [3] Bouček-Mechiche, K., Gardan, L., Normand, P., and Jouan, B. 2000a. DNA relatedness among strains of *Streptomyces* pathogenic to potato in France: Description of three new species, *S. europaeiscabiei* sp. nov. and *S. stelliscabiei* sp. nov. associated with common scab, and *S. reticuliscabiei* sp. nov. associated with netted scab. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 50:91-99.
- [4] Park, D. H., Kim, J. S., Kwon, S. W., Wilson, C., Yu, Y. M., Hur, J. H., and Lim, C. K. 2003. *Streptomyces luridiscabiei* sp. nov., *Streptomyces puniscabiei* sp. nov. and *Streptomyces niveiscabiei* sp. nov., which cause potato common scab disease in Korea. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 53:2049-2054.
- [5] Wanner, L. A. 2006. A Survey of Genetic Variation in *Streptomyces* Isolates Causing Potato Common Scab in the United States. *Bacteriology*. Vol 96, No. 12: 1363-1371.
- [6] Goth, R. W., Haynes, K. G., and Wilson, D. R. 1993. Evaluation and characterization of advanced potato breeding clones for resistance to scab by cluster analysis. *Plant Dis.* 77:911-914
- [7] Haynes, K. G., Wanner, L. A., Thill, C. A., Novy, R. G., and Whitworth, J. L. 2006. Common scab trials of potato varieties and advanced selections in 2003. *Am. Potato J. Res.* 83:113

Un clon de papa (*Solanum tuberosum*) con tolerancia a gota, alto rendimiento, precocidad y con aptitud para uso industrial papa chips (Hojuelas)

Valbuena, Raúl Iván¹; Coronel, Baltazar¹; Arguelles Jorge¹.

¹ Corpoica C.I. Tibaitatá. E-mail: ivalbuena@corpoica.org.co

Introducción

En Colombia la variedad Diacol Capiro abastece ampliamente el mercado para uso industrial papa chips y a la francesa, la industria alimentaria depende de esta variedad. Es de las variedades más antiguas que se cultivan en el país, se lanzo en la década del 60. Aunque presenta buenas características agronómicas e industriales, es susceptible a gota, lo cual incrementa los costos de producción, especialmente en la aplicación de fungicidas por el uso excesivo de los mismos, que conllevan a una alta contaminación ambiental en las diferentes zonas productoras del país. Con la incorporación de nuevos clones de papa promisorios de alto rendimiento, con tolerancia a gota y buen comportamiento industrial, seleccionados en nuestras zonas productoras y disponer de una mayor oferta de variedades para los procesadores e industriales.

Objetivos

El objetivo de la presente investigación fue evaluar ocho clones avanzados procedentes del Centro Internacional de la Papa (CIP) incluyendo los testigos: variedad Diacol Capiro y NOVA en la zona Agroecológica del Altiplano Cundiboyacence.

Materiales y Métodos

La evaluación se realizó durante tres ciclos de evaluación, años 2011, 2012 y 2013 en siete localidades (Turmeque Años 2011 y 2012, Villapinzón, Ventaquemada, Zipaquirá, Lenguaque, Subachoque). Se utilizó un Diseño Experimental de Bloques Completos al Azar con 10 tratamientos (clones y variedades testigos) y cuatro bloques, el diseño y la aleatorización de los tratamientos fue el mismo en cada una de las localidades.

Resultados

Los resultados muestran que la gota tuvo mayor incidencia y severidad en Ventaquemada (Boyacá) en el 2013 la prueba de χ^2 , para la variable, incidencia de gota en la localidad de Ventaquemada, el resultado fue el siguiente: el clon (391691-96) con pedigrí (381381-9 X LB-cuz-1) presentó el menor valor de incidencia correspondiente a 2 en la escala internacional del CIP, comparado con el testigo, presentó una mayor susceptibilidad a

variedad Diacol Capiro con una incidencia de 8. El análisis combinado de la incidencia de polilla guatemalteca; mostró que la localidad de Villapinzón (Cundinamarca), registró el mayor promedio de incidencia con un valor de 15.79% y en cuanto al comportamiento de los clones el clon (391691-96) registró una menor incidencia con un 3.79% con respecto al testigo variedad Diacol Capiro que fue de 5.08%. Para la variable rendimiento total de acuerdo al análisis combinado, para el ambiente de Ventaquemada (Boyacá), presentó el rendimiento más alto correspondiente a 31.78 t.ha⁻¹, en cuanto al comportamiento de los clones para la misma variable, el clon (391691-96) presentó el mayor rendimiento en el promedio de los siete ambientes con 33.91 t.ha⁻¹, mientras que el testigo variedad Diacol Capiro, solamente alcanzo 19.00 t.ha⁻¹.

Conclusiones

El clon (391691-96) en todas las localidades de evaluación registró el mejor comportamiento agronómico en cuanto a tolerancia a gota y rendimiento con respecto a Diacol Capiro.

Referencias bibliográficas

- [1] Estrada Ramos Nelson. La biodiversidad en el mejoramiento genético de la papa.
- [2] Moreno J, D, Cerón M, S, Zapata J, L y Peña L, A . Corpoica-Mary: Variedad de papa mejorada de alto rendimiento para consumo en fresco y procesamiento en hojuelas. Innovación y cambio Tecnológico Volumen 4. N° 4 p 26 Año 2006.
- [3] Valbuena I. Informe técnico Final Proyecto " Red de Innovación y Desarrollo hacia la disseminación eficiente y mecanismos de impacto pro-pobre con nuevas variedades de papa en la zona Andina CIP-FONTAGRO. 2011.

Valoración exploratoria de los contenidos de Fe y Zn en papas nativas de Bolivia

Gabriel, Julio¹, Botello, Rubén¹, Casazola, José Luis

², Vera, Ricardo³, Rodríguez, Félix¹, Angulo, Ada¹

¹ Fundación PROINPA, Casilla 4285, Cochabamba,

Bolivia. E-mail: j.gabriel@proinpa.org

² ALTAGRO, C. Gabriel González 240, La Paz, Bolivia.

³ Visión Mundial, Casilla 9864, Potosí, Bolivia.

Introducción

La composición química de los tubérculos es variable y está controlada por factores genéticos dados por el cultivar, factores ambientales (localidad, clima, suelo, agua, prácticas culturales) y por la madurez de los tubérculos. La cocción y el almacenamiento también afectan la composición química de la papa y como consecuencia, su valor nutricional [1]. Se está buscando dar un valor agregado a la papa a través del mejoramiento o la bio-fortificación [2, 3], como una alternativa para mejorar el estado nutricional en las comunidades andinas, donde las personas no pueden pagar o acceder a alimentos enriquecidos o suplementos vitamínicos [4, 5]. Datos del CIP indican que la concentración media en los cultivos de papa es 4.7 mg.kg⁻¹ y 3.5 mg.kg⁻¹. La papa contribuye con 2.6 % y 3.2 % de los requerimientos dietéticos diarios de Fe y Zn [6].

Objetivos

Determinar el contenido de Fe y Zn en tubérculos de cultivares nativos de papa.

Materiales y Métodos

En los años 2012 y 2013 fueron colectados en 19 comunidades del Norte de Potosí, La Paz y Cochabamba 164 cultivares nativos (88 de *Solanum andigena*, 8 de *S. x ajanhuiri*, 4 de *S. goniocalyx*, 6 de *S. x juzepczukii*, 57 de *S. stenotomum*, uno de *S. x curtilobum*). Las muestras colectadas se enviaron al laboratorio del Instituto de Tecnología de Alimentos de la Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, donde fueron analizadas por su contenido de Hierro (Fe) y Zinc (Zn), mediante la técnica de absorción atómica (AA).

Resultados

Los resultados mostraron que *Solanum x ajanhuiri*, *S. goniocalyx* y *S. stenotomum* tuvieron mayor contenido de Fe y Zn. El análisis de medias de cultivares mostró que los cultivares con más alto

contenido de hierro fueron Sak'ampaya (adg) con 14.50 mg.kg⁻¹, Wila Surimana (stn) con 13.50 mg.kg⁻¹, Khati Señorita (stn) con 12.10 mg.kg⁻¹, Chilltu (stn) con 11.80 mg.kg⁻¹, Imilla Negra (adg) con 10.90 mg.kg⁻¹, Yuraj Sak'ampaya (adg) con 10.90 mg.kg⁻¹, Sak'ampaya (adg) con 10.80 mg.kg⁻¹ y Pinta Boca (stn) con 9.80 mg.kg⁻¹. Para el contenido de zinc los contenidos más altos fueron para los cultivos Yuraj Sak'ampaya (adg) con 5.20 mg.kg⁻¹, Kellu Zapallo (gon) con 4.80 mg.kg⁻¹, Ajawiri (ajh) con 4.00 mg.kg⁻¹, Pepino (stn) con 4.5 mg.kg⁻¹, Candellero (stn) con 4.50 mg.kg⁻¹ y Zapallo (gon) con 4.40 mg.kg⁻¹. El análisis de correlación entre el contenido de Fe y Zn para todos los sitios donde se realizaron las colectas fue positiva, moderada y significativa ($r = 0,32$), lo que sugiere que se podrían realizar selecciones simultáneas de los mejores niveles para ambos microelementos.

Conclusiones

Las especies ajh, gon stn mostraron contenidos superiores de Fe y la especie GON exhibió un contenido superior de Zn.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo económico del proyecto IssAndes.

Referencias bibliográficas

- [1] Estrada, N. 2000. La Biodiversidad en el Mejoramiento Genético de la papa. Bill Hardy, Emma Martinez (Ed.) La Paz, Bolivia. 372 p.
- [2] Burgos, G.; Amoros, W.; Morote, M.; Stangoulis, J.; Bonierbale, M. 2007. Iron and zinc concentration of native Andean potato cultivars from a human nutrition perspective. *Journal Science Food Agriculture* 87:668–675.
- [3] Bonierbale, M.; Gruneberg, W.; Amoros, W.; Burgos, G.; Salas E., Porras, E., Zum Felde, T. 2009. Total and individual carotenoid profiles in *Solanum phureja* cultivated potatoes: II. Development and application of near-infrared reflectance spectroscopy (NIRS) calibrations for germplasm characterization. *Journal of Food Composition and Analysis* 22: 509–516.
- [4] Bouis, H.E.; Welch, R.M. 2010. Biofortification - A Sustainable Agricultural Strategy for Reducing Micronutrient Malnutrition in the Global South. *Crop Science* 50:20-32.
- [5] Devaux, A.; Andrade-Piedra, J.; Ordinola, M.; Velasco, C.; Hareau, G.; López, G.; Rojas, A.; Kromann, P. 2012. La Papa y la seguridad alimentaria en la región andina: situación actual y desafíos para la innovación. *Revista COSUDE*: 46–49.
- [6] Ortiz, R. (Ed.). 2010. La Biofortificación de los cultivos para combatir la anemia y las deficiencias de micronutrientes en el Perú. Programa Mundial de Alimentos (PMA), Lima, Perú 39 p.

Caracterización de genotipos de papa frente a sequía

Magaña, Geraldina I.¹; Bedogni, María C.¹;
Capezio, Silvia.¹; Huarte, Marcelo.¹

¹ Unidad Integrada Balcarce (Fac. Ciencias Agrarias-UNMdP - EEA
INTA Balcarce). E-mail: bedogni.maria@inta.gob.ar

Introducción

La sequía es uno de los factores abióticos que más afecta al cultivo de papa, disminuyendo el rendimiento y la calidad de los tubérculos [1]. Los escenarios más probables de cambio climático global sugieren un incremento en la frecuencia e intensidad de sequías en numerosas zonas del planeta. La obtención de variedades de cultivos con mayor tolerancia a sequía es, por lo tanto, de gran importancia [2].

Objetivo

Evaluar el comportamiento fenotípico de doce genotipos de papa frente a estrés hídrico en invernáculo.

Materiales y Métodos

Se evaluaron doce genotipos de papa en invernáculo, pertenecientes a las especies, *Solanum chacoense* (chc) (BGRC 41479.1 y BGRC 41479.15) *S. tarijense* (trj) (Oka 5880.22 y OCI 7383.7) *S. tuberosum* subsp. *tuberosum* (tbr) (Newen INTA y Spunta) y *S. tuberosum* subsp. *Andigena* (adg) (Blanca Dulce, Collareja de Jujuy, Cuarentona, Moradita, Revolución y Tuni Blanca). Se utilizó un diseño en bloques completos aleatorizados con tres repeticiones. Los tratamientos: control (riego normal a capacidad de campo), sequía con déficit (riego a mitad de capacidad de campo una vez por semana) y sequía severa (sin riego), se iniciaron los 48 días después de plantación (ddp). Las variables medidas semanalmente fueron: vigor y marchitez, largo del folíolo terminal y tasa de alargamiento foliar. Al inicio de los tratamientos y a los 61 ddp se midió la altura de las plantas y a los 60 y 73 ddp se midió el contenido relativo de agua (CRA) de los folíolos. A la cosecha se registró el número y peso de tubérculos.

Resultados

Los genotipos OCI 7383.7 (trj), BGRC 41479.15 (chc), Newen (tbr), y Collareja de Jujuy (adg) fueron los que mejor conservaron su estado de vigor y marchitez frente a sequía, así como su tasa de alargamiento foliar y altura. En cuanto al CRA los genotipos que perdieron menos agua en las hojas respecto al control fueron, OCI 7383.7 (trj), BGRC 41479.15 (chc) Newen (tbr) y Spunta (tbr).

En condiciones de sequía con déficit el mayor número y peso de tubérculos correspondió a chc y a un genotipo de trj (OCI 7383.7). Estos genotipos mostraron mayor número de tubérculos bajo sequía severa, mientras que BGRC 41479.15 (chc) y Spunta (tbr) registraron el mayor rendimiento.

Conclusiones

Se evidenció variabilidad fenotípica intra e interespecífica en el comportamiento frente a estrés hídrico. Los genotipos de chc y el genotipo OCI 7383.7 (trj) podrían ser incorporados en el plan de mejoramiento de papa con el fin de detectar posibles genes tolerantes a estrés hídrico por su buen comportamiento frente a sequía.

Referencias bibliográficas

- [1] ASHRAF, M. 2009. Inducing drought tolerance in plants: Recent advances. Department of Botany, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan. *Biotechnology Advances*. 28: 169-183.
- [2] AGUIRREZABAL, L.A.N. 2013. Respuestas fisiológicas y bases genéticas de la tolerancia a sequía. Workshop Internacional de Ecofisiología de Cultivos aplicada al mejoramiento vegetal. Hotel Sheraton, Mar del Plata, Pcia de Buenos Aires, Argentina, 26 y 27 de agosto 2013. CD.

Resposta esperada de seleção para caracteres de rendimento e desordens fisiológicas para três populações híbridas de batata sob condições de calor

Arione da S. Pereira¹; Caroline, Castro¹; Emerson, Lenz²; Raquel, Kneib²; Laerte, Terres²; Fernanda, Azevedo¹; Dediel, Rocha²; Giovanni, da Silva³

¹ EMBRAPA Clima Temperado. E-mail: arione.pereira@embrapa.br

² FAEM/UFPEL.

³ EMBRAPA Hortaliças/Produtos e Mercado.

Introdução

No Brasil, as regiões produtoras, em geral, atingem temperaturas mais elevadas, que afetam negativamente a tuberização [1] e estimulam o crescimento da parte aérea em detrimento do rendimento e da qualidade dos tubérculos [3].

Objetivo

O estudo visou investigar a resposta esperada de seleção para caracteres de rendimento e desordens fisiológicas de tubérculos de três populações híbridas de batata sob temperaturas elevadas.

Material e Métodos

Três populações híbridas de batata derivadas de cruzamentos entre três genitores foram avaliadas. População 1 ($n = 75$) foi derivada do cruzamento Atlantic (ciclo médio-curto, tuberização precoce, suscetível à mancha ferruginosa e ao ocamento dos tubérculos, e resistente ao embonecamento dos tubérculos)/ Eliza (ciclo médio, tuberização intermediária, suscetível ao embonecamento, moderadamente resistente à mancha ferruginosa e resistente ao ocamento dos tubérculos). População 2 ($n = 74$) foi obtida do cruzamento Atlantic/ Monte Bonito (ciclo longo, tuberização tardia, moderadamente suscetível ao embonecamento, moderadamente resistente à mancha ferruginosa e resistente ao ocamento dos tubérculos). População 3 ($n = 71$) foi derivada do cruzamento Eliza/Monte Bonito. Os experimentos foram conduzidos no campo experimental da Embrapa Clima Temperado, em Pelotas-RS, Brasil ($32^{\circ}45'S$, $52^{\circ}30'W$), nas safras de 2011/12, 2012/13 e 2013/14, com plantios tardios, visando expor as plantas a temperaturas elevadas no período de início de tuberização e desenvolvimento dos tubérculos. Foram avaliados caracteres de rendimento de tubérculos e percentagem de desordens fisiológicas. Os dados foram submetidos à análise com *Proc Mixed* [2] e as estimativas do valor genético (*Blup*) foram obtidas utilizando o modelo estatístico *Reml/Blup*. As estimativas de herdabilidade e resposta esperada

de seleção foram calculadas com base no valor genético das três populações.

Resultados

Os valores genéticos médios para os caracteres de rendimento de tubérculo seguiram em ordem decrescente as populações 1, 3 e 2. Para percentagem de tubérculos embonecados, a população 2 apresentou o valor genético negativo de maior magnitude, favorecendo à menor incidência da desordem, enquanto para percentagem de tubérculos com mancha ferruginosa e percentagem de tubérculos ocados, a população 3 teve os maiores valores genéticos negativos. As respostas preditas de seleção para os caracteres de rendimento de tubérculo foram maiores na população 1, seguida da população 3 e população 2, respectivamente. O alto ganho genético estimado para a população 1 foi atribuído à ampla estimativa de valor genético e alta herdabilidade. A despeito de alta estimativa de herdabilidade, a população 2 apresentou valor genético menor do que a população 1. O ganho esperado para percentagem de tubérculos embonecados foi maior na população 2, seguida na população 1. As respostas esperadas para percentagem de tubérculos com mancha ferruginosa e percentagem de tubérculos ocados foram maiores na população 3, seguida na população 1.

Conclusões

As respostas esperadas para desordens fisiológicas refletiram valores genéticos das populações, uma vez que as estimativas de herdabilidade foram baixas ou praticamente nulas. Os ganhos esperados para caracteres de rendimento de tubérculos e desordens fisiológicas nas três populações sugerem superioridade da população 1, cujas diferenças de resposta entre os diferentes caracteres podem ser compensadas com maior pressão de seleção.

Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES e ao CNPq pelas bolsas concedidas.

Referências bibliográficas

- [1] Levy, D., E. Kastenbaum, Y. Itzhak. 1991. Evaluation of parents and selection for heat tolerance in the early generations of a potato (*Solanum tuberosum* L.) breeding program. *Theor. Appl. Genet.* 82, 130-136.
- [2] SAS Learning Edition. 2002. Getting Started with the SAS Learning Edition. SAS Institute, Cary.
- [3] Vayda, M.E. 1994. Environmental stress and its impact on potato yield. pp. 239-261. In: Bradshaw, J.E., G.R. Mackay (eds.). *Potato genetics*. CAB International, Wallingford.

Clones de papa tolerantes a *Phytophthora infestans* y altas temperaturas en la Comarca NgäbeBuglé, Panamá

Gutiérrez, Arnulfo¹; Fuentes, Jorge¹; Pitti Caballero, Javier¹.

¹ Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá.

E-mail: arnulfogutierrezg@yahoo.es

Introducción

En el combate a la pobreza rural, principalmente en las comarcas indígenas, es necesario redoblar esfuerzos para aumentar la producción, disponibilidad y accesibilidad de alimentos. Para eso se requiere la incorporación de la ciencia y la tecnología, con el objetivo de mejorar cuantitativa y cualitativamente la producción agropecuaria. El cultivo de la papa se caracteriza por su eficiencia para convertir los factores agroecológicos, el capital y la mano de obra en un producto de alto valor alimenticio, produciendo un alimento altamente nutritivo en corto tiempo; se adapta fácilmente a diversos climas y sistemas de cultivo, por lo cual, su producción mundial va en continuo aumento [3]. En Panamá, la papa se ha cultivado casi exclusivamente en las tierras altas de la provincia de Chiriquí, con la utilización de muchos insumos externos. Sin embargo, recientes investigaciones realizadas por el IDIAP han demostrado la factibilidad de la expansión de este cultivo hacia otras áreas del país, específicamente aquellas, que por la altura presentan temperaturas nocturnas inferiores a los 18- 20°C y, donde precisamente presentan problemas de adaptabilidad los principales cereales como el arroz y maíz. A nivel internacional se realizan investigaciones con el objetivo de adaptar el cultivo de papa, a través de la selección convencional, hacia zonas más cálidas [1].

Objetivo

Evaluar el rendimiento de clones de papa de la población LBHT, del CIP, bajo las condiciones de producción de pequeños productores de la comarca NgöbeBuglé.

Materiales y Métodos

El ensayo se desarrolló en finca de pequeño productor en la Comarca NgäbeBuglé (UTM 17P 0420764 936828; 1281 msnm), entre el 31/5 y 30/8 de 2012, época lluviosa. A la siembra se aplicó fertilizante completo en el fondo del surco, 150kg·ha⁻¹ y al aporte, 200 kg·ha⁻¹ de abono orgánico local; no se utilizaron plaguicidas. Se evaluaron 13 clones, mediante un diseño de BCA con tres repeticiones. La unidad experimental consistió de dos surcos de 5 m de largo, separados a 0,9 m y 0,3 m entre semillas. Se consideró la variable rendimiento comerciable o todos los tubérculos con

diámetro superior a los 45 mm. Se realizó el análisis de varianza y la comparación de medias según la prueba de Tukey.

Resultados

El análisis de varianza para la variable rendimiento mostró diferencias altamente significativas ($P < 0.001$) entre los clones. El clon CIP-398180.612 presentó el mejor comportamiento, con un rendimiento de 47.7 t·ha⁻¹, que está al mismo nivel de las variedades comerciales en el área papera de Panamá [2] y que supera el rendimiento de clones de esta población reportados por [1]. Los clones CIP-398180.289, CIP-398180.144 y CIP-398193.158 presentaron rendimientos al mismo nivel estadístico. Durante el cultivo no hubo incidencia de plagas importantes desde el punto de vista económico. En cuanto a las características físicas de los tubérculos, las mismas se ajustaron a las preferencias del consumidor panameño. Destaca el clon CIP-398180.289 con un contenido de sólidos superior al 18%.

Conclusiones

Once de los clones evaluados presentaron un rendimiento superior a la media nacional que es de 22 t·ha⁻¹. El clon CIP-398180.289 presenta un alto contenido de sólidos o posible aptitud para procesamiento agroindustrial. Los clones que presentaron un mejor comportamiento deben ser evaluados en diferentes localidades de las tierras altas de la comarca para registrar y recomendar los más sobresalientes.

Referencias bibliográficas

- [1] Gastelo, M; Landeo, J; Díaz, L; Bonierbale, M. 2012. Nuevos clones elites de papa con resistencia al tizón tardío y tolerancia al calor desarrollados por el CIP para enfrentar al cambio climático: Población LBHT. In: XXV Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa ALAP. Memoria. Uberlandia, BR. p. 39.
- [2] Gutiérrez, A; Muñoz, J. 2009. Interacción genotipo por ambiente de siete variedades de papa en la zona papera de Chiriquí, Panamá. Revista Latinoamericana de la Papa 15(1): 12-19.
- [3] Luján, L. 1996. Historia de la papa (en línea). Revista Papa, Órgano Informativo de la Federación Colombiana de Productores de Papa, FEDEPAPA. N° 16. Consultado 20 mayo 2013. Disponible en: <http://www.todopapa.com.ar/pdf/historiadelapapa.pdf>

Respuesta de Genotipos de Papa (*Solanum* spp.) al Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*) en el Valle de Toluca, México

Rivadeneira, Jorge¹; Rivera Peña, Antonio²; Aguilar, Victor³, Castillo, Fernando³; Corona Tarsicio³

¹ Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). E-mail: jorge.rivadeneira@iniap.gob.ec

² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agrícolas y pecuarias.

³ Colegio de Postgraduados, Programa de Recursos Genéticos y Productividad.

Introducción

El tizón tardío de la papa, causado por el oomicete *Phytophthora infestans*, es una de las principales enfermedades en todas las áreas productoras de papa en el mundo [1] y es importante en la región central de México, donde las condiciones que prevalecen favorecen al desarrollo del patógeno y su recombinación sexual, con la consecuente formación de oosporas cuando los dos tipos de compatibilidad A1 y A2 se presentan [2,3,4]. El uso de variedades mejoradas con resistencia a *P. infestans* es una alternativa de los agricultores/as, para disminuir el uso de plaguicidas con las ventajas que ello representa.

Objetivo

Estudiar cultivares y clones de papa (*S. tuberosum*) por su resistencia a tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y determinar la heredabilidad del carácter de resistencia a *Phytophthora infestans*.

Materiales y Métodos

Bajo condiciones de campo en el valle de Toluca, Edo. de México, se estudió la respuesta a *P. infestans* en papa (*Solanum tuberosum*) en 20 cruza simples y 198 clones generados a partir de 20 progenitores y 3 variedades testigo (Adela, Diamante y Fiana). Las variables evaluadas fueron: a) severidad final (%), b) área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE), c) rendimiento de tubérculos por planta (kg). Se realizaron 10 lecturas de severidad de la enfermedad cada 7 días. El rendimiento fue evaluado bajo las condiciones de infección natural.

Resultados

Los progenitores Milagros, Bajío 143 y la variedad testigo Adela presentaron los mejores rendimientos, sobresaliendo los rendimientos de Milagros y Adela con 1.22 y 1.09 kg de tubérculos por planta, respectivamente. Siete de los 13 progenitores (Bajío 143, Milagros, E01-2-42, 676071, Tollocan, Criolla y T99-35-37)

evaluados presentaron de alta a moderada resistencia a la enfermedad, al igual que los testigos Adela y Diamante. Las cruza 2, 9, 12, 15 y 18 sobresalieron por presentar mayor resistencia a *P. infestans* y se determinaron 126 clones con resistencia a dicha enfermedad, provenientes de 20 cruza simples. Con el propósito de valorar la relación progenie-progenitor, se consideró la información de 12 cruza con la de sus respectivos progenitores; la heredabilidad en sentido estrecho fue de 0.4 y 0.2 para severidad final y ABCPE, respectivamente. En cuanto a los componentes de varianza se determinó que la varianza de dominancia fue mayor a la varianza aditiva ($\sigma_D^2 > \sigma_A^2$), tanto para severidad como ABCPE y la heredabilidad en sentido estrecho fue media.

Conclusiones

Se cuenta con clones con resistencia a *P. infestans* para ser considerados como progenitores y algunos de estos, con potencial para ser variedad.

Referencias bibliográficas

- [1] Erwin D. C., O. K. Ribeiro (1996) *Phytophthora* Disease Worldwide. APS Press. St. Paul, Minnesota pp 346-353.
- [2] Niederhauser J. S. and W. C. Cobb (1959) The late blight of potatoes, Scientific American 200:100-112.
- [3] Niederhauser J. S. (1956) The blight, the blighter, and the blighted. Transactions of the New York Academy of Sciences 19:55-63.
- [4] Grünwald N. J., W. G. Flier, A.K. Sturbaum, E. Garay-Serrano, T. B. M. van den Bosch, C. D. Smart, J.M. Matuszak, H. Lozoya-Saldaña, L. J. [5] Turkensteen and W.E. Gry (2001) Population structure of *Phytophthora infestans* in the Toluca valley region of central México. Phytopathology 91:882-890.

Respuesta de genotipos de papa (*Solanum* spp.) al déficit hídrico en Ecuador

Rivadeneira, Jorge¹; Peña, Robinson²; León, Juan²,

Caballero, David²; Cuesta, Xavier¹

¹ Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias

(INIAP). jorge.rivadeneira@iniap.gob.ec

² Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana

km 1 ½. C.P. 060155, Riobamba Ecuador.

Introducción

Los efectos del cambio climático en el mundo ya se evidencian en Ecuador. Es el caso de la Provincia de Chimborazo, donde las épocas definidas de lluvia han desaparecido, siendo menor la disponibilidad de agua y la escasa precipitación entre los años 2002 y 2003 afectaron a los cultivos, provocando pérdidas en el rendimiento entre el 20 y 30% [1]. Para reducir el efecto de la sequía en la producción de papa es necesaria la búsqueda de variedades con tolerancia genética a este factor; existen reportes de variedades y especies de papa adaptadas a condiciones de estrés causado por sequía [2,3].

Objetivo

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la respuesta de seis genotipos de papa (*Solanum* spp.) al déficit hídrico en la provincia de Chimborazo.

Materiales y Métodos

Seis genotipos de papa (INIAP–Estela, INIAP–Natividad, Superchola, clon 98–2–6, clon 10–10–97 y el clon 07–29–11) que se evaluaron en el Campus Macají, de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Provincia de Chimborazo (2821 m.s.n.m.). Se utilizó un diseño de parcela dividida en donde la parcela grande fue el factor riego (Con riego y Sin riego) y los genotipos fueron las parcelas pequeñas; el experimento tuvo tres repeticiones por tratamiento. El factor riego fue evaluado mediante dos métodos: 1) en condiciones óptimas durante todo el ciclo de cultivo (Con Riego) y 2) con una suspensión en la etapa fenológica de inicio de tuberización por un periodo de 20 días (Sin Riego). Se instaló un sistema de riego por goteo para evaluar la capacidad de recuperación de las plantas después del déficit hídrico. Las variables evaluadas fueron: emergencia, altura de planta, cobertura de la planta, vigor de la planta, floración, tuberización, senescencia, potencial de recuperación, materia seca de la planta completa, contenido de clorofila, contenido relativo de agua, número de tubérculos por planta, rendimiento por planta, rendimiento

por tamaño del tubérculo, rendimiento total y materia seca de la planta.

Resultados

La variedad INIAP–Estela (Con Riego) presentó el mayor contenido de materia seca con 26 %, mientras que el menor contenido de materia seca fue el clon 07–29–11 (Sin Riego) con 16 %. Tourneux *et al.*, [4] señala que al tener disponibilidad de elementos como agua, asimilados promueven el crecimiento de raíces, estolones, hojas y ramas, lo que influye en la acumulación de materia seca. La variedad Superchola (Con Riego) presentó el mayor contenido relativo de agua con 85 %, mientras que el clon 07–29–11 tuvo el menor contenido con 62,17 %; al respecto Van Loon [5], indica que los valores de contenido relativo de agua en hojas de papa con riego están entre 80 – 100 %. Los genotipos Superchola, INIAP–Natividad, 07–29–11 e INIAP–Estela se encuentran dentro de este rango; para plantas sin riego el autor menciona valores entre 76–87% y no se encontró ningún genotipo en este rango. Bajo condiciones de déficit hídrico el clon 98–2–6 presentó el mayor rendimiento en categoría “comercial” (1,50 kg/planta), seguido de la variedad INIAP–Estela (1.13 kg/planta). El rendimiento de tubérculo categoría “comercial” es un indicador relevante para determinar la tolerancia al déficit hídrico al igual que el contenido relativo de agua en las hojas.

Conclusion. Los genotipos seleccionados por su tolerancia al déficit hídrico fueron INIAP–Estela, 98–2–6, INIAP–Natividad y 10–10–97.

Referencias bibliográficas

- [1] Devaux, A., et al., *El sector papa en la región andina: Diagnóstico y elementos para una visión estratégica (Bolivia, Ecuador y Perú)*. Centro Internacional de la Papa. 2010: p. 385 p.
- [2] Martínez C. & Moreno U. Expresiones fisiológicas de resistencia a la sequía en dos variedades de papa sometidas a estrés hídrico en condiciones de campo. *R. Bras. Fisol. Veg.* 4(1):33.38 (1992)
- [3] Ekanayake, I. Evaluación de Resistencia a la sequía en genotipos de papa y batata (camote). Centro Internacional de la papa, Guía de Investigación CIP No.19. 15p. (1993).
- [4] Tourneux, Devaux. 2003. Effects of water shortage on six potato genotypes in the highlands of Bolivia (I): morphological parameters, growth and yield. *La Paz, BO. Agronomie*, 23 (1) 169-179.
- [5] Van loon D. 1981. Drought a major contain in potato production and possibilities for screening for drought resistance; Research station for arable forming and field production of vegetables Lelystad, the Netherlands, pp 7 – 15.
- [6] Eukema, H. Y D. Van Der Zaag. 1979. Potato Improvement. Some factors and facts. International. Agricultural Center IAC. Wageningen. The Netherlands. 224p.

Daño potencial de las heladas simulado por pérdida de área foliar, como efecto incrementado de cambio climático en zonas altoandinas productoras de papa - Perú

Zúñiga, López L.N.¹; Lázaro Paitampoma N.D.¹;

Camayo, N¹; Alfonso, R¹; Juan Montañez¹

¹ Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA –

PERU. E-mail: zunigaluz@yahoo.com

Introducción

La papa y la mayoría de cultivos en los Andes están afectadas por el “cambio climático” que además del calentamiento global, conlleva un aumento de eventos climáticos extremos como las heladas (bajas temperaturas), que causa importante reducción del rendimiento. Estrada (2000). Ante esta problemática y como integrante del Consorcio CLIPAPA en el marco del Proyecto “Ampliando la frontera agrícola de la papa para disminuir los efectos del cambio climático”, se realizó el estudio de resistencia a heladas en variedades comerciales.

Objetivos

Identificar variedades con mejor respuesta a condiciones ambientales adversas en zonas productoras y/o en zonas desfavorecidas y poner a disposición de los productores variedades con resistencia/tolerancia a heladas simulado por pérdida de área foliar, para mejorar la competitividad del cultivo de papa.

Materiales y Métodos

El ensayo se instaló en la EE. Santa Ana a 3,250 metros de altitud. La siembra se realizó en noviembre del 2011 y la cosecha en mayo del 2012. Los tratamientos fueron: 12 Variedades comerciales. 5 Formas de corte de follaje al inicio de floración, en semejanza a las hipótesis de muerte celular por el daño de las heladas. Estrada (2000), Tambussi (2004): T1: 100 % (control), T2: 75 %, T3: 50 %, T4: 25 % y T5: 0 % de corte de follaje (control). El diseño experimental fue parcelas divididas con tres repeticiones, las parcelas consistieron de 3 surcos de 5 m. de largo. Se evaluó el vigor y altura de planta antes y después del corte, así como el grado de recuperación. En la cosecha, se evaluó el número y peso de tubérculos para estimar el rendimiento.

Resultados

En el análisis de variación, la fuente de variación variedades presenta diferencia estadística significativa para las características:

vigor de planta antes y después del corte, altura de planta después del corte, n° de tubérculos primera, segunda y diferencia estadística significativa para peso de tubérculos por planta, evidenciando el diferente comportamiento de las variedades. En relación con la fuente de variación corte de follaje que expresaría la muerte eventual de las células por la desnaturalización de las proteínas o de sus uniones químicas y por la destrucción de las proteínas de la membrana celular, Estrada (2000); se observa diferencia significativa para las variables morfológicas antes y después del corte, lo cual expresa el diferente grado de recuperación del follaje posterior a las heladas. Estrada (2000), menciona el origen genético de esta capacidad, fenómeno que aún no ha sido explicado. Las variables agronómicas peso de tubérculos de tamaño primera, segunda, peso promedio por planta y rendimiento x hectárea, también presentaron diferencia significativa. Haciendo el análisis del efecto porcentaje de corte de follaje/ rendimiento, se observa el comportamiento decreciente del rendimiento de acuerdo con el porcentaje de corte desde 0 a 100% para las variedades Puñenita, Valicha, Venturana y Xauxa. Por otro lado, el rendimiento de las variedades Chucmarina, Colparina y Puca Lliclla fue decreciente desde 0 hasta 50% de corte para reaccionar positivamente al 75% de corte (incremento significativo de rendimiento).

Conclusiones

Las variedades que presentaron mejor capacidad de recuperación estimado por la altura de plantas después del corte de follaje fueron Serranita, Pallay Poncho y Colparina.

Las variedades que obtuvieron mejor rendimiento promedio para los tratamientos de corte de follaje fueron Serranita (1er), Roja Ayacuchana (2do) y Pallay Poncho (3er).

Las variedades que obtuvieron los mejores valores de producción promedio de clase comercial fueron, Wankita (1er), Tocasina (2do) y Xauxa (3er).

Referencias bibliográficas

- [1] Estrada, N. (2000). La biodiversidad en el mejoramiento genético de la papa. Centro de Información para el Desarrollo, CID. La Paz – Bolivia. 372 p.
- [2] Tambussi, E.A. 2004. Fotosíntesis, Fotoprotección, Productividad y Estrés abiótico: Algunos casos de estudio. Departamento de Biología Vegetal – Universidad de Barcelona. 41 p.

Desarrollo de Ontologías para papas mejoradas

Hualla, Vilma R¹; Gómez, Rene¹; Salas, Alberto¹; Salas, Elisa¹; Cordova, Raúl¹; De Haan, Stef.¹; Bonierbale, M¹ y Reinhard, S.¹

¹ Centro Internacional de la Papa (CIP), Apartado 1558, Lima 12, Perú .E-mail: v.hualla@cgiar.org

Introducción

El proyecto de Ontología de Cultivos ha sido identificado como una iniciativa del "Generation Challenge Program" (GCP), liderado por "Bioversity International" y ejecutado por el Centro Internacional de la Papa (CIP), como una herramienta fundamental para la gestión y análisis de la información relacionada con los cultivos. En los últimos años en la agricultura se ha notado un incremento en las terminologías relacionadas con el fenotipo, germoplasma, pedigrí entre otros, generando una demanda de crear vocabularios controlados y ontologías que permitan el fácil intercambio de información entre diferentes entidades. Esto permitirá que la aplicación de técnicas de minería de datos numéricos pueda ser aplicada para ayudar a descubrir correlaciones previamente desconocidas. En el CIP se está desarrollando las ontologías de papa como parte de un esfuerzo de la comunidad científica.

Materiales y Métodos

Las Ontologías para morfología en papa se basaron en descriptores morfológicos desarrollados para papas nativas y silvestres [3,4], así como en evaluaciones de materiales estandarizados [2]. También se consideró los rasgos relevantes que los mejoradores utilizaron en la generación de catálogos por el Centro Internacional de la Papa [5]. Asimismo esta información se analizó con la lista de características de los descriptores de las variedades de papa [7]. Y se realizaron comparaciones de diferentes ontologías disponibles en la web de la comunidad de "Ontologías de cultivos" para solanácea, yuca, haba y maíz [6].

Resultados

La ontología de la papa incluye 73 rasgos: se incluyen descriptores morfológicos (41), agronómicos (6), de resistencia (7), bioquímicos (7), reacción al estrés abiótico (2), características fenológicas (1) y pos-cosecha (9). En las ontologías de papa se menciona 41 descriptores morfológicos los cuales se agrupan dentro de seis subgrupos, características de plantas (1), inflorescencia (12), características de hojas (11), de tallo (2), tubérculos (11), brotes (3) y molecular (1). Dentro de las características de planta tenemos el hábito de crecimiento de la planta que se relaciona con hábito de planta (solanáceas-SP000003). En tubérculo, color predominante de la piel con

superficie del color de la raíz (Yuca-CO_334:0000053) y color de grano (maíz-CO_322:0000205). En los descriptores nutricionales Vitamina C se relaciona con yuca CO_334:0000065, ácido cítrico en solanáceas (SP: 0000166).

Conclusiones

La construcción de una ontología, específica, formaliza un aspecto crucial del trabajo terminográfico. Sin embargo se debe considerar los beneficios de este trabajo: obtener un conocimiento más profundo del dominio de datos relacionados a varios cultivos, además por supuesto de la disponibilidad de un recurso valioso con unas posibilidades de reutilización muy grandes en campos muy diversos.

La ontología esta accesible en: http://www.croponontology.org/ontology/CO_330/Potato

Referencias bibliográficas

- [1] Haverkort A. J. & J. L. Top 2010. The Potato Ontology: Delimitation of the Domain, Modelling Concepts, and Prospects of Performance <http://edepot.wur.nl/167201>
- [2] International Potato Center (CIP). 2012. Procedures for Standard Evaluation and Data Management of Advanced Potato Clones.
- [3] Gómez, R. 2000. Guía para las Caracterizaciones Morfológicas Básicas en Colecciones de Papas Nativas.
- [4] Gómez R, Salas A, Carrillo O, Gaspar O, Tay, D 2010. Morphologic descriptors of wild (W) and cultivated potatoes *Solanum* Sect *Petota* Unpublished.[5] CIP 2014 www.cipotato.org/catalogue
- [6] Ontologia de yuca, Solanaceas y Maízon <http://www.croponontology.org>.
- [7] OMB NO 0581-0055 U.S. Department Of Agriculture Exhibit C Agricultural Marketing Service Science And Technology Plant Variety Protection Office Beltsville, Md 20705. Objective Description Of Variety Potato (*Solanum tuberosum* L.) (USDA)

BIOMART: Integración de datos genotípicos, fenotípicos y climáticos de papa: experiencias en el Centro Internacional de la Papa (CIP)

Cordova, Raúl¹; Tejada, Sofia¹; Salas, Elisa¹; Flores, Mirella¹; Simon, Reinhard¹; Bonierbale, Merideth¹ y Hualla, Vilma¹.

¹ Centro Internacional de la Papa (CIP), Perú. E-mail: r.cordova@cgiar.org

Introducción

La integración de datos implica el proceso de combinar datos heterogéneos provenientes de diferentes fuentes, facilitando una vista unificada de los mismos a los investigadores. En el CIP se tienen registros con información pasaporte, genealógica, genómica, fenotípica (evaluación y caracterización) además de datos geográficos y climáticos. Ésta combinación de diversos tipos de datos sumados al gran número de variables registradas, medidas y/o calculadas proponen un desafío en la gestión de datos donde es necesario considerar tanto la flexibilidad y la complejidad. En la comunidad genómica el problema general ha sido abordado por BioMart, impulsado para proporcionar un acceso unificado a las bases de datos biológicos, para simplificar las búsquedas entre bases de datos que de otra manera podrían requerir varios pasos complicados [1]. Utilizando BioMart los datos genotípicos y fenotípicos se pueden combinar de forma transparente para su posterior análisis en el proceso de decisión para la selección de nuevos genotipos.

Materiales y Métodos

Siguiendo las mejores prácticas para organizar y estructurar los sistemas de búsqueda de información, la interfaz de BioMart se estructuró utilizando la ontología de papa, ya que dichos conceptos se utilizan para limpiar las bases de datos agronómicos y describir los datos. Los términos de ontología sirven para describir las variables genotípicas, fenotípicas y climáticas, para sistemas de bases de datos como BioMart, es importante ya que proporciona la descripción armonizada de los datos y, por tanto, facilita la recuperación de la información [2].

La ontología de la papa continúa en fase de desarrollo y también se utiliza para la documentación de datos. Así mismo BioMart proporciona a los usuarios un acceso autorizado diferencial.

Resultados

En BioMart se almacena información de 326 experimentos de 9 países y 62 localidades. El número de ensayos de campo es: evaluaciones fisiológicas (4), evaluaciones bioquímicas (73), evaluaciones

de rendimiento bajo exposición intencional de tizón tardío (131) y evaluaciones de rendimiento (118). Además, tiene información histórica de datos: pasaporte (47,531 registros), caracterización morfológica (60,419 registros), distribución (93,054 registros), climáticos diarios (23 localidades 1974 a 2012 - 41,036 registros), climáticos horario (8 localidades de 2004 a 2012 - 422,735 registros) y de suelo (127 localidades del 1989 a 2012 - 1,753 registros). Se cuenta con 52 pares de iniciadores SSR que cubren los 12 cromosomas de papa donde se considera la información de la población, pedigrí, parentesco, marcadores moleculares y otros. También se tienen registrada información de 22 primers para 80 clones avanzados y 52 primers para 1564 genotipos, siendo en total 431,840 registros. En total BioMart almacena 676,729 registros.

Conclusiones

BioMart es una herramienta libre y gratuita que facilita la búsqueda, combinación y recuperación de información por parte del investigador. Es importante para todo sistema de información cumplir con las jerarquías y estandarización establecidas en una ontología previamente definida.

Agradecimientos

Mejoradores del CIP: Amoros, W.; Gastelo, M., Mihovilovich, M.A el programa "Generation Challenge Program".

Referencias bibliográficas

- [1] BioMart Central Portal: an open database network for the biological community
- [2] International Potato Center (CIP). 2012. Procedures for Standard Evaluation and Data Management of Advanced Potato Clones.
- [3] Integrating and sharing accession-level and omics-size genotype, phenotype and environmental data: Experiences at the International Potato Center (CIP)

Inducción de callos morfogénicos en 2 clones avanzados de papa empleando 2,4-D y 6-BAP

Mora-Herrera, Martha E.¹, Rogel-Millan, Gloria.¹, Domínguez-Arizmendi, Grisel.¹, López-Delgado, Humberto.²

¹ Centro Universitario Tenancingo UAEMex. E-mail: marthaelenam@gmail.com

² Programa Nacional de Papa INIFAP

Introducción

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es uno de los cultivos alimenticios más importantes a nivel mundial [2]. El método tradicional de mejoramiento genético está limitado por varios factores, entre ellos; los largos periodos de selección mediante marcadores morfológicos, la complejidad del carácter a mejorar y la influencia del medio ambiente. En la actualidad, se emplea la transformación genética como método para el mejoramiento genético que reduce el tiempo de obtención de nuevos materiales [6]. El programa Nacional de papa genera clones de forma tradicional que son tolerantes a las condiciones de México y que tienen calidad alimenticia e industrial [1], sin embargo, es necesario generar variabilidad en menor tiempo. Una forma tecnológica de obtener mejoramiento a corto plazo es la embriogénesis y organogénesis somática indirecta [3].

Objetivo

Inducir callos morfogénicos en 2 clones avanzados de papa empleando 2,4-D y 6-BAP.

Materiales y Métodos

Se utilizaron explantes de hoja, raíz y tallo de 2 clones avanzados de papa 5-10 y NAU-6 (generados por el Programa Nacional de Papa del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias) en 13 combinaciones de 6-BAP y 2,4-D, en medio MS. A los 28 días de cultivo se evaluó, % de inducción, friabilidad, color, y peso de los callos.

Resultados

Los 2 clones avanzados de papa evaluados muestran respuesta diferencial en la inducción de callo, tanto en tipo de explante como en la relación y concentración de 2,4-D y 6-BAP. En el explante de hoja y tallo del clon 5-10 con 3.0 y 0 de 6-BAP mg.L⁻¹ se obtuvo un 100% de inducción de callos con mayor peso, siendo callos no friables y de coloración verde oscuro. Características deseables en la inducción de callos. Datos reportados en boniato muestran que solo la presencia de 2,4-D induce callos [4]. En este clon de

papa para generar callo también solo fue necesario el 2,4-D. Cabe destacar que callos obtenidos de este clon presentaron una coloración rojiza cuando se adiciono al medio 6-BAP.

En los explantes de tallo del clon NAU-6 se obtuvo un 100% de inducción de callo con mayor peso y no friable, aunque estos callos presentaron una coloración verde oscura con puntos oscuros. En este clon si fue necesaria la presencia de las dos hormonas para la inducción de callo, encontrándose que los callos óptimos se formaron con la relación hormonal 6-BAP-2,4-D: 0.1 y 0.1 mg.L⁻¹, 0.3 y 3.0 mg.L⁻¹, y 0.3 y 0 mg.L⁻¹. Si bien el 2,4-D induce callos en determinadas concentraciones, la combinación de esta con 6-BAP, tienen el mismo efecto y va a depender de del tipo de explante [4]. En explantes de hoja de papa se ha reportado que se obtiene buena calidad de callos con 2,4-D (0.9 µM)+ BA (10 µM) [5].

El explante de hoja de ambos clones a los 28 días de evaluación aún no habían formado callos.

Conclusiones

Los clones avanzados presentan respuesta diferencial en la inducción de callos. El explante de tallo genera callos de calidad óptima en ambos clones.

Referencias bibliográficas

- [1] Arellano G., M.A., Villavicencio G., E.E. y García G., S.J. 2010. Producción de plántulas y semilla prebásica de variedades comerciales de papa libres de enfermedades. INIFAP. Folleto Técnico No. 41. Saltillo, Coahuila, México. 46 p.
- [2] Centro Internacional de la Papa, CIP. 1998. La papa en cifras
- [3] Chistianson, M.L. and Warnick, D.A. 1988. Organogenesis *in vitro* as a developmental process. Horticultural Science 23(3): 515-519.
- [4] González, P.O.S., Milanés, V.I., Silva, P.J.J., Espinosa, R.A. y Acosta, P.L. 2003. Determinación de las concentraciones adecuadas de 2,4-D y 6-BAP para la inducción de callos morfogénicos de boniato. Biotecnología vegetal 3(1): 25-29.
- [5] JayaSree, T., Pavan, U., Ramesh, M., Rao, A.V., Jagan, M.R. K. y Sasanandam, A. 2001. Somatic embryogenesis from leaf cultures of potato. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 64: 13-17.
- [6] Martínez, M.S. de J.; Gómez, K.R.; Posada, P.L.; Barbón, R.R.; Acosta, S.M.; Reyes, V.M.; Pérez, B.M.; Torres, R.D.; Pons, C.M.; La O, C.M.; Aguilera C.A. y Tejeda, G.M. 2012. Efecto de dos citoquininas, ácido ascórbico y sacarosa en la obtención de plantas *in vitro* de *Sorghum bicolor* para la formación de callos. Revista Colombiana de Biotecnología. 14(2): 101-110.

Parámetros de estabilidad del rendimiento de seis genotipos de papa (*Solanum tuberosum* L.) en cuatro localidades – Cajamarca

Cabrera, Héctor¹; Vásquez, Víctor²; Colunche, Albarino³

¹ Instituto Nacional de Innovación Agraria – Perú. E-mail: hcabrera@inia.gob.pe.

² Universidad Nacional de Cajamarca – Perú

³ Profesional Independiente – Perú

Introducción

La mejora genética de la papa (*Solanum tuberosum* L.) está orientado en especial a generar cultivares de alto rendimiento comercial y buena estabilidad, aún en presencia de factores bióticos y abióticos adversos, lo que ha permitido satisfacer las demandas de los agricultores, del mercado para consumo fresco y de la agroindustria.

Objetivo

Determinar el comportamiento de 6 genotipos en cuatro ambientes diferentes para identificar aquellos de mayor rendimiento y estabilidad.

Materiales y Métodos

De los cuatro ambientes estudiados en el Distrito de la Encañada, tres experimentos se establecieron en Santa Clotilde (campana 2005-2006), Santa Margarita (campana 2006-2007), Chaquilpampa (campana 2007-2008) y un experimento en Santa Rosa (campana 2012-2013), todos bajo condiciones de secano y en altitudes que variaron entre 2962 msnm a 3175 msnm. Temperaturas promedios 12.99°C a 14.26°C; precipitaciones que fluctuaron entre 96.80 a 153.60 mm y humedad relativa de 65% a 88% respectivamente. Se utilizó el diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones por ambiente. La parcela experimental constó de cuatro surcos de 1.0 m de ancho por 3.0 m de largo, y los dos surcos centrales se usó como unidad experimental útil de 6.0 m², los clones utilizados son CAJ004.4, CAJ010.5, CAJ003.4, CAJ010.1, CAJ010.4 y la variedad Canchán, provenientes de la Estación Experimental Agropecuaria Baños del Inca-Cajamarca

Resultados

Hubo significancia estadística ($P \leq 0.01$) para ambientes, genotipos e interacción genotipo x ambiente (IGA). La heterogeneidad entre ambientes estuvo relacionada principalmente con diferencias en altitud, tipo de suelo, temperaturas y precipitación durante las tres campañas de estudio. Los mejores ambientes para la

evaluación de los genotipos fueron Santa Clotilde (2006) Santa Margarita (2008) y Santa Rosa (2013). Las diferencias entre genotipos ($P \leq 0.01$) evidenciaron la existencia de variabilidad genética en rendimiento de tubérculo, y la interacción GA significativa ($P \leq 0.01$) indicó que los genotipos difirieron en comportamiento relativo a través de ambientes

Conclusiones

Los mejores ambientes para la evaluación de genotipos de papa fueron Santa Clotilde (2005-2006) y Santa Margarita (2006-2007) por los altos rendimientos promedios. Dentro de los genotipos evaluados en los cuatro ambientes a través de sus valores de parámetros de estabilidad, se determinó como el más estable, en función del rendimiento, al genotipo experimental CAJ010.4 y CAJ004.4. Los mejores índices ambientales y rendimientos promedio se registraron para las localidades de Santa Clotilde y Santa Margarita.

Referencias bibliográficas

- [1] Becker H C, J Leon (1988) Stability analysis in plant breeding. Plant Breed. Rev.101:1-23.
- [2] Crossa J (1990) Statistical analysis of multilocations trials. Adv. Agron. 44:55-85.

Evaluación de variables poscosecha en clones diploides de papa (*Solanum phureja*) con carne de color y su interacción con el ambiente

Galvis, Iván F.¹, Núñez, Carlos. E.¹

¹ Universidad Nacional de Colombia (UNC). Facultad de Ciencias agrarias. E-mail: ifgalvisr@unal.edu.co

Introducción

Existen dos pigmentos principales (carotenoides y antocianinas) que se encuentran distribuidos en toda la planta, ellos confieren color a los brotes, flores, piel y carne del tubérculo. Las antocianinas son pigmentos vacuolares que dan coloraciones rojo y púrpura en la piel y carne de los tubérculos [1], su síntesis está asociada a factores ambientales como altitud, temperatura y radiación solar, en donde días largos y temperaturas bajas pueden aumentar el contenido de antocianinas entre 2,5 a 1,4 veces en comparación con papas sembradas en localidades con temperaturas más altas [2], debido a que alta intensidad de luz y temperaturas bajas parecen potenciar la síntesis de antocianinas a través de vías separadas o comunes [3].

Objetivo. Evaluar las principales variables poscosecha en genotipos diploides de papa (*Solanum phureja*) con carne de color, su respuesta en diferentes ambientes e identificar clones promisorios para el proceso de desarrollo de variedades.

Materiales y Métodos

Se realizaron tres experimentos en tres localidades del departamento de Cundinamarca con condiciones ambientales contrastantes (Villapinzón, 2870 msnm; La Calera, 3221 msnm y Centro agropecuario Marengo (CAM), 2543 msnm). Se evaluaron 25 genotipos que vienen de un proceso de selección previo de tres años y, como testigos, se usaron las variedades comerciales C. Guaneña, C. Galeras y C. Latina. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (BCA) con tres repeticiones; la unidad experimental fue de 8 m²; con 20 sitios para cada genotipo. Se evaluaron las variables de respuesta a frito, porcentaje de absorción de aceite y porcentaje de área pigmentada en la carne del tubérculo.

Resultados

La respuesta a la fritura de los genotipos presentó diferencia entre localidades explicada por su diferencia en altitud e interacción genotipo x localidad. En La Calera, localidad con temperatura media nocturna de 7,65°C, inferior a las registradas en VP y CAM; 13 genotipos presentaron alto pardeamiento (>10% de

oscurecimiento de la hojuela) a diferencia de Villapinzón (solo 6 genotipos) y CAM (0 genotipos). Al evaluar la absorción de aceite en las hojuelas se encontró una relación significativa e inversa con la gravedad específica ($r = -0,69$), lo que confirma que sus valores están en función de la cantidad de agua que se encuentran en los tubérculos al momento de ser procesados [4]. En esta variable se encontró efecto del ambiente, ningún genotipo en Villapinzón, 2 genotipos La Calera y 18 genotipos del CAM presentaron valores superiores al 40%. En esta última localidad se registraron los valores de GE más bajos (promedio 1,075), asociados con una condición de crecimiento bajo déficit hídrico. El área pigmentada en la carne de los diferentes genotipos presentó una relación directa con la altitud (msnm) y la radiación solar. Los mayores porcentajes de área pigmentada se encontraron en los materiales sembrados en La Calera, seguidos por Villapinzón y CAM donde la radiación media semanal fue de 273,03 W/m² para la Calera y 200,09 W/m² para CAM. Diez genotipos presentaron buena estabilidad en la pigmentación de la carne en los diferentes ambientes, entre los cuales se destacan B09-3-8, 10-137-11, 10-33-19, 10-66-4 y 10-6-11.

Conclusiones

1) Las variables de fritura, absorción de aceite y pigmentos en la carne del tubérculo en los genotipos evaluados fueron afectadas por las variaciones del ambiente, entre ellas se destacan la temperatura y la radiación. 2) Se identificaron genotipos promisorios con pigmentos en la carne de tubérculo que fueron estables en el rango de ambientes evaluados y que continuarán en el proceso de desarrollo de nuevas variedades.

Agradecimientos. A Colciencias por el apoyo mediante el programa de Jóvenes investigadores. Convocatoria 2012.

Referencias bibliográficas

- [1] Lewis, C. 1997. Anthocyanins and Related Compounds in Potatoes (*Solanum tuberosum* L.), thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in Biochemistry. University of Canterbury. New Zealand. 250 p.
- [2] Reyes, L.; Miller, J.; y Cisneros L. 2004. Environmental Conditions Influence the Content and Yield of Anthocyanins and Total Phenolics in Purple- and Red-flesh Potatoes during Tuber Development. *American Journal of Potato Research* Vol.81:187-193 p.
- [3] Lachman, J.; Hamouz, K.; y Orsak, M.; Pivec, V.; Hejtmánková, K.; Vorak, P y Cepl, J. 2012. Impact of selected factors – Cultivar, storage, cooking and baking on the content of anthocyanins in coloured-flesh potatoes. *Food Chemistry* Vol. 133. 1107–1116 pp
- [4] Hasbun, J., Esquivel, P., Brenes, A., y Alfaro, I. 2009. Propiedades físico-químicas y parámetros de calidad para uso industrial de cuatro variedades de papa. *Agronomía Costarricense* 33(1): 77-89 pp.

Caracterización de genotipos de papa por variables fisiológicas en relación a su tolerancia a estrés hídrico

Tagliotti M^{1,2}, Bedogni MC¹, Capezio, S.B.¹, Huarte M¹

¹Unidad Integrada Balcarce (EEA INTA Balcarce y FCA – UNMdP); Ruta 226 km 73,5 (7620) Balcarce, Argentina. E-mail: huarte.marcelo@inta.gob.ar

²Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica

Introducción

La papa (*Solanum tuberosum* spp. *tuberosum*, 2n=4x=48) es generalmente considerada como susceptible a sequía, limitando así sus áreas de producción [2]. La sensibilidad al estrés hídrico se manifiesta en todos los estadios del cultivo, afectando un elevado número de rasgos tanto fenotípicos como fisiológicos [3]. En un contexto de aumento de temperaturas medias, periodos de sequía y patrones erráticos de lluvias [2], es necesario avanzar en el estudio de la tolerancia a sequía en papa

Objetivo

Caracterizar genotipos de papa frente a estrés hídrico bajo condiciones de invernáculo.

Materiales y Métodos

Se emplearon 204 genotipos de papa del Plan de Mejoramiento de Papa (PROPAPA-INTA Balcarce). Se utilizó un diseño en bloques completos al azar con ocho repeticiones para los controles y con el resto de material asignado a los bloques con una sola repetición (diseño aumentado) (Cotes y Nústez, 2001). Los controles fueron los cultivares Spunta, Innovator, Frital INTA, Asterix, Pampeana INTA, Newen INTA, Bintje y Kennebec [1]. A los 50 días después de la plantación (ddp) se iniciaron los tratamientos: sequía (riego a mitad de capacidad de campo, una vez por semana) y control (riego permanente a capacidad de campo). Las variables medidas fueron: uso del agua (ml), contenido relativo de agua en folíolo terminal (CRA), a los 20, 40 y 60 días de iniciado el tratamiento y rendimiento (peso y número tubérculos).

Resultados

Para las variables uso del agua y CRA el 15% de los genotipos presentaron valores alejados a la media en un 20%, permitiendo reconocer la existencia de variabilidad respecto a la tolerancia a sequía. Las variables asociadas a rendimiento mostraron que, en general, bajo estrés hídrico la mayoría de los genotipos aumentaron el número total de tubérculos, pero no el peso total de los mismos. Por lo cual, más del 40 % de los genotipos sufrieron una

reducción de al menos el 50 % del peso por tubérculo debido a estrés por sequía. Se halló una asociación significativa entre la variable fisiológica CRA y la reducción del peso por tubérculo ($r_{CRA/RPP} = 0,57$, $P < 0.0003$). Al igual que lo observado en condiciones a campo los genotipos con menor reducción del rendimiento (inferior al 30%) fueron los pertenecientes a la especie *Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum*. Entre ellos se destaca a Newen INTA, Alpha y 15 clones del programa de mejoramiento PROPAPA INTA Balcarce.

Conclusiones

La relación significativa entre las variables fisiológicas y el rendimiento en relación con la respuesta de los genotipos frente al estrés hídrico hacen de aquéllas una herramienta válida para evaluar la tolerancia a sequía. Los genotipos que tuvieron un buen comportamiento frente a sequía en condiciones de campo e invernáculo, como Newen INTA, Frital INTA, Alpha, FL 1879, B 01.559.2 y B 01.504.2 son candidatos a ser utilizados como progenitores en programas de mejoramiento.

Referencias bibliográficas

- [1] Cotes JM, Nústez C (2001). Propuestas para el Análisis de Diseños Aumentados en Fitomejoramiento: Un caso en Papa. 12:15-34
- [2] Evers D, Lefevre I, Legay S, Lamoureux D, Hausman JF, Rosales R, Marca L, Hoffmann L, Bonierbale M y Shafleitner R (2010). Identification of drought-responsive compounds in potato through a combined transcriptomic and targeted metabolite approach. J. Exp. Bot 61(9):2327-43
- [3] Mould RD, Rutherford RJ. (1980). The effect of moisture stress during consecutive growth stages on tuber yield and quality of BP1 potatoes (*Solanum tuberosum* L.). Crop Prod. 9:89-92

Evaluación de la resistencia a la sequía en genotipos promisorios de papa en Costa Rica

Brenes Arturo¹, Miranda Laura¹, Castillo Rolbin¹, Gómez-Apizar Luis¹

¹ Laboratorio de Biotecnología de Plantas, Centro de Investigaciones

Agronómicas, Universidad de Costa Rica. E-mail:arturo.brenes@ucr.ac.cr.

Introducción

El cultivo de la papa es afectado por estreses abióticos como la sequía, exceso de lluvia y las bajas o altas temperaturas, las cuales reducen potencialmente los rendimientos y la calidad de los tubérculos. Ello obliga a incrementar la resistencia de las variedades cultivadas a través de la incorporación de caracteres que permitan su producción bajo condiciones extremas o faciliten el cultivo en zonas no tradicionales.

Objetivo

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la resistencia a la sequía en 58 genotipos promisorios de papa bajo condiciones de invernadero mediante la metodología descrita por Gabriel *et al.* (2011).

Materiales y Métodos

Se utilizaron vitroplantas de 3 semanas de crecimiento las cuales se trasplantaron a invernadero a macetas de un litro con una planta por maceta (unidad experimental) y dos macetas por genotipo. Las macetas se dispusieron en un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones por tratamiento. Los tratamientos fueron: **S1** = Sin sequía (testigo), **S2** = Sequía parcial, sin riego a partir del inicio del experimento durante seis días y **S3** = Sequía total, sin riego a partir del inicio del experimento y durante dieciocho días. Se evaluaron las variables grado de marchitez o severidad (S), la capacidad de recuperación (R), el volumen de raíz (VR), la longitud de raíz (LR), el peso seco de la raíz (PSR), el % de materia seca (MS) de raíz y follaje y la eficiencia en el uso de agua (WUE). La marchitez o severidad se evaluó al final de cada tratamiento de sequía de acuerdo con la escala descrita por Angulo *et al.* (2008). Una vez terminada la evaluación del daño por sequía en los diferentes tratamientos, se aplicó riego y luego de cinco días se evaluó la recuperación de acuerdo a la escala de severidad modificada por Blum (1993).

Resultados

El análisis de varianza mostró diferencias significativas entre tratamientos ($p<0.0001$), genotipos ($p<0.0001$) y la interacción

tratamiento x genotipo ($p<0.0001$) para las variables severidad, volumen de raíz, % MS del follaje y WUE. El % MS de raíz varió significativamente entre tratamientos ($p<0.0001$) y genotipos ($p<0.0001$); pero no hubo interacción tratamiento x genotipo. Para la variable longitud de raíz solamente un presentó diferencia significativa ($p<0.0001$). La recuperación se asoció con el volumen de raíz, la longitud de la raíz, el porcentaje de materia seca de la raíz, el porcentaje de materia seca del follaje y el WUE.

Conclusiones

Con base en las observaciones, se determinó tres niveles de resistencia a la sequía en los 58 genotipos analizados. Se encontró al menos 10 genotipos completamente resistentes a los tratamientos de sequía aplicados, los cuales pueden ser utilizados como progenitores para labores de mejoramiento genético.

Agradecimientos

Este trabajo es financiado en el marco del proyecto: Programa Cooperativo para el Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria FTG/RF-1025-RG. "Ampliando la Frontera Agrícola de la Papa para Disminuir los Efectos del Cambio Climático (CLIPAPA)".

Referencias bibliográficas

- Angulo, A.; Siles, M.; Ríos, R.; Gabriel, J. 2008. Caracterización de 118 accesiones de arveja (*Pisum sativum* L.) del banco de germoplasma del Centro de Investigaciones Fitoecogenéticas de Pairumani (Bolivia) para resistencia a sequía. *Revista de Agricultura* 42 (60): 25 – 31.
- Blum, A. 1993. Selection for sustained production in water deficit environments. *CropSci.* 1: 343- 347.
- Gabriel J; P. Porco; A. Angulo; J. Magne; J. La Torre; P. Mamani. 2011 Resistencia genética a estrés hídrico por sequía en variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo invernadero. *Revista Latinoamericana de la Papa*. Vol. 16 (2), 173-208.

Identificación de clones de papa con diferentes niveles de dormancia en los tubérculos

Bisognin, Dilson¹; Pivetta, Carine²; Bandinelli, Mauricio²; Ascoli, Claudinei¹

¹ Universidade Federal de Santa Maria, Brasil, E-mail: dilson.bisognin@ufsm.br

² Instituto Federal Farroupilha, Brasil

Introducción

Considerando las diferentes condiciones de cultivo en Brasil, la papa es plantada y cosechada durante todos los meses del año. La papa se ha convertido en la hortaliza más importante, con una producción de 3,9 Mt que representa 25,3% del total producido en América del Sur [1]. La mayoría de las cultivares no están muy adaptados a las diferentes condiciones de cultivo. Cultivares de ciclo corto o mediano y con corta o larga dormancia son requeridos específicamente para regiones con uno o dos cultivos de papa por año.

El adecuado período de dormancia es un carácter muy importante en los cultivares para garantizar el éxito del cultivo. La siembra de tubérculos dormantes resulta en baja densidad de plantas en el campo y, en consecuencia, menor rendimiento. Una dormancia larga es necesaria en cultivares destinados a almacenamiento, debido a que un inicio temprano de brotación desencadena un proceso de envejecimiento fisiológico, aumenta la tasa de respiración y consecuentemente causa pérdidas cualitativas y cuantitativas en los tubérculos almacenados [2]. Por lo tanto, la adecuada dormancia y el control de la brotación de los tubérculos son importantes objetivos de la mayoría de los programas de mejoramiento genético y, además por ser un carácter cuantitativo, el desarrollo de un método de selección precoz es muy importante.

Objetivo

El objetivo fue desarrollar un método de selección precoz para caracterizar los clones de papa en cuanto al nivel de dormancia y dominancia apical de los tubérculos.

Materiales y Métodos

Los experimentos han sido conducidos en los años de 2010 y 2013 con dos conjuntos independientes de datos, para desarrollar y probar un método innovador. Las familias de tubérculos fueron producidas en un sistema hidropónico de cultivo con arena gruesa como sustrato en invernadero. Después de cosechados, los tubérculos fueron atomizados con una solución de 30 mg.L⁻¹ de ácido giberélico y almacenados a 20°C hasta el rompimiento de

la dormancia. Los clones fueron separados en grupos de brotación evaluados en intervalos de 15 días. Un primer conjunto de datos se refiere a la evaluación de cuatro grupos (tubérculos brotados a los 45, 60, 75 y 90 días) con 982 clones. El segundo conjunto contiene cinco grupos (tubérculos brotados a los 30, 45, 60, 75 y 90 días) con 1076 clones. Aproximadamente 50 tubérculos de cada grupo fueron plantados en el campo para comparar los grupos de clones en cuanto al período de dormancia y dominancia apical de los tubérculos. El rompimiento de la dormancia y dominancia apical ha sido considerado cuando fueron contados respectivamente uno y dos brotes por tubérculo con por lo menos 2 mm de longitud. Los experimentos fueron conducidos en un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones.

Resultados

En ambos conjuntos de clones de diferentes familias de tubérculos, el número de días necesario para la brotación de los mini-tubérculos usado para separar los grupos estuvo directamente relacionado con el período de dormancia y de dominancia apical de los tubérculos producidos en el campo. Nuevas generaciones clonales están siendo evaluadas y los derechos de propiedad intelectual están siendo tramitados en Brasil (aplicación número PI22110946768). Este método de selección precoz tiene la ventaja de posibilitar la identificación de clones en la generación de familias de tubérculos con el adecuado nivel de dormancia en los tubérculos conforme a la necesidad de cada programa de mejoramiento genético de papa.

Referencias bibliográficas

- [1] FAO 2014. FAOSTAT. www.fao.org. Access on July 16, 2014.
- [2] Bisognin, D.A. et al. 2008. Physiological aging of potato tubers produced during fall and spring growing seasons and stored at different temperatures. *Bragantia*, Campinas, 67(1):59-65.

Evaluación de genotipos de papa (*Solanum tuberosum* L.) para caracteres reproductivos y agronómicos en Cuba

Salomón, Jorge. L.¹, Castillo, Juan G.¹, Arzuaga, Jorge A.¹, Torres, W.¹ y A. Caballero¹

¹ Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas- Cuba. E-mail: salomon@inca.edu.cu

Introducción

La floración escasa y fertilidad del polen de los genotipos de papa son causantes de la baja producción de bayas y semillas; por tanto, son las principales limitaciones para producir SB en los diferentes ambientes [1,2].

Objetivo

El objetivo de este trabajo fue evaluar diferentes genotipos de papa para caracteres reproductivos y agronómicos, resultados que podrían ser utilizados como progenitores dentro del mejoramiento para la obtención de variedades y progenies de SB de papa.

Materiales y Métodos

En el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, se llevó a cabo el estudio de caracteres reproductivos y agronómicos en procedentes del germoplasma y del programa nacional de mejoramiento genético. Se evaluaron los siguientes caracteres reproductivos y agronómicos: color de la flor, piel y masa, forma del tubérculo, rendimiento y número de tubérculos. Se utilizaron escalas en grados para registrar la incidencia de *Alternaria solani* y *Streptomyces scabies*. Se calcularon los estadísticos de posición y dispersión, así como los intervalos de confianza para los caracteres cuantitativos; se utilizó la prueba Chi-cuadrado para la comparación de proporciones en los caracteres cualitativos. Se determinaron el mínimo, el máximo y la mediana para la incidencia de las dos enfermedades evaluadas.

Resultado

Se observó un número bajo de 113 genotipos que florecieron y formaron frutos en los dos años de estudio. Por otro lado, se presentó que la floración osciló en un período relativamente corto entre 28 y 38 días. En relación con los colores de las flores, se observaron blancas, púrpuras y rojas. Para el color de la piel del tubérculo, el 84 % de los genotipos mostraron el color amarillo, en 11 de ellos se apreció el color rosado para un 10 % y el color rojo se manifestó en siete individuos para un 6%. En cuanto a la forma de los tubérculos, los genotipos con tubérculos de forma redonda

no mostraron diferencias con la forma oval, alcanzando 33 y 32 % respectivamente.

El número de tubérculos osciló entre 4 y 16, y una media de 8 tubérculos/plantón. Este carácter mostró una alta variación para los dos años, lo cual indica una alta variabilidad para el número de tubérculos por plantón.

El rendimiento fue el carácter menos variable, con coeficientes de variación de 14,4 y 16,3% respectivamente, aunque se encontró una alta diferencia entre los valores máximos y mínimos (17,56 y 40,70 t.ha⁻¹).

Conclusiones

Se constató una amplia diversidad genética para caracteres morfo agronómicos y reproductivos en el germoplasma de papa en Cuba, resultados que pueden ser utilizados en los programas de mejoramiento genético basados en la obtención de progenies de semilla botánica de papa. Estos resultados podrían ser utilizados para la selección de progenitores en el mejoramiento de variedades y la obtención de progenies de semilla botánica de papa.

Referencias bibliográficas

- [1] Patel, P. K.; Parmar, L. D.; Patel, J. B.; Pandey, S. K. y Khurana, S. M. P. Optimum planting period of parental lines for production of hybrid TPS in Northern Gujarat. *J. Indian Potato Assoc.*, 2000, vol. 27, p. 65-67.
- [2] Gopal, J.; Kumar, V. y Thakur, S. S. Evaluation of potato germplasm for characters important in true potato seed production. *Potato Journal*, 2001, vol. 28, no.1, p. 11-12.

Caracterización de germoplasma de papa en respuesta a la infección con *Phytophthora infestans*

Deperi, Sofía I.^{1, 2}; Bedogni, Cecilia¹; Capezio, Silvia¹; Forns, Alicia³; Huarte, Marcelo A.¹

¹ Unidad Integrada Balcarce (EEA INTA Balcarce – UNMdP). E-mail: deperi.sofia@inta.gob.ar

² CONICET

³ EEA INTA Obispo Colombres

Introducción

El tizón tardío es una enfermedad causada por *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. Se encuentra en la mayoría de las zonas de producción de papa del mundo. La determinación de variabilidad genética para el comportamiento frente al tizón tardío permitirá generar una población de estudio para análisis de mapeo por asociación.

Objetivo

El objetivo de este trabajo fue caracterizar germoplasma de papa de origen muy diverso por su comportamiento frente a *P. infestans*.

Materiales y Métodos

Se realizaron dos ensayos a campo en dos localidades: Balcarce (Bs.As.) con 201 genotipos (inoculación artificial) y Tafí del Valle (Tucumán) con 99 genotipos (infección natural), durante dos campañas, 2012-2013 y 2013-2014. Se empleó un diseño aumentado con ocho repeticiones en Balcarce y cinco repeticiones en Tafí del Valle, en ambos casos con ocho testigos [2]. Se registró semanalmente el porcentaje de infección sobre el follaje [1]. Se calculó para cada genotipo, el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) [5] y ABCPE relativa [3]. De acuerdo al valor de esta última, los genotipos se clasificaron como Resistentes (R) (0-25% de enfermedad), Moderadamente resistentes (MR) (25-50%), Moderadamente susceptibles (MS) (50-75%) y Susceptibles (S) (75-100%) [4].

Resultados

Durante 2012-2013, en Balcarce el 27,52% resultó R, el 40,36% MR, el 28,44% MS y el 3,67% S, mientras que en la campaña 2013-2014 el 88,27% fue R y el 15% fue MS. Durante 2012-2013 en Tafí del Valle, se observó un 27,3% de genotipos R, el mismo valor para MR, un 20,2% para MS y un 26,26% para S. Durante la campaña 2013-2014 los porcentajes para Tafí del Valle fueron de 37,5% (R), 32,3% (MR), y 14,6% para MS y S.

El análisis de interacción genotipo x ambiente para los testigos fue significativo para ambas localidades y años. Se comparó el comportamiento de los genotipos en ambas localidades dentro de cada año mediante la prueba de Wilcoxon para muestras independientes. El resultado de las mismas dió, para el año 2012-2013 no significativo ($p=0,1190$) y para el año 2013-2014 significativa ($p<0,0001$). Estos resultados pueden deberse a que la enfermedad no fue demasiado intensa en Balcarce durante 2013-2014, ya que las condiciones ambientales no eran predisponentes para el desarrollo de la misma (altas temperatura, bajas precipitaciones).

Conclusiones

Se evidenció variabilidad genética en la respuesta a la infección en ambas localidades.

Referencias bibliográficas

- [1] CIP. 2007. Procedures for standard evaluation trials of advanced potato clones. An international cooperator's guide. Centro Internacional de la Papa - CIP. Lima, Perú. 126 p. <http://www.cipotato.org/publications/pdf/003875.pdf> (Consultado en Noviembre de 2007).
- [2] Federer, W. T. 1961. Augmented designs with one-way elimination of heterogeneity. *Biometrics* 17-3: 447-473.
- [3] Fry, W. E. 1978. Quantification of general resistance of potato cultivars and fungicide effects for integrated control of potato late blight. *Phytopathology* 68:1650-1655.
- [4] Jenkins, J.C., and R.K. Jones. 2003. Classifying the relative host reaction in potato cultivars and breeding lines to the US-8 strain of *Phytophthora infestans* in Minnesota. *Plant Disease* 87: 983-990.
- [5] Shaner, G., and R. E. Finney. 1977. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. *Phytopathology* 67:1051-1056.

Comportamiento de genotipos de papa (*Solanum tuberosum* L.) en dos sistemas montañosos de Cuba, bajo condiciones de sostenibilidad

Castillo, Juan G.¹, Salomón, Jorge L.¹, Pérez, Aymara¹,
López, Ibraim², Hernández, Víctor², Márquez, Maikel³

¹ Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. E-mail: juanc@inca.edu.cu

² Facultad de Montaña del Escambray, Univ. de Sancti Spiritus.

³ Facultad de Montaña de San Andrés, Univ. de Pinar del Río.

Introducción

En Cuba la papa se desarrolla en su totalidad en suelos situados a nivel del mar; sin embargo este cultivo, originario de los andes peruanos, se desarrolla a alturas que alcanzan los 3000 msnm [1]. A partir de la reducción de las áreas de papa a nivel nacional, debido al incremento de los insumos para producir este cultivo[2], se evalúa la posibilidad de diversificarlo en las regiones montañosas del país que tengan, la mayor parte del año, condiciones climáticas favorables para su desarrollo.

Objetivo

El trabajo que se presenta tiene como objetivo evaluar el comportamiento de un grupo de genotipos de papa en La Palma, Pinar del Río y en Topes de Collantes, Sancti Spiritus para determinar los de mejor comportamiento bajo estos sistemas de producción y su posible utilización en el resto del país.

Materiales y Métodos

Se tomaron como referencia dos fincas en cada una de las regiones montañosas y se evaluaron 18 variedades foráneas y seis clones élites cubanos. Se utilizaron en cada una de las regiones, sistemas de producción adaptados a las condiciones locales bajo condiciones de sostenibilidad. Se evaluó el rendimiento y sus componentes, el comportamiento frente a los principales hongos que afectan al cultivo y la conservación de los tubérculos hasta tres meses posterior a la cosecha [3].

Resultados

Los clones cubanos mostraron rendimientos similares a las variedades foráneas y mayor tolerancia al tizón temprano en La Palma y fueron similares en Topes de Collantes. La variedad Atlantic mostró buen comportamiento tanto para el rendimiento y sus componentes como para la conservación. Se seleccionaron dos clones

élites y tres variedades con potencialidades para ser utilizados en los sistemas montañosos de todo el país.

Agradecimientos

Se agradece el financiamiento brindado para el desarrollo de este trabajo a la Coordinación Nacional del Proyecto de Innovación Agrícola Local (PIAL) financiado por COSUDE y a las Coordinaciones Provinciales del PIAL en La Palma, Pinar del Río y Topes de Collantes en Sancti Spiritus.

Referencias bibliográficas

- [1] Hawkes, H. G. 1990. The potato evolution, biodiversity and genetic resources. BelhavenPress, Oxford, UK.
- [2] MINAG. 2014. Informe técnico del cultivo de la papa de la campaña 2013-2014. Ministerio de la Agricultura de Cuba, 9 p.
- [3] Estévez, A., Salomón, J. L., Castillo, J. G., Ortiz, U., y Ortiz, E. 2005. Regionalización de clones cubanos de papa (*Solanum tuberosum* L.). Rev. Cultivos Tropicales, 17(1), 59-63.

Evaluación del rendimiento y variables poscosecha del grupo internacional de clones avanzados de región andina en dos ambientes de Colombia

Ñústez, Carlos E¹; Ríos, Jairo²; Alba, Andrés F¹; Galvis, Iván F¹; Saldaña, Tatiana³; Patiño, Jennifer³; Cotes, José M³.

¹ Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. E-mail: cenzutez@unal.edu.co

² Fedepapa — Regional Antioquia.

³ Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín

Introducción

En la región andina en los diferentes países donde existen programas de mejoramiento genético de papa, se cuenta con genotipos avanzados de alto grado de selección, los cuales bajo el trabajo en red pueden ser evaluados en los diferentes países con la expectativa de que en corto plazo se disponga de potenciales nuevas variedades para los agricultores de los diferentes países, lográndose un trabajo colaborativo que puede ser de importante impacto.

Objetivo

Evaluar el rendimiento y variables pos cosecha en siete genotipos avanzados de papa de región andina en dos ambientes de Colombia, con el fin de identificar genotipos promisorios para Colombia.

Materiales y Métodos

El ensayo se estableció en los departamentos de Antioquia y Cundinamarca, respectivamente en el corregimiento de Santa Elena (SE, 2670 msnm) y en el municipio de Villapinzón (VP, 2850 msnm). Se utilizó como material vegetal un set internacional de siete clones que fue concertado por el CIP con investigadores de la región andina (CIP 374080.5; CIP 380389.1; CIP 388790.24; CIP 392797.22; CIP 389746.2; CIP 393077.54 y CIP 393371.159). De Colombia se incluyó la variedad Diacol Capiro para ambas localidades como testigo. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (BCA) con cuatro repeticiones. La unidad experimental fue 40 sitios de siembra (1.0 m entre surcos y 0.40 m entre sitios). Se evaluó rendimiento potencial (t.ha⁻¹), gravedad específica (GE), y respuesta a frito.

Resultados

Para la variable de rendimiento total (PTT) en VP, cuatro genotipos presentaron los valores más altos, 393077-54 (66.5 t.ha⁻¹), 388790-24 (55.3 t.ha⁻¹), 374080-5 (53.3 t.ha⁻¹) y 393371-159

(52.7 t.ha⁻¹). Los genotipos de menor rendimiento fueron D. Capiro (16.6 t.ha⁻¹) y 380389-1 (4.7 t.ha⁻¹) respuesta asociada con el efecto negativo del daño de tizón tardío. En la localidad de SE, los valores más altos fueron para D. Capiro (63,4 t.ha⁻¹), 374080-5 (57.3 t.ha⁻¹), 393371-159 (50.0 t.ha⁻¹) y 393077-54 (45.8 t.ha⁻¹). Con rendimiento intermedio se presentaron los genotipos 392797-22 (41,6 t.ha⁻¹) y 388790-24 (34.3 t.ha⁻¹). La diferencia entre los resultados en la variedad D. Capiro en ambas localidades para PTT radicó en el control químico estricto de tizón tardío en SE, lo que le permitió demostrar su alto potencial de rendimiento. Para la variable de GE en VP, el mejor valor fue para el genotipo 388790-24 (1,094), seguido por D. Capiro (1,079) y 380389-1 (1,074). En SE, los genotipos 388790-24 (1,097), D. Capiro (1,091) y 393371-159 (1,084) registraron los valores más altos siendo estadísticamente iguales entre sí. La mayoría de los genotipos con altos rendimientos de tubérculo no presentan buenos sólidos (GE < 1.070), factor desfavorable para la aceptación de clones en Colombia. En la prueba de fritura, se encontró un comportamiento similar en ambas localidades, mostrando una respuesta positiva (menor porcentaje de pardeamiento de hojuela) en los genotipos 392797-22, 388790-24 y 389746-2, similares a D. Capiro en VP y SE. En lo que respecta a la evaluación de corazón hueco realizada en VP, se encontró que los genotipos que presentaron déficit de llenado fueron: 389746-2, 393077-54, 393371-159 y 374080-5 en una proporción de 70%, 35%, 27% y 20% respectivamente, siendo un factor desfavorable.

Conclusión

La evaluación de este grupo internacional de genotipos de región andina permitió identificar solo uno como promisorio para el sistema productivo de papa en el país, el clon CIP388790-24 (Liberado en Ecuador como INIAP FRIPAPA-99). Este material tiene buen fenotipo de tubérculo, buen rendimiento y buena GE y respuesta a la fritura. Los restantes genotipos de este grupo no son promisorios para Colombia por características indeseables tales como baja GE y alta incidencia de corazón hueco.

Agradecimientos

La semilla de los genotipos fue distribuida en los diferentes países de región andina por el Proyecto "Red de innovación de investigación y desarrollo: hacia la disseminación eficiente y mecanismos de impacto pro-pobre con nuevas variedades de papa en la zona andina", coordinado desde el Centro Internacional de la Papa (CIP) por el Dr. Stef De Haan, y con el apoyo económico del INIA (España) y el Fondo Fontagro

Introducción de germoplasma seleccionado del Centro Internacional de la Papa

Lourdes González¹, Laura Niño¹, Martha Osorio².

¹ Centro de Investigaciones Agrícolas del Estado Mérida (CIAE – Mérida). Avenida Urdaneta Oficinas INIA Mérida. Mérida, estado Mérida Venezuela. E-mail: lcgonzalez@inia.gob.ve.

² Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias CENIAP, Maracay.

Introducción

El intercambio de germoplasma permite aumentar la variabilidad genética disponible, seleccionar materiales, realizar cruzamientos, introducir nuevas variedades para uso de agricultores. Es por ello que el intercambio o introducción de germoplasma es una fase fundamental para el Programa de Mejoramiento Genético de papa desarrollado en INIA Venezuela, ya que ha permitido seleccionar clones promisorios y variedades, para multiplicar, evaluar y caracterizar, con miras a liberar nuevas variedades adaptadas a las condiciones agroclimáticas del país, además de ampliar la base genética existente [1].

Objetivo

Introducir germoplasma seleccionado del Centro Internacional de la papa para multiplicar, evaluar y caracterizar, para obtener nuevos cultivares

Materiales y Métodos

Para realizar la introducción de germoplasma se identificaron en las bases de datos y catálogos del CIP, clones avanzados y variedades de acuerdo a las necesidades y requerimientos de los agricultores de la región andina. La introducción se realizó en dos periodos 2002 y 2009, no obstante, se contaba con material en el banco de germoplasma in vitro introducido en años anteriores. El material introducido fue recibido en el Laboratorio de Cultivos de Tejidos Vegetales ubicado en el Campo Experimental Dr. "Eduardo Ortega Cartaya" en Mucuchíes, se incrementó el número de vitroplantas y posteriormente se multiplicó en invernadero donde se realizó evaluación preliminar tanto de caracteres morfológicos como agronómicos. Una vez que se obtuvo la cantidad suficiente de tubérculos semillas, el germoplasma fue sembrado en el campo experimental y en parcelas de agricultores, en ensayos en bloques al azar como parcelas demostrativas. Se realizaron evaluaciones de rendimiento, incidencia de plagas y enfermedades, caracterización morfológica, molecular y de aptitud para fritura.

Resultados

Las evaluaciones realizadas permitieron incluir en la lista de elegibles del país siete variedades de papa (Iniafrit, Fripapa INIA, Tibisay, Maria Bonita, Granate INIA, Cartayita y Esperanza), seleccionar clones promisorios, contar con germoplasma en fase intermedia de evaluación, para colocar en manos de agricultores variedades para consumo fresco y procesado.

Referencias bibliográficas

- [1] Centro Internacional de la papa. 1990. Avances en el mejoramiento genético de la papa en el Cono Sur. Ed. O. Hidalgo y H. Rincón. books.google.co.ve/books?isbn=9290601450. Fecha de revisión 20/07/2014.

Capacidad y eficiencia organogénica *in vitro* en genotipos de variedades locales de papa andina (*Solanum tuberosum*) del Noroeste Argentino

Velásquez Berta¹, Curti, Ramiro.³, Salazar, Elsa.¹, Alfaro, Maria.¹,
Atanacio, Yolanda.¹, Carranza, Ana.¹, Andrade, Alberto J.²

¹FCA –UNJu Alberdi 47 CP 4600 SS de Jujuy,

²INBIAL–UNJu e INTAEEA-Abra Pampa.

³INTA EEA Abra Pampa. E-mail:andrade.alberto@inta.gov.ar

Introducción

La capacidad y eficiencia en la regeneración *in vitro* de papa, es altamente dependiente del genotipo, [2 y 3]. Aun cuando diversos protocolos de regeneración han demostrado ser eficientes para la regeneración de órganos y embriones somáticos *in vitro*, para las variedades locales de papa andina del Noroeste Argentino no existen antecedentes. El objetivo de este trabajo fue evaluar la capacidad y eficiencia organogénica de 8 genotipos de variedades locales de papa andina del Noroeste Argentino.

Materiales y Métodos

Siguiendo la metodología de regeneración de Hulme *et al*, [1], en un experimento bajo diseño CA x 10 repeticiones, se evaluó la eficiencia organogénica expresada en número de explantes con brotes (NEB) y capacidad organogénica expresada en número de brotes por explante (NEB) y el porcentaje de supervivencia en genotipos de ocho variedades locales de papa andina: Colorada, Santa María, Tuni Blanca, Azul, Cuarentilla, Sallama, Overa y Chorcoveña. El análisis de datos se realizó mediante ANOVA y Tukey, sobre la base del software SAS (2008).

Resultados

En concordancia con otras investigaciones en papa [2 y 3] este estudio demostró que entre los genotipos de las variedades locales de papa andina del NOA, también existen variaciones significativas en la capacidad y eficiencia organogénica. El NBE y el NEB, resultaron significativamente superiores en Colorada, Santa María y Tuni Blanca que produjeron 4.9, 4.2 y 5.2 NBE y 6.50, 5.80 y 4.90 NEB, respectivamente. Azul (2.6 NBE y 3.65 NEB), Cuarentilla (2.0 NBE y 4.20 NEB) junto con Sallama (1.45 NBE y 1.88 NEB) y Overa (NBE 1.30 y 2.0 NEB) presentaron mayor capacidad que eficiencia organogénica. La variedad Chorcoveña resultó ser la menos organogénica. El protocolo utilizado fue eficiente para la supervivencia de los explantes ya que incluso los genotipos menos organogénicos tuvieron una supervivencia cercana al 50% o superior.

Conclusiones

Los genotipos de las ocho variedades locales de papa andina del NOA presentaron variaciones en su capacidad organogénica. Las variedades Colorada, Santa María y Tuni blanca presentaron una mayor número de brotes por explante y explantes con brotes. Las variedades Azul, Cuarentilla, Sallama y Overa presentaron una mayor capacidad para formar explantes con brotes que brotes por explante. Chorcoveña fue la variedad menos organogénica.

Referencias bibliográficas

- [1] Hulme, J. S., Higgins, E., Shields, R. 1992. An efficient genotype independent method for regeneration of potato plants from leaf tissue. *PlantCellTissueOrganCult* 31:161–167.
- [2] Radice S. 2010. Morfogénesis. En *Biotechnología y mejoramiento Vegetal* II. 26-33. Editores Levitus G, Echenique V, Rubinstein C, Hopp E, Mroginsky L. INTA-ArgenBio Consejo Argentino para la Información y el desarrollo biotecnológico.
- [3] Sabeti M. Zarghami R, EbrahimZadeh M. 2013. Effects of explants and growth regulators on callogenesis and somatic embryogenesis of Andean potato cultivar. *International Journal of AgrScience* Vol 3(3):213-221.

Rendimiento y contenido de materia seca de genotipos de papa en condiciones de estrés hídrico a campo

Capezio, Silvia.¹; Bedogni, María C.¹ Tagliotti, Martín²

; Gardey, Agustín³; Huarte, Marcelo¹.

¹ Unidad Integrada Balcarce (EEA INTA Balcarce y FCA – UNMdP);

Balcarce, Argentina. E-mail: capezio.silvia@inta.gob.ar

² Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica

³ FCA, UNMdP

Introducción

Las investigaciones sobre el cambio climático global plantean un incremento en la frecuencia e intensidad de sequías en numerosas zonas del planeta. Las variedades de papa son sensibles al estrés hídrico por lo cual la obtención de genotipos con mayor tolerancia a sequía es de gran importancia para evitar pérdidas de rendimiento, entre otras características [1].

Objetivo

Caracterizar genotipos de papa bajo estrés hídrico en condiciones de campo

Materiales y Métodos

En 2012 se plantaron ciento ochenta y cuatro genotipos de distintas especies de papa del Plan de Mejoramiento de Papa de INTA-Balcarce en dos localidades de Argentina, Mendoza (región árida, precipitación media anual 235 mm, temperatura media anual 24,1°C) y Balcarce (región semi-húmeda, precipitación media anual 800 mm, temperatura media anual 13.3 °C). Se utilizó un diseño experimental en bloques aumentados con ocho repeticiones para los testigos [2] en parcelas de cinco tubérculos por genotipo. En Mendoza el cultivo no se regó y en Balcarce se aplicaron 15 riegos de 25 mm cada uno. A la cosecha se midió el rendimiento y el porcentaje de materia seca de los tubérculos. Los datos fueron analizados con el procedimiento univariate del programa SAS.

Resultados

Se hallaron diferencias significativas en el test del signo para las variables medidas. En Balcarce se obtuvo mayor rendimiento que en Mendoza y todos los genotipos tuberizaron. En cambio, con estrés hídrico el 33 por ciento de los genotipos no produjeron tubérculos y el 10 % de los genotipos que produjeron mayor rendimiento pertenecían a la *ssp tuberosum*. Tres de ellos son variedades comerciales y el resto son clones avanzados del

Plan de Mejoramiento de Papa de INTA-Balcarce. En Mendoza se obtuvieron mayores porcentajes de materia seca en tubérculo que en Balcarce. En ambas localidades el 77 % de los genotipos presentaron valores superiores al 18%. No se encontró asociación alguna entre el contenido de materia seca y el comportamiento bajo sequía.

Referencias bibliográficas

- [1] ASHRAF, M. 2009. Inducing drought tolerance in plants: Recent advances. Department of Botany, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan. Biotechnology Advances. 28: 169-183.
- [2] Cotes, J M, Ñustez C (2001). Propuestas para el Análisis de Diseños Aumentados en Fitomejoramiento: Un caso en Papa. 12:15-34

Variedades de papa, adaptadas a diferentes sistemas de producción en Uruguay

Vilaró, Francisco L.¹, Gonzalez Matías¹

¹Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA-Uruguay). E-mail: fvilaro@inia.org.uy

Introducción

El cultivo de papa en Uruguay comprende dos épocas principales de producción: otoño y primavera. El esquema tradicional implica un ciclo de multiplicación anual durante el otoño, condicionado por el período de dormición en los tubérculos. Esta semilla se almacena en condiciones controladas para abastecer un nuevo ciclo en el año siguiente. La semilla para el cultivo de primavera también se origina en el cultivo de otoño. Por otra parte, variedades de dormición más corta y tuberización precoz, posibilitan la multiplicación continuada, en la sucesión primavera-otoño-primavera.

La mayoría de los cultivares extranjeros presentan problemas de estabilidad de producción entre épocas y años. Además, se comportan en forma bastante susceptible a las principales enfermedades que afectan el cultivo, en particular virus.

Objetivos

El proyecto de mejoramiento genético de papa en INIA tiene como objetivo generar cultivares adaptados a las diversas condiciones locales de producción y requerimientos comerciales, incluyendo calidad de consumo para diferentes usos. Énfasis: estabilidad en la producción y resistencias a enfermedades (virus y tizones).

Materiales y Métodos

Desde 1983 se desarrolla un esquema de selección recurrente por adaptación a condiciones locales de producción, mediante cruza-mientos controlados anuales. Cada ciclo de recombinación implica en general 5 a 6 años. Pruebas de progenie permiten seleccionar por habilidad combinatoria. Marcador molecular permite identificar clones inmunes a PVY. Anualmente se evalúan alrededor de 40.000 individuos en los dos esquemas de multiplicación factibles.

Resultados

En 2013, INIA ha liberado tres nuevos cultivares: Arequita, Daymán y Guaviyú. Se destacan por su alta resistencia a virosis, en particular virus del Mosaico (PVY), principal virus que condiciona la multiplicación para destino a semilla. Estos cultivares se adaptarían a diferentes sistemas de producción. Daymán y Guaviyú se

adaptan con preferencia a productores de escala familiar. Guaviyú se comporta resistente a tizones y tolerante a sequía. Arequita, por su parte, en base a su período de dormición más largo y mayor aptitud para la mecanización en cosecha, tendría preferencia para productores especializados. Arequita es resistente a *Alternaria* y tolerante a sequía.

Conclusiones

La difusión de estos cultivares a nivel productivo podría mejorar la competitividad del cultivo y estabilidad de suministro del producto, así como facilitar la producción local de semilla. Podrían favorecer cierta recuperación de la producción en regiones que actualmente tienen menor importancia relativa. Atributos diferenciales en calidad comercial permitirían cierta recuperación de la producción local para consumo fresco.

Evaluación de variables agronómicas en clones diploides de papa (*Solanum phureja*) con carne de color

Galvis, Iván F.¹, Núñez, Carlos E.¹

¹ Universidad Nacional de Colombia (UNC). Facultad de Ciencias agrarias. ifgalvisr@unal.edu.co

Introducción

Las papas cultivadas presentan diversos colores de piel y carne, debido a la presencia de antocianinas [1]. Una dieta con alimentos de altos contenidos de este compuesto disminuyen el riesgo de enfermedades relacionadas con la edad y brindan protección de las células humanas contra el daño causado por radicales libres. Colombia ocupa el trigésimo tercero puesto en producción mundial de papa y el cuarto en América Latina [2], y su producción se encuentra distribuida en 14 departamentos [3] donde aún no se encuentran registradas variedades de papa con carne de color.

Objetivo

Evaluar la respuesta al tizón tardío, el rendimiento potencial y la gravedad específica en clones diploides de papa (*Solanum phureja*) con carne de color.

Materiales y Métodos

Se realizaron tres experimentos en el año 2013 en el departamento de Cundinamarca con condiciones ambientales diferentes [La Calera (3240 msnm), Villapinzón (2850 msnm), y Centro agropecuario Marengo en Mosquera (2547 msnm)]. Se evaluaron 25 genotipos de *S. phureja* resultantes de un proceso de selección de tres años en campo y, como testigos, se usaron las variedades comerciales liberadas por el programa de mejoramiento de la UNC: Criolla Guaneña, Criolla Galeras y Criolla Latina. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (BCA) con tres repeticiones; la unidad experimental fue de parcelas de 8 m²; con 20 sitios para cada genotipo (0,40 m entre sitios). Se evaluó rendimiento potencial (t.ha⁻¹), respuesta a tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y gravedad específica (GE).

Resultados

En la variable de rendimiento potencial de tubérculo se encontró interacción genotipo por ambiente, 17 genotipos evaluados en Villapinzón presentaron rendimientos superiores a las variedades testigo C. Guaneña (17,76 t.ha⁻¹), C. Galeras (17,72 t.ha⁻¹), C. Latina (16,65 t.ha⁻¹) con valores entre 17,9 y 37,3 t.ha⁻¹. En La Calera, los mejores resultados fueron para los genotipos

M10-80-1, 10-33-19 y 11-205-3-4 quienes fueron iguales estadísticamente y superiores a los demás clones y a las variedades testigo C. Guaneña (40,23 t.ha⁻¹), C. Galeras (39,40 t.ha⁻¹) y Latina (37,79 t.ha⁻¹). En la localidad CAM, los valores de rendimiento fueron afectados por la condición de estrés hídrico en la fase de crecimiento. Los mejores resultados fueron para el 11-205-3-5, M10-116-15-, 10-33-19, 10-115-9 y B09-20-7, con valores entre 20 y 33 t.ha⁻¹, superiores a las variedades testigo (16,17, 8,73 y 6,94 t.ha⁻¹ para C. Guaneña, C. Galeras y C. Latina respectivamente), siendo un resultado interesante para estos clones. En la respuesta a *P. infestans* se encontraron 19 genotipos con buena respuesta (tolerantes, AUDPC<0,15), registrando valores inferiores a las variedades testigo (AUDPCr entre 0,279 y 0,328) en la localidad de mayor presión de inóculo (Villapinzón). La GE de los genotipos estuvo influenciada por el daño del tizón y el déficit hídrico. Genotipos con alta tolerancia al tizón (AUDPCr<0,15) presentaron los mejores valores de GE, tales como 10-115-11, 10-66-4, M10-3-5, 11-205-3-4 y 10-33-19 con valores entre 1,102 y 1,093, superiores a las variedades testigo; mientras que en condiciones de estrés hídrico los mejores resultados (GE ≥ 1,078) fueron para 10-144-11, 11-205-3-4, M10-3-5, 10-137-11, 10-115-11, 10-66-4 superiores a las variedades testigo C. Latina (1,074) C. Guaneña (1,073) y C. Galeras (1,062).

Conclusión

El proyecto tiene como principal producto 10 genotipos superiores por diferentes características de importancia agronómica con carne de color.

Agradecimientos

A Colciencias por el apoyo mediante el programa de Jóvenes investigadores. Convocatoria 2012.

Referencias bibliográficas

- [1] Brown, C.; Wrolstad, R.; Durst, R.; Yang, C. y Clevidence, B. 2003. Breeding Studies in Potatoes Containing High Concentrations of Anthocyanins. American Journal of Potato Res. Vol. 80. 241-250 pp.
- [2] Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (FAO). 2012. FAOSTAT. Producción mundial de papa y en Latinoamérica (Toneladas). Disponible [en línea]: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor> Consulta: Mayo del 2014.
- [3] Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). 2011. Resultados Encuesta Nacional Agropecuaria ENA. Dirección de Metodología y producción estadística. 181 p.

Estrategias para la acumulación de alelos favorables en líneas selectas del programa de mejoramiento genético de papa de INIA-Chile

Muñoz, Manuel¹; Folch, Carolina¹; Orena, Sandra¹;

Acuña, Ivette¹; Kalazich, Julio¹; Winkler, Annelore¹

¹ Centro Regional de Investigación INIA Remehue. Km 8 Norte,

Ruta 5 Sur, Osorno. E-mail: manuel.munozd@inia.cl

Introducción

Entre los rasgos que se busca introducir en las líneas experimentales (LE) del programa de mejoramiento genético están: a) resistencia a tizón tardío por la importancia económica que reviste esta enfermedad y b) colores de piel y pulpa, por la preferencia del consumidor por papas de piel roja intensa y pulpas amarillas.

Objetivos

a) Implementar estrategias para la introgresión simultánea de varios genes R para resistencia a *P. infestans* en materiales del Programa de Mejoramiento de Papa de INIA, los que puedan ser rastreados en las progenies originadas desde cruza controladas mediante marcadores moleculares. b) Implementar ensayos moleculares para la determinación de la dosis alélica de genes responsables de colores de piel y pulpa en los progenitores utilizados en el programa de mejoramiento genético.

Materiales y Métodos

Se realizaron cruzamientos entre los genotipos diferenciales MaR8 y MaR9 [1] donantes de 4 y 7 genes R, respectivamente, y variedades INIA. En paralelo se estandarizaron marcadores moleculares para rastrear estos genes R en la progenie. Posteriormente, en una muestra de la progenie se realizaron evaluaciones fenotípicas de la severidad de la enfermedad durante la temporada 2013 – 2014 bajo infección natural. Para asistir los procesos de mejoramiento para color de pulpa se estandarizaron ensayos moleculares con marcadores CAPS en un panel de 14 variedades para determinar la dosis alélica del alelo 3 del gen *CHY2* relacionado con la biosíntesis de carotenoides que confieren el color amarillo, midiéndose también el índice de amarillez en la pulpa. Para asistir el proceso de mejoramiento para color de piel, se estandarizó un ensayo TaqMan® para la determinación de la dosis alélica del alelo R del gen *dfr*. La sonda que aparea con alelo rojo "R" fue marcada con 6-FAM, y "No rojos" (r) con VIC, midiéndose la relación entre los niveles de fluorescencia de ambos, reflejados en el valor Ct.

Resultados

a) En una muestra de 90 genotipos analizados provenientes de cruzamientos, el 14,4 % era portador de hasta 4 genes R, mostrando un bajo ataque de *P. infestans* en el follaje, con un valor de AUDPC de 11,7 en promedio. b) Los genotipos analizados para color de pulpa, que no portan el alelo 3 mostraron pulpa blanca (índice de amarillez 30,5) diferenciándose de los genotipos con mayor dosis de este alelo (índice de amarillez 53,8). En el caso del alelo R del gen *dfr*, responsable del color rojo en piel, fue posible discriminar los estados Nuliplex, Simplex, Dúplex, Tríplex y Cuádruplex, según la relación entre los valores Ct de la fluorescencia VIC/FAM la cual se diferencia estadísticamente (ANOVA $p < 0,01$) de acuerdo a la dosis del alelo R en los genotipos analizados.

Conclusiones

Los diferenciales MaR8 y MaR9 han sido cruzados exitosamente con variedades elite identificándose 71 nuevos genotipos portadores de varios genes R que pueden en teoría otorgar resistencia de amplio espectro a *P. infestans*. Los marcadores ensayados permitirán seleccionar progenitores para aumentar la frecuencia de los alelos responsables de los rasgos interés para color de piel y pulpa en las LE.

Agradecimientos

Consorcio de la Papa FIA FIC-CS-C-2005-1-A-006; CONICYT PDA – 09.

Referencias bibliográficas

- [1] Kim, H.J., et al., 2012. Broad spectrum late blight resistance in potato differential set plants MaR8 and MaR9 conferred by multiple stacked R genes. *Theor. Appl. Genet.* 124: 923 – 935.

Evaluación del rendimiento de clones avanzados de papa (*Solanum tuberosum* L.) con pulpa pigmentada-Cajamarca

Tirado Malaver, Roberto Hugo¹; Tirado Lara, Roberto¹

¹ Facultad de Agronomía - Universidad Nacional

Pedro Ruiz Gallo - Lambayeque - Perú.

E-mail: tiradolr@hispavista.com

Introducción

En la sierra norte del Perú, existe mucha expectativa del cultivo de la papa con pulpa pigmentada debido a su alto contenido de carotenoides y polifenoles, que son antioxidantes naturales, que tienen beneficios potenciales para la salud. Teniendo en cuenta, que las papas nativas, se desarrollan en ambientes adversos donde sus características genéticas resaltan, como la producción de pigmentos naturales en la pulpa del tubérculo, que le otorga un gran contenido de compuestos antioxidantes, y con un alto contenido de materia seca.

Objetivo

Ante esto surge la necesidad de evaluar el comportamiento agronómico de los clones avanzados con pulpa pigmentada que posee un mayor potencial de rendimiento en el ambiente de estudio, para observar los efectos del ambiente local sobre la expresión fenotípica de los clones.

Materiales y Métodos

El experimento se llevó a cabo en la localidad El Pargo de la provincia de Chota de Cajamarca (2,012-2,013), a 2,900 m.s.n.m. en suelo de textura arcillo limoso con pH 6.5 y 17.2 y 9.8 °C de temperatura máxima y mínima, en diseño Bloque Completo al Azar con 32 tratamientos en 336 m² de área experimental, se evaluaron 30 clones procedentes del Centro Internacional de la Papa, determinándose, el rendimiento, número de tubérculos, y otras características, con sus respectivos análisis estadísticos.

Resultados

Presentaron un grupo estadísticamente superior, formado por 4 clones CIP 302289.32, de pulpa crema-morado con 35.073 tn/ha, CIP 302288.39 de pulpa blanco-morado, CIP 302281.39 de pulpa rojo y CIP 302288.35 de pulpa amarillo-morado, con promedios, 34.653 tn/ha, 31.487 t.ha⁻¹ y 31.343 t.ha⁻¹, superan el rendimiento nacional de 13.3 tn/ha (MINAG,2013); a su vez, un grupo de 12 clones CIP 302306.36, testigo Amarilis INIA con rendimientos que oscilan entre 15.427 tn/ha a 11.133 tn/ha; así

como un grupo de pulpa morado CIP 302288.14 con 18.447 tn/ha y CIP 302290.23 con 12.720 tn/ha y CIP 302280.23 con 7.650 tn/ha de pulpa morado intenso que tuvo el menor rendimiento.

Conclusiones

Se encontró una amplia respuesta de clones de pulpa pigmentada a las variables rendimiento y número de tubérculos, así como tolerancia a los factores bióticos y abióticos de la zona, presentando rendimientos de 35.073 tn/ha y 972.42 g/planta de tubérculos comerciales (CIP 302289.32 de pulpa crema-morado), 31.487 tn/ha y 886.61 g/planta de T.C. (CIP 302281.39 de pulpa rojo) y 18.447 tn/ha y 469.01 g/planta de T.C. (CIP 302288.14 de pulpa morado), que superan el promedio nacional.

Referencias bibliográficas

- [1] Landrum, J. and Bone, R. 2001. Lutein, zeaxanthin and macular pigment. Arch. Biochem. Biophys. 385, 28-40.
- [2] Pascual, T. and Sánchez, B. 2008. Anthocyanins: from plant to health. Phytochem. Rev. 7, 281-299p.

PAPA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

Presentaciones
Orales y Posters

Nuevos enfoques para la seguridad alimentaria y nutricional alrededor de la papa

Ordinola, Miguel.¹; Fonseca, Cristina¹.

¹ Centro internacional de la Papa. E-mail: c.fonseca@cgiar.org

Introducción

En el Perú, la papa es uno de los cultivos más importantes del sector agrario. Sin embargo, la evidencia indica que en las zonas de la sierra donde se produce este tubérculo persisten condiciones de desnutrición crónica en niños menores de 3 años (46.4% en Huancavelica y 31.3% en Apurímac). En estas zonas andinas, una de las principales causas de la anemia y la desnutrición crónica infantil es la deficiencia de micronutrientes. La pregunta es ¿cómo podemos trabajar en el marco de sistemas de producción basados en papa para mejorar esta situación?

Objetivo

En respuesta a esta situación el enfoque de trabajo de IssAndes (www.issandes.org), proyecto del Centro Internacional de la Papa (CIP), se orienta a mejorar las condiciones de seguridad alimentaria y nutrición de las poblaciones rurales vulnerables de la región andina, a través del desarrollo de innovaciones (en papa).

Materiales y Métodos

Se promueve un enfoque donde interactúa la agricultura y la nutrición: i) Papa, nutrición y salud: innovaciones en papa relacionadas con la nutrición y salud, de manera participativa; ii) Sistemas de producción basados en papa: innovaciones en el marco de sistemas agrícolas (semilla, cambio climático, manejo integrado del cultivo y manejo de crianzas menores, tanto para la alimentación de la familia como para la articulación al mercado; iii) Educación nutricional: mejoras en prácticas de alimentación, diversificación de alimentos, conocimiento nutricional); iv) Incidencia pública y de políticas: promover políticas para el fortalecimiento de la seguridad alimentaria y nutrición.

Resultados

Se han logrado diversos resultados: i) 200 variedades de papas nativas caracterizadas y difundidas por su alto contenido de zinc y hierro; ii) 300 niñas, niños y madres han empezado a consumir papas nativas de alto contenido de zinc y hierro; iii) se ha liberado una variedad de papa nativa mejorada de buen rendimiento (26 t/ha), excelente calidad culinaria, resistencia a la “rancharia” (*Phytophthora infestans*), apreciable contenido de hierro y zinc;

iv) 300 productores han diversificado su producción y consumo con diversos productos agropecuarios; v) 50 agentes comunitarios de salud y 40 profesionales de las postas médicas vienen difundiendo conocimientos de nutrición y salud; vi) se ha promovido la inversión pública a nivel territorial y a nivel nacional; vii) 3 leyes toman como referencia el enfoque de agricultura y nutrición (“Dieta Andina” y la “Estrategia Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional 2013-2021” y “Plan Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional 2013-2021”).

Conclusiones

La interacción entre la agricultura y la nutrición es clave en los sectores rurales. Las intervenciones promovidas apuntan a generar resultados en función a las cinco dimensiones de la problemática: disponibilidad (variedades de papas nativas con mayor producción y calidad); acceso (mejoras de ingresos por la calidad de la producción); uso (papas nativas con mayor contenido de zinc y hierro); estabilidad (mejores respuestas a plagas y enfermedades y cambio climático); institucionalidad (espacios públicos comprometidos y leyes de apoyo).

Variedades INIAP-Yana Shungo e INIAP-Puca Shungo: una experiencia exitosa de innovación tecnológica y comercial con varios actores de la cadena en Ecuador

Monteros, Cecilia¹; Cuesta, Xavier¹; Montesdeoca Luis²; Garófalo, Javier¹ Acosta, Martín³; Espinosa Santiago⁴; Andrade-Piedra Jorge⁴

¹ Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones

Agropecuarias. E-mail: cecilia.monteros@iniap.gob.ec

² Consorcio de Pequeños Agricultores (CONPAPA)

³ INALPROCES

⁴ Centro Internacional de la Papa

Introducción

Las papas nativas, especialmente aquellas que tienen “pulpas pigmentadas” están en peligro de desaparecer del campo de los agricultores, debido al reemplazo por variedades mejoradas de mayor rendimiento y a la falta de oportunidades de mercado en las grandes ciudades por el desconocimiento de sus bondades [2].

Objetivo

Revalorizar las papas con pulpa de colores a través de la Identificación de oportunidades de negocios y vinculación de agricultores con el mercado.

Materiales y Métodos

Se implementó la metodología de Enfoque Participativo de Cadenas Productivas y plataformas de concertación para fomentar la interacción con diferentes actores de la cadena productiva [1].

Resultados

Innovación tecnológica: Las variedades INIAP-Puca Shungo de pulpa roja (proveniente de una autofecundación de la variedad nativa Chaucha camote) e INIAP-Yana Shungo de pulpa morada (proveniente de una autofecundación de la variedad nativa Chaucha) se evaluaron en 16 localidades de 4 provincias de la sierra ecuatoriana desde 2006 al 2010, las principales variables evaluadas fueron rendimiento, resistencia a tizón tardío y aptitud para fritura. En el 2011 el INIAP liberó estas variedades, las cuales se caracterizan por presentar resistencia a tizón tardío, rendimientos superiores a 17 t/ha, ciclo de cultivo menor a 160 días, contenidos de polifenoles (198 a 305 mg.100-1), hierro (61 a 86 mg.100-1) y zinc (9 a 13 mg.100-1) [3].

Innovación Comercial: El INIAP y el CONPAPA (300 pequeños agricultores de papa de las provincias Tungurahua, Chimborazo, Bolívar) establecieron un sistema mixto de producción de semilla (formal e informal), para llevar adelante los planes de producción con INALPROCES [4]. En el 2010, se firmó un contrato con responsabilidad social entre INALPROCES y CONPAPA, para fijar cupos mensuales y precios (costo de producción más una utilidad de 42%). En el 2011 la empresa INALPROCES lanzó el producto “Papas Andinas Kiwa (Mix de hojuelas fritas de colores), y ganó el premio *Taste 11*, como una de las mejores innovaciones a nivel mundial [5], lo que le abrió oportunidades en el mercado internacional. Actualmente este producto se comercializa a nivel nacional y se exporta a 7 países. Las perspectivas de crecimiento del negocio con papas de colores es interesante, el volumen de ventas del 2011 a 2012 creció en 540% (6750 kg a 43227 kg) y al 2013 creció 25% (54000 kg) [3, 4].

Conclusiones

Las propuestas productivas y de comercialización surgen a partir de oportunidades de mercado concretas y de las potencialidades e intereses de los productores y empresarios. Además, se evidenció que el rol de las organizaciones de apoyo es facilitar los procesos, no de sustituir a los actores de la cadena. Finalmente, la innovación comercial y el trabajo con actores de la cadena fue el mejor mecanismo para revalorizar la imagen de las papas de colores y permitió que INALPROCES y el CONPAPA tengan nuevas fuentes de ingresos.

Referencias bibliográficas

- [1] Graham Thiele y Thomas Bernet (editores) 2005. Conceptos, Pautas y Herramientas: Enfoque participativo en Cadenas Agropecuarias y Plataformas. Centro Internacional de la Papa, Lima Peru. 171 p
- [2] Monteros C., Yumisaca, F.; Andrade-Piedra, J.; Reinoso, I. 2010. Papas Nativas de la Sierra Centro y Norte del Ecuador: Catálogo etnobotánico, morfológico, agronómico y de calidad. INIAP, Centro Internacional de la Papa. Quito. 144 p.
- [3] Monteros, C.; Reinoso, I. 2011. Informe final del Proyecto FTG-353/05. Innovaciones tecnológicas y mercados diferenciados para productores de papas nativas. FONTAGRO, INIAP, Quito, EC. 40 p.
- [4] Montesdeoca L., Acosta M., Quispe C., Monteros C., Andrade, J., Pavez I., 2012. Rescatando variedades ancestrales: Innovación de las papas nativas en Ecuador. In: Innovaciones de impacto: Lecciones de la agricultura familiar en América Latina y el Caribe. Ed. Priscila Henríquez; Hugo Li Pum, San José, CR: IICA, BID, 2013. XVIII, p. 77-90
- [5] PROECUADOR, Premio Papas Kiwa <http://www.proecuador.gob.ec/2012/01/20/kiwa-premiada-en-feria-anuga-de-Alemania>.

Vínculos entre agricultura y nutrición: un modelo para analizar sistemas productivos basados en papa en zonas rurales del Perú

Maldonado, Luis¹; Ordinola, Miguel¹; Hareau, Guy¹;

Fonseca, Cristina¹; Suarez, Victor¹; Astete, Laura²; Marin,

Margot²; Penny, Mary²; Creed-Kanashiro, Hilary².

¹ Centro Internacional de la Papa (CIP), Perú. E-mail: l.maldonado@cgiar.org

² Instituto de Investigación Nutricional (IIN), Perú.

Introducción

Desde 2011 el Centro Internacional de la Papa (CIP) ha ejecutado el proyecto IssAndes con el objetivo de contribuir a la seguridad alimentaria y nutrición de grupos vulnerables andinos mediante la innovación aplicada al cultivo de papa. En particular, el proyecto se enfoca en las papas nativas, identificando el contenido de macro y micronutrientes, antioxidantes y componentes funcionales de esta biodiversidad y precisando su contribución a la nutrición, salud humana y generación de ingresos de estos grupos. Las intervenciones en innovación productiva, cuyo objetivo es mejorar los ingresos y la disponibilidad de alimentos nutritivos para autoconsumo de los hogares, se complementan con intervenciones en educación nutricional para mejorar la utilización de dichos alimentos. Diversos estudios demuestran los vínculos existentes entre agricultura y nutrición [1,2] pero la literatura empírica analizando estos vínculos en los sistemas productivos basados en papa es escasa.

Objetivo

Identificar las relaciones existentes entre características productivas y nutricionales de hogares vulnerables con sistemas de producción basados en papa en Perú.

Materiales y Métodos

Se analizaron los datos de línea de base productiva y nutricional de una submuestra de 148 familias participantes del proyecto los Andes en los departamentos de Huancavelica y Apurímac. Las familias integrantes de la submuestra cumplían con la condición de tener sistemas productivos basados en papa y con niños menores de tres años. Se utilizó un modelo de regresión lineal múltiple truncada donde las variables dependientes se refieren a las características nutricionales de interés: porcentaje de adecuación del consumo diario recomendado (ACD) de hierro y de zinc en los niños menores de tres años que son cubiertos por la dieta familiar y el grado de inseguridad alimentaria (GIA), siendo esta última una variable dicotómica. Las variables independientes, seleccionadas a través de análisis de correlaciones univariadas, identifican

las características productivas y socio-económicas de los hogares de la submuestra.

Resultados

Los resultados muestran una relación positiva y altamente significativa entre la producción de papa nativa destinada para el consumo en los hogares con el porcentaje de adecuación del consumo diario de hierro ($p \leq 0.004$) y zinc ($p \leq 0.0001$) en los niños entre seis meses y tres años de las familias integrantes de la submuestra. También existe una relación positiva y altamente significativa entre ACD de hierro ($p \leq 0.009$) y zinc ($p \leq 0.0001$) con la crianza en los hogares de animales menores para el consumo y venta. Otras variables con relación positiva y significativa son la edad del niño ($p \leq 0.0001$) con ACD de hierro y zinc y el área de papa mejorada ($p \leq 0.043$) con ACD de hierro únicamente. No se encontraron relaciones significativas de GIA con ninguna de las variables independientes analizadas. Existen argumentos teóricos que explican la relación significativa entre consumo de hierro y zinc con la presencia de animales menores para consumo en los hogares, ya que estos son fuente directa de hierro y zinc de alta biodisponibilidad en la dieta. Las relaciones con la producción de papa nativa para consumo y el área de papa mejorada podrían explicarse por el mayor contenido de estos nutrientes en las papas nativas y por el aumento de ingreso en los hogares por venta de papas mejoradas, lo que permite una mayor diversificación de la dieta. Estas son vías indirectas de impacto que deben ser exploradas con mayor detalle. La falta de una relación significativa con GIA puede deberse a que no han sido analizados en este trabajo factores generales que influyen en esta variable como por ejemplo acceso adecuados a agua potable y a servicios de salud y situaciones climáticas adversas. A pesar de referirse a datos de la línea de base (análisis ex ante), los resultados encontrados validan el enfoque del proyecto para analizar los vínculos entre agricultura y nutrición en los Andes y la visión del proyecto IssAndes, el cual dentro de un marco de investigación y desarrollo busca incentivar el consumo de papa con altos contenidos nutricionales así como la diversificación de la dieta.

Referencias bibliográficas

- [1] Haddad L (2000) A conceptual framework for assessing agriculture-nutrition linkages. Food and Nutrition Bulletin 21: 367-373.
- [2] Masset E, Haddad L, Cornelius A and Isaza-Castro J (2011), A systematic review of agricultural interventions that aim to improve nutritional status of children. London: EPPI-Centre, Social Science Research Unit, Institute of Education, University of London.

Papas nativas colombianas como apoyo a la seguridad y soberanía alimentaria en zonas vulnerables de Boyacá, Colombia

Guevara, Rosa H (QEPD)¹, Alzate, Gustavo¹, Devaux, André², Valero, David¹; Pérez, Olga¹.

¹ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.

E-mail: oyperez@corpoica.org.co

² Centro Internacional de la Papa.

Introducción

La seguridad alimentaria no solamente implica la disponibilidad de alimentos para la población, también incluye que dichos alimentos estén acorde a la cultura, hábitos de consumo y utilización biológica en las comunidades. Las papas nativas son un valioso recurso genético, adaptado a los diversos ambientes de clima frío del país, representa una riqueza aún desconocida y con posibilidades de incrementar los ingresos de los agricultores de papa en la zona cundiboyacense, y que además puede contribuir a procesos de mejoramiento debido a sus características nutricionales y agronómicas [1]. Desde el 2012 el Centro Internacional de la Papa, desarrolla en Perú, Bolivia y Ecuador, el proyecto denominado Innovación para Seguridad y Soberanía Alimentaria en los Andes – Issandes- cuyo principal objetivo es contribuir a mejorar las condiciones de seguridad alimentaria de la población rural vulnerable y de los sectores más empobrecidos de la región andina, mediante el fortalecimiento de la innovación agrícola a favor de los pobres en respuesta a las necesidades de los grupos rurales más vulnerables [2].

Objetivo

Con fin de establecer las actividades del proyecto Issandes en Colombia, se determinaron tres acciones: el acercamiento de tecnologías innovadoras para los agricultores mediante la incorporación de semillas producidas bajo aeroponía, el establecimiento de parcelas demostrativas con realización de talleres para la producción de semilla de calidad de papas nativas y la caracterización nutricional de los materiales producidos.

Materiales y Métodos

Se realizó la selección de municipios (Soracá, Siachoque y Ventaquemada en Boyacá) basados en la producción de papa comparados con altos índices de pobreza. Se visitaron varias fincas y se escogieron teniendo en cuenta el estrato socioeconómico, número de hijos y edades, tipo de lotes, disponibilidad y aceptación. Se establecieron seis parcelas demostrativas con la

siembra de cuatro materiales de papas nativas provenientes de aeroponía: Colombiana 1445, Argentina 2357, Palinegra 1665 y Arbolona rosada 1263. El seguimiento de las parcelas se realizó semanalmente, tomando datos de desarrollo y manejo. Durante el desarrollo del cultivo se realizaron talleres con los agricultores en temáticas como fertilización, manejo de suelos, manejo de plagas y enfermedades, nutrición y alimentación humana. En la cosecha se tomaron muestras para la determinación de macronutrientes (proteína cruda, azúcares solubles, FDN, almidón total) y micronutrientes (Polifenoles totales, antocianinas totales, ácido clorogénico, carotenoides totales, ácido ascórbico, α -solanina) y la cuantificación de minerales (Fe, Zn, Mg, Ca) en los materiales crudos y cocidos. Los análisis fueron realizados siguiendo las metodologías propuestas por el proyecto Issandes, con protocolos desarrollados por los laboratorios del CIP [3,4], el laboratorio de Nutrición Animal y Lissalab de Corpoica.

Resultados

Se vincularon seis familias, dos en Siachoque, dos en Soracá y dos en Ventaquemada. Se realizaron tres reuniones de socialización del proyecto, dos talleres de línea base productiva, tres talleres de semillas y selección positiva y/o negativa de semilla, dos talleres de identificación y manejo de las enfermedades del cultivo de la papa y un taller de nutrición y alimentación humana. Después de la cosecha, se conservó material para la siembra del 2014 y el resto fue vendida con ayuda de los agricultores. Las muestras evaluadas por macro y micronutrientes presentaron contenidos superiores a los reportados para materiales mejorados en almidón, antioxidantes, ácido ascórbico, hierro y zinc. Estos resultados confirman la posibilidad de uso de estos materiales para ser incluidos en dietas nutricionales y el valor agregado que puede ser aprovechado por los productores de las zonas de estudio.

Referencias bibliográficas

- [1] Moreno, J., D., Cerón María del Socorro, Valbuena R., I. 2010. Caracterización morfológica de germoplasma de papa nativa de Colombia. C. I. Tibaitatá, CORPOICA. 15 p.
- [2] www.cipotato.org/issandes/
- [3] Burgos, G., Auqui, S., Amoros, W., Salas, E., & Bonierbale, M. (2009). Ascorbic acid concentration of native Andean potato varieties as affected by environment, cooking and storage. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(6), 533-538.
- [4] Burgos, G., Amoros, W., Morote, M., Stangoulis, J., & Bonierbale, M. (2007). Iron and zinc concentration of native Andean potato cultivars from a human nutrition perspective. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(4), 668-675.

Situación de Inseguridad alimentaria en comunidades vinculadas al circuito agroalimentario de la papa, en la zona andina del departamento de Nariño, Colombia

Del Castillo, S. E.¹; Heredia, A. P.¹; Zea León, M. P.¹ Suárez, E. L.¹

¹ Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Medicina, Departamento de Nutrición Humana. E-mail: sedelcastillom@unal.edu.co

Introducción

En la Cumbre Mundial sobre la Alimentación [1], se establece que existe seguridad alimentaria “cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana”. Esta comprende las dimensiones de disponibilidad, acceso, consumo y aprovechamiento biológico de los alimentos. Al no tener garantizado este acceso las personas se ven expuestas al hambre y la malnutrición las cuales tienen costos muy altos a nivel individual, de hogares, de comunidades y de naciones, tanto en vidas pérdidas como en ingresos. La Escala Latinoamericana y Caribeña de Seguridad Alimentaria en el Hogar - ELCSA, mide la experiencia de inseguridad alimentaria en un hogar y es producto de la experiencia de Brasil, Estados Unidos y Colombia, la cual se incluyó en la evaluación de la seguridad alimentaria de los hogares, con variables de acceso, para la Encuesta Nacional de Situación Nutricional, ENSIN 2010 [2].

En la ENSIN 2010 [2], se encuentra que el promedio nacional de inseguridad alimentaria es del 42,7% y el departamento de Nariño presenta un 67,7%. Estas cifras muestran las condiciones en términos de vulnerabilidad alimentaria a las cuales se encuentra expuesta la población del departamento de Nariño, con un porcentaje superior al promedio nacional, de igual forma no se cuenta con la información a nivel de municipios.

Objetivo

El objetivo de este estudio, fue realizar la evaluación de la situación de inseguridad alimentaria de los hogares rurales de la zona andina del departamento de Nariño.

Materiales y Métodos

Mediante un estudio transversal con una muestra representativa de 871 hogares rurales vinculados al circuito agroalimentario de la papa en los municipios de Túquerres, Guachucal, Cumbal, Cuaspud-Carlosama y Pasto, seleccionados por muestreo aleatorio,

estratificado, bietápico y por conglomerado de elementos. Se utilizó la escala para la percepción de la seguridad alimentaria en el hogar aplicada en la ENSIN 2010 [2] a partir de esta escala se tomaron las 5 preguntas filtro, que permitieran clasificar hogares seguros e inseguros y complementar de forma descriptiva la evidencia de inseguridad alimentaria, esta escala fue aplicada a través de una encuesta, directamente en el hogar a una persona adulta responsable de la alimentación de la familia.

Resultados

Los resultados obtenidos refieren que el 90,5% de hogares de estos municipios están en situación de inseguridad alimentaria, entre los municipios se observó una mayor proporción en los municipios de Cumbal y Cuaspud- Carlosama con un 96,7% y 94,4% respectivamente, siendo mayor al promedio de los municipios evaluados.

En los demás municipios se encuentra que más del 84,9% de hogares están en inseguridad alimentaria y solamente dos (Guachucal 84,9% y Pasto 89,6%) se encuentran por debajo del promedio de los municipios evaluados, el municipio de Túquerres registra un 92,0% de inseguridad alimentaria. Se concluye que en estas comunidades vinculadas al circuito agroalimentario de la papa de estos municipios andinos nariñenses, se presentan mayores niveles de inseguridad alimentaria que en el promedio nacional y departamental, indicando además que las situaciones de pobreza de estos hogares se relacionan de manera directa con la situación de inseguridad alimentaria y hambre.

Agradecimientos

Los autores agradecemos al *International Development Research Centre* y al *Department of Foreign Affairs, Trade and Development* del Canadá por la financiación de este proyecto.

Referencias bibliográficas

- [1] FAO, Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, «Cumbre mundial sobre la alimentación .Roma Italia.,» Italia, Roma, 13 al 17 de Nov de 1996
- [2] ICBF, Encuesta de la situación nutricional de Colombia ENSIN 2010, Colombia, 2010.
- [3] P. ICBF, Encuesta de la situación nutricional en Colombia. ENSIN 2005, Colombia, 2005.
- [4] FAO, Escala Latinoamericana y caribeña de seguridad alimentaria (ELCSA): Manual de uso y aplicaciones, 2012.

Kawsay: Una experiencia de Selección Participativa de Variedades (SPV) a favor de la seguridad alimentaria de los Andes

Fonseca, Cristina¹; Ordinola, Miguel¹; Bastos Carolina¹; Gastelo

Manuel¹; Analí, Janampa²; Stef, De Haan¹; Noemí, Zúñiga³

¹ Centro Internacional de la Papa (CIP), Perú. E-mail: c.fonseca@cgiar.org

² Universidad de Desarrollo Andino (UDEA), Perú.

³ Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Perú.

Introducción

La Selección Participativa de Variedades (SPV) cobra importancia en la generación de nuevas variedades, al involucrar a los actores de la cadena de valor. Consecuentemente con ello, una de las actividades del Proyecto IssAndes (2011-2014) del Centro Internacional de la Papa (CIP) se enmarca en la investigación y la difusión de metodologías participativas orientadas al cultivo de la papa, base de la alimentación y del sistema productivo de los andes donde persisten aún las condiciones de pobreza y desnutrición infantil. En tal sentido en Perú, IssAndes se integró al “Consortio de Innovación en SVP”, emprendida por la Red Latín Papa-CIP, y el Proyecto STC, para impulsar la liberación y difusión de nuevas variedades, adaptadas a los andes y con calidad nutricional. Este es el caso de INIA-320 Kawsay.

Objetivo

Promover la generación descentralizada de nuevas variedades de papa a través de metodologías participativas, que contribuyan a mejorar la seguridad alimentaria y la desnutrición en las poblaciones vulnerables de Perú.

Materiales y Métodos

Entre el periodo 2008-2013 en Perú fueron evaluados 20 Clones de papa de la población B1C5, con resistencia al tizón tardío (*Phytophthora Infestans*) y con calidad nutricional, provenientes del Programa de Mejoramiento/CIP, cuya selección se inició en el año 1999 con 20,000 plántulas a nivel de los centros experimentales [3]. La metodología empleada fue la SPV-“Mamá y Bebé” [2], estableciéndose numerosos ensayos en campos de agricultores de las regiones de Apurímac, Huancavelica, Junín y La Libertad (2,800-4100 msnm), durante dos etapas: i) De Comparación (2008-2010) con tres ciclos de selección y ii) De Comprobación (2011-2013) con dos ciclos de selección. Y en cada ciclo se establecieron los “ensayos Mamá” con diseño estadístico y los “ensayos Bebé”, bajo el criterio del agricultor. La evaluación fue realizada por un consorcio integrado por la Universidad de Desarrollo Andino, el INIA, diversas ONG's y el CIP con un enfoque de género,

participaron grupos de pequeños agricultores/as y otros actores de la cadena de valor, durante la floración, cosecha y poscosecha del cultivo.

Resultados

En la evaluación de los 20 clones a través de la SVP, durante cinco años consecutivos, se integraron a la investigación, numerosos agricultores (250), técnicos (50), consumidores (100) y comerciantes (30) de Apurímac, Junín, Huancavelica y La Libertad, entre hombres (65%) y mujeres (35%); logrando la selección del Clon CIP399062.118 y su liberación oficial como INIA-320 Kawsay, en diciembre 2013. Kawsay resultó seleccionada por su buena resistencia al tizón tardío, alta productividad (20-32 t/ha) y excelente calidad culinaria. Cabe destacar también su calidad nutricional (18.5 mg/Kg. PS de Fe), superior a las variedades comerciales, y su alta rentabilidad (150%) en los ensayos de comprobación, frente a la variedad Yungay (32%) [1]. Actualmente, las semillas se vienen difundiendo a través de núcleos semilleros con pequeños productores (20) y con instituciones locales (4), y tiene buenas posibilidades de adopción.

Conclusiones

La liberación de INIA-320 Kawsay constituye una experiencia innovadora del trabajo en consorcio, y de la aplicación de la SPV-Metodología Mamá y Bebé, que facilitó la participación de la cadena de valor con perspectivas de género, lo cual ha contribuido a acelerar su adopción por los agricultores; asimismo Kawsay es una alternativa para hacer frente a la inseguridad alimentaria del país, dada su resistencia a *P. infestans*, rendimientos estables e interesantes características productivas culinarias y sus novedosos aportes nutricionales.

Referencias bibliográficas

- [1] Estación Experimental Sta. Ana – Huancayo, Programa Nacional de Investigación en Papa – INIA. 201. Expediente Técnico Papa INIA 320 Kawsay, Huancayo, Perú, 58 p.
- [2] Fonseca, Cristina. S. De Haan y E. Salas. En prensa. Guía de evaluación y recolección de datos: metodología Mama & Bebe para la selección participativa de variedades. Lima: CIP, Red Latín Papa 60 p.
- [3]. Landeo, Juan A.; M. Gastelo. 1998. InfoPapa_1: “Mejoramiento para resistencia horizontal al tizón tardío de la papa en el CIP”.

PROCESAMIENTO Y POSCOSECHA

Presentaciones
Orales y Posters

Modificación enzimática de almidones nativos de clones candidatos a registro de papa criolla (*Solanum tuberosum* Grupo Phureja) para elaboración de pasta tipo espagueti

Orozco, Johan S.¹; Quijano, Elvis J.¹; Prieto, Lena¹;

Figueroa, Luz M.¹; Cerón, María S.²

¹ Universidad de La Salle. E-mail: lprieto@unisalle.edu.co

² CORPOICA Centro de Investigación Tibaitatá.

Introducción

CORPOICA y la Universidad de La Salle examinan el potencial industrial de 3 clones candidatos a registro de papa criolla (*S. tuberosum* Grupo Phureja) por su contenido de almidón nativo [1], el cual presenta limitaciones de temperatura de gelatinización, opacidad y retención de agua; por lo tanto, la modificación enzimática del almidón nativo permite la elaboración de más alimentos, como la pasta tipo espagueti que en Colombia se consume a razón de 3 kg *per cápita* [2].

Objetivo. Elaborar pasta alimenticia tipo espagueti con almidón modificado enzimáticamente a partir del almidón extraído o nativo de 3 clones candidatos a registro de papa criolla (*S. tuberosum* Grupo Phureja) cultivados en el Municipio de Granada (4° 31' 00" N y 74° 20' 50" O 2.450 msnm a 11°C, Departamento de Cundinamarca).

Materiales y Métodos

Los 3 clones candidatos a registro, nombrados como 1, 3 y 10, eran de la Colección de Trabajo del Programa de Mejoramiento de Papa de CORPOICA Centro de Investigación Tibaitatá. Primero se extrajeron los almidones nativos [3] y se les determinó el contenido de amilosa-amilopectina [4]. Luego se modificaron enzimáticamente (α -amilasa bacteriana BAN 800MG® a 6-6,5pH y 80-85°C) hasta obtener dextrosa mediante hidrólisis [5]. A los almidones modificados se determinó viscosidad y equivalentes de dextrosa (DE) [5]. Continuó la elaboración de la pasta tipo espagueti con inclusión de almidones modificados de los clones candidatos en la formulación [6] de este producto (10, 15 y 20% de sustitución de la sémola de trigo), que se caracterizó mediante índice de absorción de agua (IAA), resistencia al desmenuzamiento (RD) [7] y prueba afectiva de aceptación (apariencia, olor-sabor primer mordisco y masticación). Los resultados se evaluaron estadísticamente por ANOVA de una vía ($p < 0,05$) y comparación de medias de varianzas de Tukey.

Resultados

Los almidones nativos tuvieron amilosa-amilopectina promedio de 44,4 - 55,6%. La enzima hidrolizó amilosa-amilopectina de los clones 1, 3 y 10 en 12, 8 y 10 min para obtener en promedio el 95,4% de almidón hidrolizado con viscosidad promedio de 39cP y DE de 30%, lo que favoreció la formación de geles resistentes al calor [7]. El espagueti fue de color amarillo traslucido antes del secado y una tonalidad más intensa después del mismo, con 267% promedio de IAA y 93,6-147,6 mL/100g de muestra de RD, es decir, las pastas fueron de buena calidad con un sedimento inferior a 200mL/100g [7]. Los panelistas aceptaron la pasta de alta inclusión de almidones modificados en cuanto a sabor y textura, lo que se confirmó estadísticamente por diferencias significativas.

Conclusión

La pasta tipo espagueti elaborada con 20% de inclusión de almidón modificado del clon candidato 3 a registro presentó valores adecuados según la Norma Técnica Colombiana NTC 1055.

Referencias bibliográficas

- [1] Espinosa, M., Mora, J., Prieto, L., Poveda, J.C. y Cerón, M.S. 2013. Elaboración de un producto preformado con harina precocida caracterizada de clones promisorios de papa criolla (*Solanum tuberosum* Grupo *phureja*). Memorias del V Congreso Ecuatoriano de la Papa IV Congreso Iberoamericano sobre Investigación y Desarrollo en Papa III Feria de Proveedores de Productos y Servicios para el Cultivo de Papa (Expopapa). International Potato Center. <http://goo.gl/O0Svlj>
- [2] International Pasta Organisation I.P.O. 2012. Consumo de pastas alimenticias en el mundo. Italia. <http://goo.gl/c4VHYq>
- [3] Singh, J. and Singh, N. 2001. Studies on the morphological, thermal and rheological properties of starch separated from some Indian potato cultivars. *Food Chemistry* 75, 67–77
- [4] Herrera, C.H., Bolaños, N., Lutz, G. 2008. Química de los Alimentos: Manual de Laboratorio. Costa Rica. 17-47.
- [5] Cala, C.A., Martínez, J.S., Prieto, L. 2009. Modificación hidrolítica de almidón de yuca nativo con enzima α -amilasa bacteriana aislada de *Bacillus subtilis* para elaboración de salsas. *Revista Alimentos Hoy. Colombia*, vol 17
- [6] Gómez, E., Guerra, M., Arias, J., Mujica, D., Guerrero, F. 2011. Elaboración de una pasta de harina compuesta utilizando sémola e hidrolizado de germen desgrasado de maíz (*Zea mays* L.). *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos* 2(1):073-084
- [7] Moncada, L.M. 2010. Evaluación de la calidad derivados farináceos pastas alimenticias. Facultad de Ingeniería de Alimentos. Universidad de La Salle. 9,1-3.

Producto de galletería con residuos generados en la extracción de almidón de clones candidatos a registro de papa criolla (*Solanum tuberosum* Grupo Phureja)

Cárdenas, Angélica V.¹; Castro, Christian C.¹;

Prieto, Lena¹; Poveda, Juan C.¹; Cerón, María S.²

¹ Universidad de La Salle.

E-mail: lprieto@unisalle.edu.co

² CORPOICA Centro de Investigación Tibaitatá.

Introducción

CORPOICA y la Universidad de La Salle en su investigación sobre extracción de almidones de clones candidatos a registro de papa criolla (*S. tuberosum* Grupo Phureja) ha generado residuos de los tubérculos [1]; por lo cual, se plantea su aprovechamiento en elaboración de productos alimenticios, como galletas, para la disminución del impacto ambiental originado por residuos orgánicos de procesos industriales [2]. Además, en Colombia la industria galletera presenta una tendencia de crecimiento en los últimos años debido a nuevos estilos de vida saludable [3].

Objetivo

Desarrollar un nuevo producto de galletería para aprovechar los residuos generados durante la extracción de almidón de clones candidatos a registro de papa criolla (*S. tuberosum* Grupo Phureja).

Materiales y Métodos

Los residuos generados en la extracción de almidón [1] de 9 clones y un testigo (papa criolla variedad Criolla Colombia) cultivados en el Municipio del Rosal (4°51'07"N 74°15'46"O 2.685 msnm a 13°C Departamento de Cundinamarca) y provenientes de la Colección de Trabajo del Programa de Mejoramiento de Papa de CORPOICA Centro de Investigación Tibaitatá, se deshidrataron y molieron para obtener harina que se le determinó fibra dietaria total (AOAC 985.29) y proteína (AOAC 981.10). Luego se clasificaron las harinas con mayor contenido de fibra dietaria y proteína a partir de un análisis estadístico por conglomerados (SAS/STAT® 9.0). Con el clon candidato seleccionado se elaboraron galletas dulces con sustitución parcial de harina de trigo (5, 10 y 15%) [4] y una galleta patrón (100% harina de trigo). Las galletas se evaluaron mediante el contenido de fibra dietaria y proteína; y en un panel sensorial discriminador de tipo escalar-control para determinar diferencias entre las muestras y un control en cuanto a textura, apariencia, sabor y aroma.

Resultados

A partir de los resultados se infirió que el 100% de clones candidatos en la extracción de almidón generaron el 22% en residuos, que luego se les eliminó su humedad para aprovecharlos como harina de residuos, equivalente a un 41,4% de los residuos generados. A partir del análisis de conglomerados se seleccionaron los residuos del clon candidato 4 que contenía 6,4% de fibra dietaria y 3,2% de proteína para la elaboración de galletas, las cuales presentaron en las tres sustituciones parciales 3,92%, 4,10% y 4,30% de fibra dietaria, frente a la galleta patrón con 3,74% de fibra dietaria. Las propiedades físicas y sensoriales de las galletas se pueden afectar con la adición de fibra dietaria [5], pero el contenido de fibra de los residuos del clon 4 candidato a registro permitió elaborar galletas como alimento de fuente de fibra dietaria sin alterar drásticamente sus propiedades. Sensorialmente las galletas se consideraron similares con respecto al patrón, no obstante la galleta con sustitución del 10% fue calificada como similar en cuanto a sabor por el 80% de los panelistas.

Conclusión

Las galletas dulces elaboradas con 10% de sustitución de harina de trigo por harina de residuos generados del clon 4 candidato a registro de papa criolla aumentó el contenido de fibra dietaria y cumplió los requisitos de la Norma Técnica Colombiana NTC 1241.

Referencias bibliográficas

- [1] Zárate, L.M., Ramírez-Suárez, L.M., Otálora, N.A., Prieto, L., Garnica, A.M., Cerón, M.S., Argüelles, J.H. 2014. Extracción y caracterización de almidón nativo de clones promisorios de papa criolla (*Solanum tuberosum*, Grupo Phureja). Rev. Lat. de la Papa. Perú 18(1): 1-21
- [2] Cañas, Z., Restrepo, D.A., y Cortés, M. 2011. Revisión: Productos Vegetales como Fuente de Fibra Dietaria en la Industria de Alimentos. Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín 64(1): 6023-6035
- [3] Bohórquez, M.A. 2011. Consumo de galletas en Colombia. La comunidad de negocios para la industria de alimentos IAlimentos. Colombia <http://goo.gl/XWfdwn>
- [4] Beltrán, S., y Puerto, P. 2006. Transformación de la seta comestible Shiitake (*Lentinula edodes*) en harina como sustituto para elaborar galleta dulce de regado. Universidad de la Salle. Colombia
- [5] López, H. 2007. Elaboración de galletas de trigo fortificadas con harina, aislado y concentrado de *Lupinus mutabilis*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México

Interacción genotipo - ambiente en la calidad de tubérculos y frituras de papa

Vázquez C., M. Gricelda.¹; Rubio C., Oswaldo¹; Marrufo D., M. Luz.¹

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas

y Pecuarias. E-mail: griceldavazquez@yahoo.com

Introducción

Los productores de papa (*Solanum tuberosum* L.) de los Valles Altos de la Mesa Central de México, tienen problemas para comercializar su producción, debido al pardeamiento interno que presentan sus papas, problema causado por la enfermedad conocida como “punta morada” (PMP) [1]. Por otra parte, los genotipos de papa producidos en los Valles Altos de México (más de 2000 msnm), tienen poca demanda para frituras.

Objetivo

Determinar el efecto de medio ambiente y genotipo en las características físico-químicas de tubérculos y frituras de papa producidas en los Valles Altos de México.

Materiales y Métodos

En el ciclo primavera-verano 2013 se produjeron bajo condiciones de temporal, las variedades Fianna y NAU y los clones 5-10 (de piel roja), 8-65 y 9-39, en las localidades de Metepec (ME) (2600 msnm) y Raíces Zinacantepec (RZ) (3600 msnm), ambas en el Estado de México. En tubérculos se evaluó: humedad y sólidos totales; en frituras: rendimiento y fracturabilidad [2], así como color (luminosidad, L^*), azúcares reductores (AR) [3], almidón, fenoles solubles extractables y actividad antioxidante (AA) [4]. Los resultados se analizaron con un diseño factorial asimétrico 2x5, usando el paquete estadístico SAS v. 9.1

Resultados

La interacción genotipo-ambiente fue estadísticamente significativa ($P < 0.01$) en el 98 % de las variables estudiadas. Las papas producidas en RZ tuvieron mejor calidad comercial e industrial, respecto a las de Metepec. Fianna y 5-10 (tubérculos) de RZ, tuvieron las menores concentraciones de AR (0.06 y 0.14 % respectivamente), fenoles (16 y 33 mg/100 g) y AA (32.1 y 62.7 %); sus frituras registraron el mayor: rendimiento (28 y 25.3 %), fracturabilidad (345.2 y 285 gf), L^* (67.1 y 63.1); así como menor concentración de: azúcares reductores (0.021 y 0.027 %), sacarosa (0.614 y 0.829 %), fenoles (14.3 y 24.4 mg/100 g) y AA (27.8 y 50.6 %). Se recomienda promover entre los productores el clon 5-10 para los Valles Altos de México. En la localidad de Metepec, donde la

presencia de PMP pardeo hasta el 50 % de los tubérculos, estos tuvieron concentraciones de AR ($x=4.21$ %) y fenoles ($x=49.8$ mg/100 g) superiores a lo admitido por la industria de papas fritas [5]. El rendimiento de frituras fue reducido ($x=24.2$ %) y de color oscuro ($L^*=51.4$), aunque su AA fue elevada ($x=78.6$ %). La PMP se asocio con una mayor síntesis de fenoles y azúcares reductores en los tubérculos. El procesamiento y freído de las papas, contribuyo en la reducción de azúcares reductores, pero incremento la sacarosa, los fenoles y la AA.

Conclusiones

La interacción genotipo-ambiente afecto la calidad de los tubérculos y sus frituras. En Raíces, los genotipos: Fianna y el clon 5-10, fueron de muy buena calidad comercial e industrial. En Metepec, el 50 % de los tubérculos de Fianna y el clon 5-10 cumplió con la calidad demandada por la industria de papas fritas. El resto de los materiales, fueron sensibles al pardeamiento, con alta concentración de azúcares reductores y fenoles, por lo que sus frituras fueron de mala calidad.

Referencias bibliográficas

- [1] Rubio C. O., Almeyda L.I. H., Cadena H. M. A. y Lobato S. R. 2011. Relación entre *Bactericera cockerelli* y la presencia de *Candidatus Liberibacter psylla* en lotes comerciales de papa. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 2:17-28
- [2] Vázquez-Carrillo M. G., Santiago-Ramos D., Ybarra-Moncada C., Rubio-Covarrubias O. y Cadena-Hinojosa M. 2013. Variables físico-químicas y calidad de fritura de clones de papa desarrollados para los Valles Altos de México. Agrociencia 47(1): 47-59
- [3] Scholes, J. D., Lee P. J., Horton P., and Lewis D. H. 1994. Invertase: understanding changes in the photosynthetic and carbohydrate metabolism of barley leaves infected with powdery mildew. New Phytol. 126(2): 213-222.
- [4] Reddivari L.; Hale, A. L., Miller J. C., Jr. 2007. Determination of phenolic content, composition and their contribution to antioxidant activity in specialty potato selections. Am. J. Potato Res. 84:275-282
- [5] Hasbún, J.; Esquivel, P.; Brenes, A. y Alfaro, I. 2009. Propiedades físico-químicas y parámetros de calidad para uso industrial de cuatro variedades de papa. Agronomía Costarricense. 33:77-89

Producir semilla y papa comercial para la agroindustria tipo bastón que sustituya las importaciones de papa prefrita congelada

Andrade, Héctor J.¹ Mullo, Freddy¹; Pozo, Aníbal¹;

Rojas, Vanessa¹ ;Nenger, Nancy¹

¹ Universidad Central del Ecuador. Email: handrade@uce.edu.ec

Introducción

La papa es el cultivo más importante en la Sierra ecuatoriana, con un rendimiento promedio de 9 t.ha⁻¹, el cual es bajo comparados con otros países de la región, esto debido al empleo de semilla de mala calidad.

Objetivo

El objetivo del estudio fue medir la eficiencia de los Sistemas de Inmersión Temporal (SIT) y Autotrófico Hidropónico (SAH) versus el tradicional (semisólidos) en la producción semilla Prebásica de papa de las variedades Superchola y Diacol-Capiro.

Materiales y Métodos

Las dos variedades de papa indicadas estuvieron libres de virus. Se utilizó el SIT [2], para lo cual en cada biorreactor se inocularon de 10 a 15 segmentos nodales; para la multiplicación se utilizaron recipientes de tres litros de capacidad y 500 ml de medio de cultivo compuesto por sales minerales de Murashige y Skooge (MS) sin agar, suplementado con tiamina (0,4 mg.l⁻¹), AG3 (0,01 mg.l⁻¹), kinetina (0,1 mg.l⁻¹), pantotenato de calcio (2 mg.l⁻¹) y sacarosa (35g.l⁻¹). La frecuencia utilizada es de cada tres horas, tres minutos de inmersión. En el SAH [3], los segmentos nodales obtenidos fueron enraizados en bandejas plásticas con turba estéril e hidratados con solución nutritiva. Una vez las plantas aclimatadas se trasladaron al invernadero para completar su ciclo de vida en sustrato estéril bajo rigurosas normas de calidad y sanidad. Las variables evaluadas en laboratorio fueron, número de explantes inoculados/biorreactor, número de tallos obtenidos/biorreactor, número de yemas obtenidas/tallo y porcentaje de mortalidad de plántulas provenientes del SIT - SAH; en invernadero fueron: número de plantas/m², número de tubérculos/m² y número de tubérculos obtenidos por categorías. Luego de 155 días en invernadero se procedió a la cosecha en forma manual, una semana antes de la cosecha se cortó el follaje, pasado este tiempo la semilla fue seleccionada y clasificada, en la primera actividad se eliminaron papas deformes y dañadas. Los calibres fueron los siguientes: primera (> 60 g), segunda (40 - 60 g), tercera (20 - 40 g), cuarta (10 - 20 g), quinta (5 - 10 g), sexta (2 - 5 g) y séptima (<2 g).

Resultados

En veinte y ocho días de crecimiento en SIT se observó la inducción de un promedio de 46 tallos/biorreactor, cada uno de estos con un promedio de 7 yemas, dando como resultado por cada biorreactor la obtención de 322 segmentos nodales, resultados comparables con la producción de 18 tubos de ensayo (18 x 105 mm), con una inducción de 3 tallos/tubo, cada uno con 6 yemas; esto representó un menor costo por tallo (0,26 US\$D). Para el sistema SAH, después de quince días de permanencia en bandejas plásticas en el cuarto de aclimatación, donde se observó un 2.04 % de mortalidad para Superchola y 2.6% para Diacol-Capiro; resultados inferiores a los reportados [4], que son del 5 % al 10 % en plantas provenientes de medios semisólidos, esto debido a la mayor capacidad autotrófica de los tejidos producidos en SIT. El rendimiento promedio obtenido en invernadero es de 4.10 kg/m² con una densidad de 37 plantas/m², los calibres se encuentran distribuidos de la siguiente manera: primera (4.82%), segunda (6.58%), tercera (17.36%), cuarta (18.20%), quinta (19.52%), sexta (18.01 %) y séptima (15.51 %).

Conclusiones

El tiempo requerido fue de cuarenta y tres días hasta su trasplante a invernadero, siendo más eficiente en diez y siete días, el uso de menor número de segmentos nodales (1:4) y sus altos índices de multiplicación de tejidos *in vitro* utilizando el SIT - SAH, hacen de esta técnica una alternativa complementaria para los programas de multiplicación de semilla.

Referencias bibliográficas

- [1] De Fera, M. Jiménez, E. y Chávez, M. 2002. Empleo de sistemas de inmersión temporal para la multiplicación in vitro de brotes de *Saccharum* spp. var. IBP 89-112. Biotecnología Vegetal. 2(3): 143-147
- [2] Jiménez, E.; Pérez, J.; de Fera, R.; Barbón, R.; Capote, A.; Chávez, M.; Quiala, E. & Pérez, J., 1999. Improved production of potato microtubers using a temporary immersion system. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 59:19-23.
- [3] Huarte, M; González, A; Rigato, S. 2001. Producción de Plántulas de Papa a Partir de Técnicas Combinadas de Micropropagación e Hidroponía para la Obtención de Semilla Prebásica, Revista Latinoamericana de la Papa. Volumen 12. Número 1: p 110-120. [4] Salauces, R.; Rocabado, C.; Blanc, D. 1998. La producción de semilla Prebásica. Cochabamba, BO. (Unidad de Producción de Semilla de Papa). 57 p.

Efecto de la condición poscosecha en la aptitud para cocción y/o fritura de nuevos cultivares de papa: Guaviyú (793101.3) y clon 93060.4

Zaccari, Fernanda¹; Silveira, Ana Cecilia¹;

Jorcín, Lucía¹; Vilaró, Francisco.²

¹ Grupo Poscosecha de Frutas y Hortalizas. Facultad de Agronomía.

Universidad de la República. Av. Eugenio Garzón 780. CP 12900.

Montevideo. Uruguay. E-mail: fzaccari@fagro.edu.uy

² Programa de Mejoramiento Genético de Papa. Instituto Nacional de

Investigación Agropecuaria (INIA)-Las Brujas. Canelones. Uruguay.

Introducción

El Programa Nacional de Horticultura INIA realiza desde hace varios años mejoramiento genético de papa (*Solanum tuberosum* L.). Se han obtenido variedades y clones promisorios de interés comercial caracterizados por su rendimiento y adaptación a las condiciones agroecológicas, productivas y tecnológicas de Uruguay [1] y [2]. Además del factor varietal, el manejo poscosecha y los procesos de industrialización y/o preparación modifican las características de calidad organolépticas y/o nutricionales del producto final [3]. Es por tanto necesario evaluar las nuevas variedades obtenidas en condiciones poscosecha y por la aptitud para su uso en diferentes formas de preparación para consumo directo y/o industrializado.

Objetivo

Evaluar el efecto del tiempo y de la condición de conservación (temperaturas) en la aptitud para freír en bastones y/o cocción de dos nuevos cultivares de papa: Guaviyú (793101.3) y clon 93060.4.

Materiales y Métodos

Las papas fueron obtenidas de un ensayo comparativo de variedades de INIA en un "ciclo de otoño" (febrero-junio), evaluadas en tres tiempos (0, 2 y 4 meses) y cuatro condiciones de almacenamiento (suelo, 4 °C, 12 °C y 20 °C). A la salida de almacenamiento los tubérculos fueron lavados bajo agua potable, pelados y cortados en bastones y cubos (1cm³). Los bastones fueron freídos a 180 °C durante 10 min y la cubos cocidos en agua en microonda (800 W min, 15 min, 1:2 p/v). Se determinó en pulpa cruda, frita y cocida el contenido de materia seca (MS), el color por el sistema CIE L*a*b* expresado como tono (°Hue) y saturación (Croma), el contenido de polifenoles totales (PT) (Folin-Ciocalteu) y la capacidad antioxidante total (CAT) con el radical DPPH, expresados cada 100 g de peso fresco.

Resultados

La MS en la pulpa cruda a los 2 meses del almacenamiento bajó un 24% respecto de la cosecha, no siendo modificada por efecto de la condición de almacenamiento. A los 4 meses, el cultivar Guaviyú tuvo mayor MS (19%) que el clon 93060.4 (16%). El contenido de PT en pulpa cruda de Guaviyú aumentó 79% con el tiempo y la temperatura de conservación, no cambiando por estos factores en el clon 93060.4 (161mg ácido gálico equivalente). La CAT fue mayor al incrementarse el tiempo y temperatura (12 °C y 20°C) de almacenamiento, con superior CAT en Guaviyú que clon 93060.4 (28,2 y 25,5 mg ácido ascórbico equivalente respectivamente). En la pulpa cocida el contenido de PT no se modificó con el tiempo de conservación aumentando un 15% la CAT sólo al final del mismo (4 meses). La pulpa cocida de Guaviyú tuvo mayor PT y CAT (201 mg AGE; 45,6 mg AAE) que clon 93060.4 (176 mg AGE; 34,1 mg AAE). Los bastones fritos de Guaviyú presentaron mayor L* (81,3), tono (85,9 °Hue) y saturación (23,3) con similar PT (180 mg AGE) y CAT (48 mg AAE) respecto a clon 93060.4. La condición de conservación en suelo y a 4°C por 4 meses determinó en ambas variedades una calidad baja de aceptación en los parámetros de color de papa frita en bastones y moderada a baja para los cubos cocidos. En las condiciones de este estudio el almacenamiento a 12 °C durante 2 meses determinó la mejor calidad para fritura y cocción en la variedad Guaviyú.

Agradecimiento

Este trabajo fue realizado en el Laboratorio de Poscosecha de la Facultad de Agronomía - UdelaR en el marco del Proyecto ANII-PE_ALI_2009_1770. Plataforma Tecnología Poscosecha Fruti Hortícola. Montevideo. Uruguay.

Referencias bibliográficas

- [1] Vilaró, F. 1990. Programa de Mejoramiento genético de papas en Uruguay. En Avances en el mejoramiento genético de la papa en los países del Cono Sur. Hidalgo, O.; Rincón, R. (eds). CIP. Lima. Perú 318 p.
- [2] Gimenez, G.; González, M.; Rodríguez, Vicente, Vilaró, F. 2013. Catálogo de cultivos hortícolas 2014. INIA Uruguay. © 2013, INIA ISBN: 978-9974-38-359-3.
- [3] Pringle, B.; Bishop, C.; Clayton, R. 2009. Potatoes postharvest. Wallingford: CABI. 427 p.

Escaldado de papa en microondas con soluciones hipertónicas para prevenir el pardeamiento enzimático

Zaccari, Fernanda¹; García Proccacini, Luz M.²;

Monti, María Cristina²; Agnelli, Miriam.²

¹ Grupo Poscosecha de Frutas y Hortalizas. Facultad de Agronomía.

Universidad de la República. Av. Eugenio Garzón 780. CP 12900.

Montevideo. Uruguay. E-mail: fzaccari@fagro.edu.uy

² Grupo "Papa y Tecnología Poscosecha". Facultad de Ciencias

Agrarias. Universidad Nacional de Mar del Plata.

Introducción

El cambio de color en vegetales es uno de los principales defectos de la pérdida de calidad de frutas y hortalizas industrializadas [1]. En papa pelada o cortada el pardeamiento enzimático es una limitante para obtener producto de alta calidad, atribuida entre otras a la actividad de la enzima polifenoloxidasa (PPO). La PPO es una enzima termo lábil que cataliza la oxidación de los compuestos fenólicos produciendo pigmentos pardos en la superficie de las frutas y hortalizas [2]. El pardeamiento desencadena, además, el desarrollo de sabores y aromas no deseados y pérdida de compuestos de interés nutricional [3]. El escaldado se aplica habitualmente a frutas y hortalizas para desactivar las enzimas naturales de dichos productos. El escaldado en microondas puede ser un método rápido de inhibición de las enzimas al mismo tiempo que preserva componentes nutricionales [4].

Objetivo

Evaluar el efecto del escaldado en microondas con solución hipertónica con diferentes potencias y tiempos de tratamiento sobre la inactivación de la PPO, el contenido de materia seca y polifenoles totales, la firmeza, la pérdida de peso y los cambios en el color de cubos de papas (*Solanum tuberosum* L.).

Materiales y Métodos

Se seleccionaron sin defectos visibles tubérculos de la variedad Spunta, los cuales se lavaron cepillando suavemente bajo agua potable, se desinfectaron en hipoclorito de sodio (200 ppm, 10' con agitación), se enjuagaron, se pelaron y cortaron en cubos (1 cm³). Los cubos de papa se sumergieron en una solución hipertónica de NaCl 2% + CaCl₂ 0,2% con una relación 1:5 (p/v). Los tratamientos realizados en un microondas doméstico (Goldstar, ER-686 MD) fueron: testigo (crudo sin tratar), 400 W 14 min (W5), 560 W 7 min (W7) y 720 W 8 min (W9). Se determinó inmediato al tratamiento el contenido de materia seca (%); pérdida de peso (%); contenido de fenoles totales (Folin-Ciocalteu); actividad

de la enzima PPO. Además se evaluó inmediato al tratamiento (0 hs), a las 2 y 4 hs posteriores, la firmeza (Tester FT011) y el color (CIE L*a*b*) de los cubos, calculando el tono (°Hue), saturación (Croma), cambios de color (ΔE) y el índice de pardeamiento (IP).

Resultados

El tratamiento de los cubos en solución hipotónica escaldados en microonda a W7 y W9 redujo un 45% la actividad de la PPO, el 16% del contenido de polifenoles totales, y un 8% la firmeza. Al mismo tiempo aumentó 8 % el contenido de materia seca con una pérdida de peso de 6% y 7,5%. A las 4 hs la firmeza se mantuvo similar al tiempo inicial (0 hs) sólo en el tratamiento W5. Los valores de ΔE fueron más altos en el testigo a las 2 y 4 hs respecto de los demás tratamientos. El IP más alto se determinó a las 4 hs en el tratamiento W9, en el cual se observaron incipientes manchas de colores pardos en los cubos de papa. Se necesita realizar otros estudios para ajustar la aplicación del escaldado en solución hipotónica de cubos de papa de la variedad Spunta.

Agradecimiento

Este trabajo fue realizado en el marco de movilidad del Programa Pablo Neruda (AGROFORALIA) en el laboratorio de Calidad y Tecnología Poscosecha y Alimentos. Unidad Integrada INTA-FCA, Balcarce. Argentina.

Referencias bibliográficas

- [1] Ioannou, I.; Ghoul, M. 2013. Prevention of enzymatic browning in fruit and vegetables. *European Scientific Journal*. 9:(30), 310-341.
- [2] Whitaker, J. R. y Lee, C. Y. 1995. Recent advances in chemistry of enzymatic browning. In: Lee, C. Y.; Whitaker, J. R. *Enzymatic browning and its prevention*. Washington, DC, USA; ACS Symposium Series 600, pp 2-7.
- [3] Severini, C.; Baiano, A.; De Pilli, T.; Romaniello, R.; Derossi, A. 2003. Prevention of enzymatic browning in sliced potatoes by blanching in boiling saline solutions. *Lebensm.-Wiss.u.-Technol.* 36, 657-665.
- [4] Jiménez, M. E., Zambrano, M. L. & Aguilar, M. R. 2004. Estabilidad de pigmentos en frutassometidas a tratamiento con energía de microondas. *Información Tecnológica* 15(3):61-66.

Teor de gordura absorvido durante a fritura em batatas na forma de palha

Tavares, Paulo C.¹; Araújo, Thaís Helena¹; Pádua, Joaquim G.

P.²; Spoto, Marta Helena F.¹; Margossian, Priscila L.³

¹ ESALQ/USP. E-mail: paulomelo@usp.br.

² EPAMIG

³ Margossian sementes

Introdução

Para produzir batata frita de qualidade e com custo de produção viável, é fundamental o emprego de cultivares adequadas à fritura [1]. Elevado teor de massa seca é fundamental em batatas destinadas à fritura, pois reduzem a absorção de gordura e melhoram a textura e crocância, além de proporcionar maior rendimento e reduzir os custos de produção [2]. As batatas adequadas ao processamento na forma de fritura devem exibir massa seca acima de 21% [3].

Objetivo

Estudar o teor residual de gordura e o teor de massa seca dos tubérculos de diferentes cultivares de batata após fritura na forma de palha.

Materiais e Métodos

Foram avaliadas as cultivares: Destiny, Excelence, Saviola, Markies, Fontane e Caruso; provenientes de cultivo na cidade de Gonçalves, MG (fase de campo). Os tubérculos foram processados seguindo os procedimentos industriais, porém em escala laboratorial e a fritura em fritadeira elétrica (180°C, 4 min.) com gordura vegetal hidrogenada. A quantificação da gordura absorvida foi realizada gravimetricamente, em aparelho tipo Soxhlet [4]. Utilizou-se hexano como solvente e o resultado foi expresso em % de gordura absorvida. O teor de massa foi determinado gravimetricamente [1].

Resultados

A cultivar Caruso foi a que absorveu a menor quantidade de gordura durante o processo de fritura, sendo seguida por 'Destiny', que por sua vez não diferiu das demais. Segundo a TACO [5], o teor médio de absorção de gordura pelas batatas palha é de 41% e o de massa seca, nas condições agroecológicas brasileiras, é de 17,1%. Quanto ao teor de massa do tubérculo, as cultivares Caruso e Destiny superaram os 20%, estando acima tanto da média brasileira quanto do teor descrito por Vendrusco e Zorzella [3]. Apesar do desempenho inferior, as demais cultivares podem

Cultivares		Absorção de gordura (%) [*]		Teor de massa seca (%) ^{**}	
Destiny		42,96	ab	22,72	a
Excelence		47,51	b	17,78	b
Caruso		39,89	a	23,62	a
Fontane		46,64	b	18,29	b
Marquies		45,96	b	18,61	b
Saviola		46,08	b	17,59	b
CV(%)		2,27		4,41	
Média Geral		44,84		19,66	

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%. Dados transformados: $\sqrt{\frac{x}{n}}$; $\sqrt{\frac{p}{100}}$

ser empregadas no processamento de palha, mas proporcionarão produto de menor qualidade e rendimento industrial. **Conclusões**

'Caruso' e 'Destiny' são as cultivares mais adequadas ao processamento na forma de palha.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP); à Margossian Sementes Ltda; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ).

Referências bibliográficas

- [1] ARAÚJO, T.H. 2013. Produtividade de cultivares de batata e atributos de qualidade para processamento industrial nas formas de palha e chips. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ). 104p.
- [2] PEREIRA, A.S.; SOUZA, Z.; CHOER, E. Principais cultivares. In: PEREIRA, A.S.; DANIELS, J. O cultivo da batata na região sul do Brasil. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2003. cap. 2, p.143-153.
- [3] VENDRUSCO, J.L.S.; ZORZELLA, C.A. Processamento de batata (*Solanum tuberosum* L.): fritura. Pelotas: EMBRAPA Clima Temperado, 2002. 15 p. (EMBRAPA Clima Temperado. Documentos, 104).
- [4] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. 1995. Official methods of analysis. 16th ed. Arlington: AOAC International, 1995. 1025 p.
- [5] UNIVERSIDADE DE CAMPINAS - UNICAMP. 2006. Tabela brasileira de composição de alimentos. 2ª ed. Campinas, 2006. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/nepa/taco/tabela.php?ativo=tabela&PHPSESSID=8ab54bcd9586d2131bf21fb707820c09>>. Acesso em: 27 out. 2013
- [6] GRIZOTTO, R.K. 2005. Processamento da batata chips e palha. In: Seminário Brasileiro Sobre Processamento de Batatas, 2005, Pouso Alegre. Pouso Alegre: Associação Brasileira da Batata. Disponível em: <http://www.abbabatatabrasileira.com.br/brasil_eventos_minas2005.htm>. Acesso em: 02 set. 2013.

Cor de diferentes cultivares de batata fritas na forma de palha

Araújo, Thais Helena¹; Tavares, Paulo C.¹; Pádua, Joaquim G. P.²;

Spoto, Marta Helena F.¹; Margossian, Iobbi, Angélica C.¹

¹ ESALQ/USP. Bolsista CNPq – Brasil. E-mail: tharaujo@usp.br.

² EPAMIG

Introdução

A cor do alimento é um dos fatores essenciais na sua aceitação, independentemente da qualidade do produto final. Esse atributo é considerado o mais importante na qualidade das batatas fritas e está diretamente relacionado com a escolha do produto pelo consumidor [1]. É desejável que as fritas apresentem cor amarela dourada, com tonalidade clara, sem chegar ao marrom e ausência de pontos ou traços escuros. Em batatas fritas a cor do produto final é influenciada pela cultivar, suas condições de cultivo e armazenamento [2]. Na escolha de uma cultivar para fins de processamento na forma de fritura os principais fatores a ser considerados são a aceitação pelo consumidor e as vantagens econômicas [1]. Assim, a escolha da cultivar correta pode trazer maior retorno financeiro tanto ao produtor quanto à indústria.

Objetivo

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a cor de diferentes cultivares de batatas fritas na forma de palha.

Materiais e Métodos

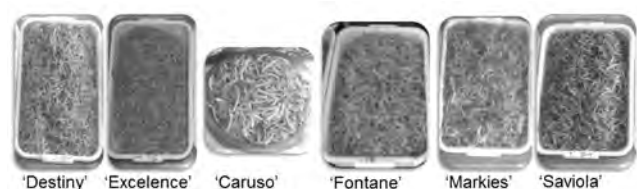
Foram avaliados as cultivares Destiny, Excellence, Saviola, Markies, Fontane e Caruso. A matéria-prima do processamento foi proveniente de plantio na Fazenda Experimental de Lambari (EPAMIG), MG (fase de campo). As batatas foram processadas seguindo os procedimentos industriais, porém em escala laboratorial [1]. A cor após a fritura foi determinada em 20 amostras por cultivar através do método de comparação visual, segundo a tabela do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América (USDA), por apenas um observador, segundo a escala de cor e interpretação adotada pelas indústrias americanas. As notas atribuídas foram: 0 (extremamente clara), 1 (clara), 2 (dourada), 3 (amarela com pontos marrons) e 4 (marrom) [3,1].

Resultados

As cultivares Caruso, Fontane, Marquies e Destiny apresentaram coloração amarela extremamente clara. No entanto, as três primeiras diferiram de 'Destiny'. A cultivar Excellence apresentou cor amarela clara. Já 'Saviola' exibiu cor intermediária entre dourada e

Cultivares	Cor das batatas palha	
Destiny	0,4	b
Excellence	1,1	c
Caruso	0,1	a
Fontane	0,0	a
Marquies	0,1	a
Saviola	2,5	d
CV(%)	58,39	
MédiaGeral	0,7	

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5%. Dado transformados.



amarela com pontos marrons, sendo a cultivar com pior apresentação do produto final.

Conclusões

As cultivares Caruso, Fontane, Marquies, Destiny e Excellence exibiram coloração dentro da faixa de aceitação pelos consumidores brasileiros.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). À Margossian Sementes Ltda. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ).

Referências bibliográficas

- [1] ARAÚJO, T.H. 2013. Produtividade de cultivares de batata e atributos de qualidade para processamento industrial nas formas de palha e chips. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ). 104p.
- [2] GRIZOTTO, R.K. 2005. Processamento da batata chips e palha. In: Seminário Brasileiro Sobre Processamento de Batatas, 2005, Pouso Alegre. Pouso Alegre: Associação Brasileira da Batata. Disponível em: <http://www.abbabatatabrasileira.com.br/brasil_eventos_minas2005.htm>. Acesso em: 02 set. 2013.
- [3] UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. 1969. Grading manual for frozen french fried potatoes. Baltimore, 28 p.

Calidad de cubos de papa tratados con inmersión en distintas soluciones hipertónicas

Ceroli, Paola.¹; Lagos, Gisela.¹; Campañone, Laura³;

Monti, M. Cristina.²; Agnelli, Miriam.¹

¹ INTA, Balcarce. Balcarce, Bs. As. Argentina.

² Universidad Nacional de Mar del Plata, Balcarce, Bs. As.,

Argentina. E-mail: monti.maria@inta.gob.ar

³ CIDCA La Plata, Bs. As., Argentina.

Introducción

En la tecnología de obstáculos, la reducción leve de la actividad de (*a_w*) es uno de los factores de conservación, mediante el cual se logra obtener un producto de humedad alta o intermedia con una buena calidad organoléptica (Reppa *et al.* 1999 [1], Barat *et al.* 2001 [2]). La deshidratación osmótica es una de las operaciones involucradas en la elaboración de frutas y hortalizas autoestables de alta humedad, mínimamente procesadas, que conserva buena parte de las propiedades del producto fresco y con vida útil comercialmente aceptable. El uso de este pre- tratamiento mejora la calidad de los alimentos en cuanto al color, sabor y textura, retarda el pardeamiento enzimático y aumenta la estabilidad microbiana del producto.

Objetivo

Estudiar la calidad nutricional, microbiológica y sensorial de cubos de papa con inmersión en distintas soluciones hipertónicas.

Materiales y Métodos

Cubos de papa de 1 cm de la variedad Spunta, fueron deshidratados osmóticamente (DO) en soluciones de jarabe de glucosa (JG) y sorbitol (SO) (40%), con agregado de cloruro de sodio (5 %) y agentes antioxidantes (ácido cítrico y ácido ascórbico, 0.5%). El proceso se realizó a 40°C, durante 2 horas y agitación constante. Los cubos DO fueron posteriormente envasados en bolsas de polietileno de baja densidad de 70 µm y almacenados en refrigeración. Se realizaron las siguientes determinaciones: contenido de fenoles totales (FT) y ácido ascórbico (AA), actividad de la polifenoloxidasas (PPO) e índice de pardeamiento (IP). También se efectuaron recuentos de Bacterias Aerobias mesófilas totales (BAMT) y de hongos filamentosos y levaduras (HyL). La caracterización sensorial de los cubos de papa se realizó con un panel de 8 evaluadores mediante el método de "Ensayo de diferencia con un testigo". Los atributos evaluados fueron intensidad de olor y sabor característico a papa hervida, intensidad de color y dureza. Por otro lado,

40 consumidores evaluaron la aceptabilidad global y la apariencia, consistencia y sabor de los cubos de papa DO y la muestra testigo.

Resultados

El contenido de FT y AA en los cubos de papa sin tratar (testigo) fue de 0.68 mg FT/100gr p.f. y 23.94 mgAA/100gr p.f., respectivamente. Luego del tratamiento DO, éstos aumentaron significativamente. Cuando se utilizó SO como agente deshidratante, se registraron aumentos de 58% y 91% respectivamente. En el caso de JG, se observó un incremento después de la DO, de 41% y 84%. La PPO disminuyó luego del tratamiento DO respecto a la de muestra testigo (0.0895 U/ml) para ambos tratamientos. El IP de los cubos fue significativamente menor luego del tratamiento osmótico. A su vez, las muestras tratadas con SO tuvieron menor IP que las tratadas con JG. No hubo crecimiento de BAMT ni de HyL en las papas DO. El análisis sensorial mostró que los cubos de papas tratados en solución de JG presentaron mayor similitud con la muestra testigo en cuanto al sabor mientras que las tratadas en solución de SO se asemejaban más al testigo en cuanto al color y la textura. La muestra testigo fue la que obtuvo mayor puntaje en la aceptabilidad global y en los tres atributos evaluados, siguiendo en orden decreciente la muestra tratada en solución de SO y finalmente la muestra tratada en solución de JG. En todos los tratamientos la apariencia fue el atributo que más influyó en la aceptabilidad global del producto.

Conclusiones

Las muestras DO en las condiciones establecidas mantuvieron su calidad sin superar al testigo siendo sensorial y microbiológicamente aceptables.

Referencias bibliográficas

- [1] Reppa A, Mandala J, Kostaropoulos A, Saravacos GD. 1999. Influence of solute temperature and concentration on the combined osmotic and air drying. *Drying Technology*, 17: 1449–1458.
- [2] Barat J, Fito P, Chiralt A. 2001. Modelling of simultaneous mass transfer and structural changes in fruits tissue. *Journal of Food Engineering*, 49: 77-85

PRODUCCIÓN DE SEMILLAS

Presentaciones
Orales y Posters

Evaluación de 10 variedades de papas nativas para producir semilla pre básica bajo un sistema aeropónico

Medina, Sergio¹; Chuquillanqui, Carlos C.²; García, Ligia M.³;

Barona, Darío P²

¹ Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

² Centro Internacional de la Papa (CIP). E-mail: c.chuquillanqui@cgiar.org.

³ Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Introducción

La aeroponía es una opción en producción de semilla pre básica de papa [2], siendo una alternativa al uso de Bromuro de Metilo [4] desde el año 2005 por parte del CIP. Las papas nativas en la zona de los andes son importantes para la alimentación y sustento económico familiar.

Objetivos

i) Determinar el rendimiento de 10 variedades de papas nativas bajo un sistema aeropónico; y ii) Evaluar la rentabilidad de los tratamientos evaluados.

Materiales y Métodos

El experimento se llevó a cabo en el invernadero de la Dirección Sub Regional Agraria Andahuaylas, Distrito de Kishuará, provincia de Andahuaylas, Región Apurímac, durante el periodo de Octubre 2012 a Junio 2013. Los tratamientos constituyeron las variedades: Puka Aju Suyto, Huayro, Peruanita, Q'eq'orani, Puka duraznillo, Yana Shuito, Camotillo, Wencos, Q'ompis, Amarilla tumbay. La unidad experimental estuvo formada por 12 plantas. Los tratamientos se organizaron en un diseño de bloques completos al azar con 3 repeticiones. Se trasplantaron plantas acondicionadas y al cabo de un mes de trasplante se realizó la labor de aporque. Desde la primera cosecha se realizaron cosechas secuenciales cada 15 días. La principal variable evaluada fue número de mini tubérculos por planta separados en 2 categorías: menores a 5 g, e iguales o mayores a 5 g. En la evaluación económica se calculó la rentabilidad de la producción total.

Resultados

El número de tubérculos por planta menores a 5 g, obtuvo diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) para variedades. Los resultados de la prueba de diferencia mínima significativa (LSD), mostraron 4 rangos en el primer rango se encuentra la variedad Q'eq'orani la cual obtuvo el mayor promedio (15 tubers<5g/

plt); compartieron el último rango las variedades Camotillo y Yana Shuito con 6 y 5 tubers<5g/plt respectivamente. Los resultados de la presente investigación contrasta con [1], que concluyen que la cosecha temprana, con intervalos de tiempo muy cortos, incrementa el número de tubérculos <5 g. El número de tubérculos por planta mayores a 5 g, obtuvo diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) para variedades. Los resultados de la prueba LSD, mostraron 7 rangos, en el primer rango se encuentra la variedad Q'eq'orani la cual obtuvo el mayor promedio (89 tubers>5g/plt); en el último rango se encuentra la variedad Yana Shuito con 28 tubers>5g/plt. La rentabilidad varió entre 157.74% (variedad Yana Shuito) a 709.48% (variedad Q'eq'orani). Variedades con rentabilidad mayor a 300% son: Q'eq'orani, Huayro Peruanita, Duraznillo y Amarilla Tumbay. Las variedades Wencos, Q'ompis, Puka Aju Suyto, Camotillo y Yana Shuito tienen rentabilidad menor a 300%.

Conclusión

Con los datos de este estudio se concluye que la mejor variedad nativa para producir tubérculos bajo aeroponía es Q'eq'orani, al tener el mejor rendimiento de tubérculos y rentabilidad.

Referencias bibliográficas

- [1] Chae, W.; Ahn, S.; Choi, H.; Kwan, Y.; Goo, D. y Jeong, M. 2008. Tuber yield and size distribution of potato 'Dejima' (*Solanum tuberosum* L.) affected by stem cutting ages and harvest time in aeroponics. *Journal of Bio-Environment Control*. 17(4): 261-165.
- [2] Chiipanthenga, M.; Maliro, M.; Demo, P. y Njoloma, J. 2012. Potential of aeroponics system in the production of quality potato (*Solanum tuberosum* L.) seed in developing countries. *African Journal of Biotechnology*. 11(17): 3993-3999.
- [3] Mateus, J.; Haan, S.; Andrade, J.; Maldonado, L.; Hareau, G.; Barker, I.; Chuquillanqui, C.; Otazú, V.; Frisancho, R.; Bastos, C.; Pereira, A.; Medeiros, C.; Montesdeoca, F. Y Benítez, J. 2013. Technical and economic analysis of aeroponics and other systems for potato mini-tuber production in Latin America. *American Journal of Potato Research*: 1-12.
- [4] Otazú, V. y Chuquillanqui, C. 2007. Producción de papa de calidad por aeroponía. In Alternativas al uso de bromuro de metilo para la producción de semilla de papa de calidad. Lima, PE, Centro Internacional de la Papa. 35 p.

Sustentabilidad de dos sistemas de producción de semilla pre básica de papa bajo invernadero

García¹, Magali; Soplin³, Hugo; Ortíz¹, Oscar; Chuquillanqui², Carlos

¹ Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador.

E-mail: magasolomaga@hotmail.com.

² Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú;

³ Centro Internacional De La Papa, (CIP), Perú.

Introducción

Uno de los principales problemas de los sistemas formales de semilla de papa es el alto costo de producción de la semilla pre básica [2]. Es necesario encontrar técnicas de multiplicación rápida que permitan producir grandes cantidades de mini tubérculos con criterios de sustentabilidad.

Objetivo

Identificar indicadores de sustentabilidad social, económica y ambiental para los sistemas de producción convencional y aeropónico de semilla pre-básica de papa, y evaluar la sustentabilidad de los mismos.

Materiales y Métodos

Se identificaron dos sistemas de producción: convencional (desarrollo de plantas en sustrato preparado y fertilización edáfica [1]) y aeroponía (sistema radicular de las plantas crecen y desarrollan en un ambiente oscuro sin sustrato que continuamente es saturado con micro gotas de solución nutritiva [3]). Los indicadores se construyeron de acuerdo a la metodología y el marco conceptual propuesto por Sarandón y Flores [4]. Se realizaron encuestas en Perú a todos sistemas convencionales y sistemas aeropónicos de producción de semilla pre-básica de papa cubriendo la totalidad del país, determinando así los puntos críticos en cada sistema y se realizaron propuestos de corrección y monitoreo a cada uno.

Resultados

Se identificaron indicadores para medir la sustentabilidad en las dos metodologías de producción, y los puntos críticos que comprometen la misma. Los indicadores con niveles altos en sustentabilidad fueron; para el sistema aeropónico: producción, rentabilidad, número de innovaciones tecnológicas realizadas, eficiencia en el uso de agua, ausencia de sustrato, por lo que no es necesario usar productos químicos para su desinfección.; y, en el sistema convencional: capacidad de soportar shocks externos, inversión inicial, porcentaje de tiempo que trabaja en el invernadero,

requerimiento de personal capacitado, cantidad de agua utilizada, consumo de energía externa por superficie (electricidad), manejo de residuos. Los niveles muy bajos en sustentabilidad fueron en aeroponía: riesgo de pérdida total, requerimiento de personal capacitado, manejo de residuos; y, en el sistema convencional fueron: producción, número de innovaciones tecnológicas realizadas, cantidad de agua utilizada, necesidad de desinfectar el sustrato. Se identificaron como puntos críticos a los indicadores dentro de los rangos muy bajos y bajos en sustentabilidad

Conclusiones

Se identificaron 6 indicadores de sustentabilidad para la dimensión económica, 3 para la dimensión social, y 6 para la dimensión ambiental en los dos sistemas. Las dos tecnologías tienen puntos fuertes y débiles, pero ambas se complementan. En aeroponía se obtiene alto rendimiento y rentabilidad, pero el riesgo de pérdida total es muy alto, mientras que con la tecnología convencional sucede lo contrario. Se sugiere que la aeroponía debe ser utilizada por empresas o instituciones con alta capacidad técnica, financiera y administrativa y más no directamente por pequeños agricultores, debido al alto grado de tecnificación tanto en infraestructura como en el requerimiento de personal altamente calificado. Lo ideal sería combinar ambas tecnologías, ya que éstas son complementarias, permitiendo maximizar la producción y rendimiento, cuidando el medio ambiente y disminuyendo el riesgo de pérdida.

Referencias bibliográficas

- [1] Benítez, J. 1997. Producción de semilla pre-básica de papa, en sustrato con fertirrigación. Estación Exp. Sta Catalina del INIAP
- [2] Mateus, J.; Haan, S.; Andrade, J.; Maldonado, L.; Hareau, G.; Barker, I.; Chuquillanqui, C.; Otazú, V.; Frisancho, R.; Bastos, C.; Pereira, A.; Medeiros, C.; Montesdeoca, F. y Benítez, J. 2013. Technical and Economic Analysis of Aeroponics and other Systems for Potato Mini-Tuber Production in Latin America. American Journal of Potato Research: 1-12.
- [3] Nichols, M. 2005. Aeroponics and potatoes. En: Acta Horticulturae, Wageningen. v. 670: p. 201-206
- [4] Sarandón, J. y Flores, C. 2009. Evaluación de la Sustentabilidad en Agroecosistemas: Una Propuesta Metodológica. 75p. Journal Agroecología 4: 19-28.

Generación de una nueva área protegida para producción de papa semilla en San Juan, Argentina

Ortego, Jaime¹ y Fontemachi, Enrique²

¹ INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) EEA Mendoza.

E-mail: ortego.jaime@inta.gob.ar

² PROSAP (Programa de Servicios Agrícolas Provinciales).

Introducción

En la Argentina se cultivan actualmente unas 80.000 ha de papa. Desde 1985 el país se autoabastece de papa semilla con unas 5.000 ha bajo fiscalización, la mayor parte de ellas en las denominadas AREAS DIFERENCIADA o protegidas legalmente. Estas áreas permiten mantener la condición fitosanitaria y asegurar la producción sostenida de materiales de alta sanidad. De allí la importancia de desarrollar y proteger nuevas áreas con condiciones de aislamiento y sanidad compatibles con esta actividad. Para ello, se firmó un convenio de Asistencia Técnica con componentes de investigación y extensión entre el INTA Centro Regional Mendoza-San Juan y el Gobierno de la provincia de San Juan.

Objetivo

El objetivo del presente trabajo fue el de evaluar las condiciones sanitarias y posteriormente promover y desarrollar la actividad productora de papa semilla en valles andinos de la provincia de San Juan a través de la investigación, asistencia técnica, capacitación, organización y generación de normas legales de protección.

Materiales y Métodos

El área involucrada son unas 5000 ha pertenecientes a valles longitudinales de los Andes de la provincia de San Juan, Argentina, en los departamentos Calingasta e Iglesia. La altitud media es de 2000 msnm, las precipitaciones anuales llegan a 55 mm y posee una considerable amplitud térmica con mínimas de alrededor de -15° C y máximas de más de 35° C. En el tema fitosanitario se realizó un relevamiento de plagas insectiles y enfermedades importantes de la papa, se evaluó la actividad de áfidos vectores mediante el uso de Trampas Amarillas de Agua, se relevaron los mismos sobre hospederos alternativos y se tomaron muestras de suelo y se analizaron para establecer la presencia de nematodos de la papa. Se realizaron reuniones de concientización y capacitación con productores, técnicos locales y de otras instituciones y funcionarios. Se redactaron y gestionaron normativas de orden municipal (ordenanzas) y provincial (resolución).

Resultado

Se ha obtenido un listado de plagas insectiles y enfermedades en el que no aparece ninguno de los organismos perjudiciales considerados cuarentenarios. No se encuentran presentes Gorgojos de los Andes, el nematode *Nacobbus aberrans*, la bacteria *Ralstonia solanacearum*, el hongo *Spongopora subterranea*, y el virus TSWV, presentes en otras localidades del país. La incidencia de plagas tales como *Phyrdenus muriceus*, *Phthorimaea operculella*, *Liriomyza huidobrensis*, *Epicautas* pp.y *Myzus persicae*, es en general muy baja. Se obtuvieron las curvas de actividad de *Myzus persicae* -el principal vector de PVY y PLRV- y de otros vectores de virus. La actividad es baja en general y se continúan estos estudios. Se ha conseguido introducir el interés por esta actividad dentro de la comunidad y se cuenta con el apoyo de los poderes públicos. Se redactaron y promulgaron sendas Ordenanzas Municipales en Calingasta e Iglesia y se redactó y promulgó en el Gobierno Provincial la Resolución SAG y A 814/2013 en la que se declara a los Valles Andinos de Calingasta y San Juan como AREA PROTEGIDA PARA LA PRODUCCIÓN DE PAPA SEMILLA FISCALIZADA. La misma establece la obligatoriedad de sembrar únicamente tubérculos provenientes del sistema de fiscalización de la subcategoría FUNDACIÓN como mínimo y regula la introducción de materiales vegetales y tierra de usos agrícola, entre otras cosas.

Conclusiones

La baja prevalencia de plagas y enfermedades, la relativamente baja presencia y actividad de vectores, el interés y colaboración puesto de manifiesto por la comunidad y los poderes públicos, la participación activa de organismos públicos de ciencia, tecnología y fiscalización y la promulgación de normativas de protección y regulación de la actividad, hacen prever la ampliación de las aproximadamente 100 ha cultivadas actualmente hasta unas 400 ha en los próximos años, el mantenimiento de las condiciones fitosanitarias y un sostenimiento de la actividad en el tiempo.

Agradecimientos

Al INTA, al PROSAP, al Gobierno de la Provincia de San Juan y a los colegas de otras instituciones como el INASE, por el apoyo brindado en las actividades desarrolladas.

Semilla cortada en la República Dominicana

Rodríguez, Persio¹ y Joyce, Peter¹

¹ US Potato Board. E-mail: peterjoyce04@gmail.com

Introducción

La semilla de papa generalmente constituye el costo más alto para los productores de la papa en la República Dominicana (R.D.). Cualquier tecnología que pueda ser adoptada para reducir ese costo será útil para los productores de papa. La gran mayoría de productores en la R.D. que cultivan la variedad Granola ya cortan sus semillas.

Objetivos

Este ensayo trata de evaluar la rentabilidad y Retorno De la Inversión (RDI) de semilla cortada comparada con semilla entera de diferentes tamaños, con Granola en la RD.

Materiales y Métodos

Seis tratamientos fueron evaluados con la variedad Granola. Los tratamientos incluyeron semilla entera de 120, 60 y 30 gramos comparados con semilla cortada en pedazos de 60, 30 y 15 gramos, respectivamente. Todos los tratamientos fueron sembrados en abril 2013 con la misma densidad de 52,910 plantas por hectárea, en Bloques al Azar en tres sitios en el valle de Constanza a 1200 metros sobre el nivel del mar y se cultivaron según las normas comerciales del valle. Las parcelas se cosecharon en agosto, 2013 y se evaluó el rendimiento, los costos e ingresos por hectárea, la rentabilidad y el RDI.

Resultados

Cuadro 1. Este cuadro representa el rendimiento (T/Ha), la proporción de cosecha/semilla, el promedio de ingresos, el promedio de costos, el promedio de ganancias (ingresos menos costos) y el

RDI (ganancias/costos) en los seis tratamientos con Granola. 120 E, 60 E, 30 E representan semillas enteras, 60 C, 30 C, 15 C representan semillas cortadas, con su peso promedio en gramos. Los ingresos, costos, ganancias representan la cantidad para sembrar un saco de 50 kilogramos de semilla. El valor de la producción es un promedio de los tres sitios. Los ingresos se calcularon en base al precio promedio del mercado en Santo Domingo del 8 de agosto, 2013, restando el flete. El precio promedio de la cosecha fue de \$0.38/kg.

Las semillas más grandes tuvieron rendimientos (T/Ha) más altos, pero RDI más bajos (Cuadro 1). El rendimiento de semilla entera de 60 y 30 gramos fue mayor que el rendimiento de semilla cortada de 60 y 30 gramos. Pero las ganancias y el RDI fueron más altos para semillas cortadas de 60, 30, 15 gramos que su par de semillas enteras de 120, 60, 30 gramos.

Conclusiones

Confirmando la práctica actual en Constanza con la variedad Granola, los datos indican que es más rentable usar semilla cortada de 60 y 30 gramos que usar semilla entera de 120 y 60 gramos.

Agradecimientos

Trabajo financiado por el US Potato Board.

	Cosecha/semilla	Rend.	Ingresos	Costos	Ganancias	
Tratamiento	Proporción	Promedio	promedio	promedio	promedio	RDI
	Rendimiento	T/Ha	\$\$\$	\$\$\$	\$\$\$	
120 E	7.8	62.0	\$148	\$89	\$59	0.66
60 C	12.9	51.1	\$244	\$124	\$120	0.97
60 E	15.3	60.7	\$290	\$124	\$165	1.34
30 C	25.8	51.1	\$488	\$192	\$295	1.53
30 E	28.6	56.7	\$541	\$192	\$349	1.81
15 C	49.6	49.2	\$939	\$330	\$609	1.85

Producción aeropónica de semilla pre-básica de papa (*Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum*). Una experiencia en Argentina

Acosta, Ariel¹; de Hormaechea, José C.¹; González, Paola A.¹; Hernández, Walter A.²; Juárez, Juan A.³; Magnoni, Juan M.²; Panunzio, María P.³; Domínguez, María S.³

¹ Cooperativa de Electricidad y Servicios Anexos Dionisia Ltda.

² El Parque Papas S.A.

³ CAISE S.A. E-mail: sdominguez@caisesa.com

Introducción

La producción de semilla pre-básica de papa en matriz sólida normalmente presenta una baja eficiencia [2]. Los bajos rindes y el problema de la esterilidad del sustrato han llevado a distintos países a estudiar nuevas alternativas. En el sudeste bonaerense de nuestro país, zona de gran importancia en la actividad papera, el rendimiento normal en invernáculos convencionales es de 3 a 5 minitubérculos/planta, siendo éstos de tamaño heterogéneo [1]. En la producción de papa mediante aeroponía no hay contacto de las raíces con fitopatógenos del suelo, se puede tener control preciso de factores nutricionales y se puede realizar una cosecha secuencial en el tamaño deseado [3,4]. Si bien hay una actividad importante al respecto en muchos países, es una tecnología poco desarrollada para las variedades de uso común en Argentina. La iniciativa nace de la mano de la Cooperativa de Electricidad y Servicios Anexos Dionisia, de Nicanor Otamendi, ciudad del sudeste de la provincia de Buenos Aires. Con el objeto de reunir fondos para montar un laboratorio de última generación en su Centro Educativo, se convocó a un grupo de profesionales vinculados a la actividad papera. Se presentó el proyecto a la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, que financia actividad científica tendiente a generar tecnología aplicable. Con el aval de los productores y las industrias más importantes del sector, el proyecto se ha puesto en marcha. Se exponen algunos resultados preliminares de dos primeros ciclos de cultivo, 2013 (C1) y 2014 (C2).

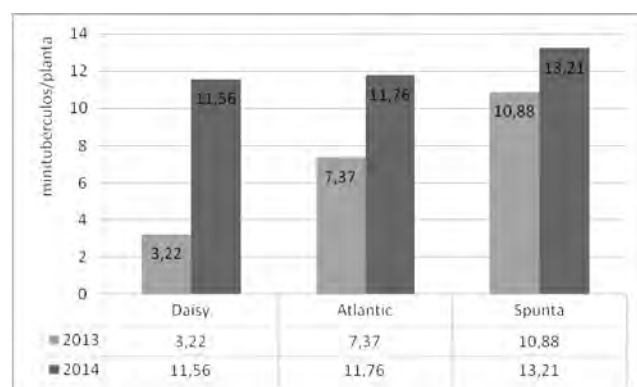
Materiales y Métodos

Se construyó un invernáculo de 94 m². Se dispusieron 6 cajones de 4 x 1 x 1 m, con sistemas de fertirrigación independientes entre sí. Se trabajó con Spunta, Atlantic y Daisy, dada su importancia en el mercado local (consumo en fresco, chip y bastón respectivamente). En función del análisis de los datos recabados en C1 y buscando lograr una mayor producción en C2, se modificaron las soluciones nutritivas, las prácticas de manejo y se establecieron frecuencias y criterios de cosecha (diámetro de tubérculo ≥ 3 cm.)

Resultados

En C1, Daisy resultó ser la variedad menos productiva, cuyos rendimientos fueron 56,31% menor que Atlantic y 70,40% menor que Spunta. En C2 los rindes aumentaron, especialmente para Daisy, que triplicó su producción (259%), Atlantic aumentó en 59,56% y Spunta 21,415%. Respecto de la calidad en C1, se obtuvieron tubérculos de tamaño heterogéneo y en muchos casos con deformaciones. C2 presentó una gran homogeneidad morfo-métrica y las deformaciones no superaron el 1%. La baja incidencia de problemas sanitarios, redujo significativamente la necesidad aplicación de tratamientos químicos.

Gráfico 1. Rindes medios en ambos ciclos



Conclusiones

La producción aeropónica de semilla pre-básica de papa muestra una potencialidad importante para las variedades probadas. La optimización del método permitirá superar los rindes.

Referencias bibliográficas

- [1] Caldiz, D.O. 2000. Producción de papa en Argentina. Estrategias para aumentar el rendimiento y la calidad. Mc Cain Argentina S.A. Balcarce, La Plata, Argentina, 110 p.
- [2] Factor, T.L.; Araujo, J.A.C.; Kawakami, F.P.C.; IUNCK, V. 2007. Produção de minitubérculos básicos de batata em três sistema hidropônicos. Hort. Brasileira 25:082-087.
- [3] Farran, I. and A.M. Mingo-Castel. 2006. Potato minituber production using aeroponics: Effects of Plant density and harvesting intervals. Amer J of Potato Res 83:47-53.
- [4] Otazú, V., and C. Chuquillanqui. 2007. Producción de semilla de papa de calidad por aeroponía. En "Alternativas al uso del bromuro de metilo en la producción de semilla de papa de calidad: Lima(Perú) CIP. Documento de trabajo 22007-2. pp 35-45.

Evaluación de potasio y calcio en hidroponía para la producción de semilla de genotipos avanzados de papa mexicanos

Flores-Gutiérrez, F.X.¹; Flores-López, R.²; Mora-Herrera, M.E.¹; Franco-Mora, O.¹

¹ UAEMéx. México. E-mail: fxfloresg@uaemex.mx

² INIFAP. México.

Introducción

El Programa Nacional de Papa del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) genera variedades de papa con resistencia a enfermedades y con calidad para el consumo y la industria [1]; estos genotipos, no están considerados en sistemas formales de multiplicación. Por ello, resulta indispensable generar tecnología apropiada para la producción de semilla prebásica en sistemas hidropónicos, lo que permitirá determinar la fertilización que asegure un mayor número y peso de tubérculos por planta.

Objetivo

Determinar las dosis de potasio y calcio en hidroponía para la producción de semilla prebásica de genotipos de papa mexicanos.

Materiales y Métodos

Se evaluaron seis concentraciones de potasio (0, 150, 250, 350, 450 y 550 mg.L⁻¹ de K) y seis de calcio (0, 50, 100, 150, 250 y 350 mg.L⁻¹ de Ca), durante dos ciclos de cultivo, bajo sistema hidropónico (4), en el clon avanzado 99-39 generado por el Programa Nacional de Papa (INIFAP), el cual tiene calidad y buen rendimiento, además, de tolerancia al síndrome de punta morada. Las variables evaluadas fueron: altura de planta, unidades SPAD, índice de área foliar, número y peso fresco de tubérculos por planta, peso seco de tallos, hojas, raíces, estolones y tubérculos; y peso seco total, índice de cosecha y color del tubérculo.

Resultados

Los tratamientos de 250, 350, 450 y 550 mg.L⁻¹ de K, fueron estadísticamente iguales para el número y peso fresco de tubérculos por planta, así como para el peso seco de tubérculos; es conocido que la papa requiere de altas concentraciones de K (2 y 3), lo que se reitera en el clon evaluado. No hubo diferencias en el índice de cosecha. Las concentraciones entre 150 y 550 mg.L⁻¹ de potasio mostraron valores bajos de unidades Spad, con respecto al testigo absoluto (0 mg.L⁻¹ de K), lo que pudo deberse a que la deficiencia

de potasio se manifiesta con coloraciones bronceadas en las hojas (3). Por ello, esta determinación parece no ser eficiente para este tratamiento. Las concentraciones de calcio no difirieron estadísticamente para la mayoría de las variables evaluadas; no obstante, se presentaron síntomas de deficiencias de calcio en los tratamientos 0 y 50 mg.L⁻¹; se ha reportado que el calcio es requerido por la planta en bajas concentraciones (3), pero tiene importancia en la resistencia al manejo en los tubérculos de papa (2). Finalmente, no hubo diferencias en el color de los tubérculos en los experimentos de calcio y de potasio.

Conclusiones

Las concentraciones entre 250 y 550 mg.L⁻¹ de K mejoran número, peso fresco y peso seco de tubérculos en el clon 99-39.

No hubo efecto de las concentraciones de calcio sobre las variables estudiadas en el clon 99-39. El color del tubérculo no muestra variación en ninguna concentración de calcio y potasio.

Agradecimientos

Al CONACYT por el otorgamiento de la Beca para estudios de Doctorado 543398/326131; así mismo a la Ing. Maricela Marín por su apoyo técnico.

Referencias bibliográficas

- [1] Arellano G., M.A., Villavicencio G., E.E. y García G., S.J. 2010. Producción de plántulas y semilla prebásica de variedades comerciales de papa libres de enfermedades. INIFAP. Folleto Técnico No. 41. Saltillo, Coahuila, México. 46 p.
- [2] Beukema, H.P. and van der Zaag, D.E. 1990. Introduction to potato production. Centre for Agricultural Publishing and Documentation. Wageningen, The Netherlands. pp 81-84.
- [3] Mulder, A. and Turkensteen, L.J. 2005. Potato diseases. Aardappel Wereld. NIVAP. The Netherlands. pp 209-220.
- [4] Resh, H. M. 2001. Cultivos hidropónicos. Nuevas técnicas de producción. Trad. Carlos de Juan. Ediciones Mundi-Prensa. España. pp 43-58.

Evaluación de NPK en la producción de minitubérculos en hidroponía e invernadero

Flores, Román¹.; González, Amanda O².; Ramírez, Sandra².; Sotelo, Erasto¹.; Marín, Maricela.¹

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias.

E-mail: floresrmx@yahoo.com.mx

² Universidad Autónoma del estado de México

Introducción

La fertilización en invernadero se hace con el uso de formulaciones completas de NPK y/o con soluciones nutritivas hidropónicas. La nutrición es determinante en el rendimiento; y tanto el Potasio (K) como el Nitrógeno (N) son los elementos encontrados en mayores cantidades en papa, altas concentraciones del N alargan el ciclo de cultivo y disminuyen el rendimiento de tubérculos. Así mismo, algunos factores de calidad como materia seca y gravedad específica son afectados por el potasio [1]. La deficiencia de este resulta en menos rendimiento y tamaño de los tubérculos [2]. Mientras, el fósforo es importante para el establecimiento de la planta y la generación de estolones. 72 mg.L⁻¹ de fosforo, produjeron 385 minitubérculos m², con el 53% peso entre 5 y 40 g [3]

Objetivo

Determinar la Solución nutritiva óptima para la producción de minitubérculos en Perlita e invernadero

Materiales y Métodos

Se utilizaron minitubérculos de 12 a 15 mm de diámetro con un solo brote. Se empleó el diseño san Cristóbal [4] con 12 tratamientos de NPK: T1= 100-30-250; T2= 200-30-250; T3 = 100-130-250; T4= 200-130-250; T5= 100-30-350; T6= 200-30-350; T7= 100-130-350; T8= 200-130-350; T9= 150-80-300; T10= 250-80-300; T11= 150-180-300 y T12= 150-80-400. El pH se ajustó a 6.0 y la conductividad vario de 2 a 2.6 ms. Las variables fueron: altura, clorofila, IAF, peso fresco, número y biomasa de tubérculos. Los ANAVA y comparación de medias se hicieron con el paquete SAS v.9.0.

Resultados

La mayor altura de planta, 53 cm, correspondió a plantas del tratamiento 10 (250-80-300) dicho resultado coincide con otros autores [5]. Las plantas con mayor contenido de clorofila fueron aquellas con más de 150 mg.L⁻¹ de Nitrógeno y 300 mg.L⁻¹ de Potasio, mientras las de menor contenido se presentaron con 100

mg.L⁻¹ de Nitrógeno. Este interviene en la síntesis de clorofila [6]. El mayor Índice de Área Foliar fue en los tratamientos 6, 10 y 12 (200, 250 y 150 mg.L⁻¹ N y de potasio 300, 350 y 400 mg.L⁻¹), con valores de 3 a 3.68 IAF a los 40 DDE. El mayor peso fresco de tubérculos fue para el T10 (250-80-300) y T6 (200-30-350) con 212.17 y 219 g Planta⁻¹ respectivamente, lo que coincide con otras investigaciones [7]. Tratamientos con altas dosis de K 300 (T10), 350 (T 8 y 6) y 400 (T12), presentaron mayor número de tubérculos, otros investigadores obtuvieron el mayor número de tubérculos en solución con 300 ppm [8]. Mientras la mayor acumulación de materia seca en el tubérculo se obtuvo en el tratamiento 10 con una media de 52.567 g, seguido del tratamiento 6 con 48.325g; con 300 y 350 mg.L⁻¹ K al igual que de N (200 y 250 mg.L⁻¹).

Conclusiones

Niveles altos y medios de N, altas concentraciones de K y medios de P producen mejor respuesta en altura, clorofila, índice de área foliar, número de tubérculos, peso fresco y biomasa de tubérculo.

Referencias bibliográficas

- [1] McCollum, R. 1978. Analysis of potato growth under differing Pregimes. I. Tuber yield and allocation of dry matter and P. Agron. J. 70(1), 51-57.
- [2] Roza, Y. C. M., Núñez, L. C. E. 2011. Effects of phosphorus and potassium levels on the yield of the tuber variety Criolla Colombia in the department of Cundinamarca. Agronomía Colombiana 29(2), 205-212.
- [3] Giorgetta, B., Dallari, P., Buteler, M. 1993. Efectos de la fertilización fosforada sobre la producción de minituberculos de papa (*solanum tuberosum* L.) en invernadero. Revista Latinoamericana de la papa. 5/6:89-102.
- [4] Rojas, B. A. 1962. The Sn Cristóbal design for fertilizer experiments. Proc. of the Int. Soc. of sugarcane technologists. 11: 197-203.
- [5] Ramírez, O., Cabrera, A., Corbera, J. 2004. Fertilización nitrogenada de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en la provincia de holguín. Dosis óptima de nitrógeno. Cultivos Tropicales. 25(2) 75-80.
- [6] Giletto, C. M., Rattín, J. E., Echeverría, H.E., Caldiz, D.O. 2007. Eficiencia de uso del nitrógeno en variedades de papa para industria cultivadas en el sudeste de la provincia de buenos aires. CI. Suelo. 25(1): 43-51.
- [7] Suárez, L., Giletto, C., Rattín, J., Echeverría, H., Caldiz, D. 2006. Efecto del nitrógeno sobre el rendimiento y la calidad de tubérculos en papa para industria. INPOFOS Informaciones Agronómicas No. 32. 19-21 p.
- [8] Cayambe, J., Alvarado, S., Montesdeoca, F., Andrade, P. J. 2011. Evaluación de soluciones nutritivas para la producción de semilla prebásica de papa bajo el sistema aeropónico.(en Línea).Centro Internacional de la papa (CIP).20p.

Condutividade elétrica e densidade de plantas na produção de batata semente em aeroponia

Factor, Thiago L.¹; Calori, Alex H.²; Purquerio, Luis F.V.²; Miranda Filho, Hilário da S.; Feltran, José C.²; Barbosa, Paulo J.R.³; Feltran, Fulvio, S.³

¹ APTA/APTA Regional – Polo Nordeste Paulista,

Mococa/SP. E-mail: factor@apta.sp.gov.br

² APTA/ IAC.

³ FATEC – Mococa/SP.

Introdução

Os métodos tradicionais de produção de batata semente básica atualmente utilizados no Brasil, normalmente substrato, apresentam como principal desvantagem a baixa eficiência produtiva, o que contribui sobremaneira para elevar os custos de produção da cultura da batata. Recentemente, uma das principais estratégias para aumentar a taxa de multiplicação e produção de batata semente de alta sanidade é o uso de sistemas hidropônicos, dentre os quais destaca-se a aeroponia. Nesse sistema pode-se alcançar produtividade até 5 vezes maior do que o verificado nos sistemas tradicionais [1]. Entretanto, pela recente introdução no país, ainda há necessidade de aprimoramento e adaptação para escala comercial de cultivo, assim como a necessidade de estudos sobre manejo cultural e nutricional da cultura nesse sistema, visando a disseminação e adoção por produtores e empresas especializadas em produção de batata semente no Brasil.

Objetivo

Desenvolver sistema aeropônico, avaliar a influência da condutividade elétrica da solução nutritiva e densidade de plantas sobre a produtividade de minitubérculos de batata semente.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em ambiente protegido (8,0 m x 21 m e 4,0 m de pé-direito), nas dependências da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), Polo Nordeste Paulista, coordenadas geográficas 21°28' S e 47°01' N e 665 m, Mococa – SP. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados em parcela sub-subdividida, sendo a parcela constituída por 4 condutividades da solução nutritiva (EC) (1,0, 2,0, 3,0 e 4,0 dS m⁻¹). Na sub-parcela 4 densidades de plantio (100, 66, 44, 25 plantas m²) e na subparcela duas cultivares de batata (Asterix e Ágata), num total de 4 blocos. Adotou-se o critério de colher os tubérculos com 30 mm de diâmetro, sendo avaliados o número de tubérculos planta⁻¹ e por m².

Resultados

O sistema aeropônico foi construído a partir de bancadas de aço galvanizado com 4,0 m de comprimento, 1,0 m de largura e 1,0 m de altura (parcela), a partir de tubos e cantoneiras de 20 x 3mm, fixada em base de alvenaria de 0,25 m de altura e 0,15 m de espessura. Nas laterais placas de PVC de 10 mm, apoiados em trilhos duplos de alumínio de 0,05 m de largura, de maneira a constituírem as janelas móveis para acesso ao sistema radicular e colheita dos tubérculos. Os resultados preliminares mostram influência significativa da condutividade elétrica na taxa de multiplicação de tubérculos e que na medida em que se aumenta a densidade de plantas ocorre aumento na produtividade por área, porém com uma redução na taxa de multiplicação de minitubérculos por planta.

Conclusões

O sistema aeropônico apresenta grande potencial para a produção de batata semente básica no Brasil. O aumento da EC da solução nutritiva, assim como o número de plantas por m² aumentaram a produtividade, porém o último em detrimento do número de tubérculos por planta.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP Proc.nº2012/50786-8

Referências bibliográficas

- [1] FACTOR, T.L.; ARAÚJO, J.A.C. de; KAWAKAMI, F.P.C.; IUNCK, V. Produção de minitubérculos básicos de batata em sistemas hidropônicos. Horticultura Brasileira, v. 25, p. 82-87, 2007.
- [2] FACTOR, T.L. Produção de minitubérculos de batata semente em sistemas hidropônicos NFT, DFT e Aeroponia. UNESP: FCAV – Jaboticabal/SP. 120 p, 2007. (Tese Doutorado).

Avaliação agrônômica de biostimulantes na cultura da batata

Lima Júnior, S.¹; Factor, Thiago L.¹; Miranda Filho, Hilário da S.²; Barbosa, Paulo J.R.³

¹ APTA – Pólo Nordeste Paulista, Mococa/SP. E-mail: factor@apta.sp.gov.br

² APTA/Instituto Agrônômico de Campinas.

³ FATEC – Mococa/SP.

Introdução

A cultura da batata é considerada uma das mais responsivas a adição de fertilizantes. Entretanto, a utilização indiscriminada de adubos, prática comum entre produtores nos dias atuais, pode diminuir a qualidade dos tubérculos e contribuir para o aumento do custo de produção, além de incorrer na possibilidade contaminação dos solos e da água [1]. Assim, a utilização de fertilizantes de melhor eficiência aliado ao uso de biostimulantes vegetais pode contribuir para a racionalização do uso de fertilizantes e aumento da sustentabilidade do cultivo de batata no Brasil. Apesar das vantagens dos biostimulantes vegetais, sobretudo aliados a micronutrientes foliares, ainda é recente sua utilização na bataticultura, o que contrasta com a grande quantidade de formulações e recomendações existentes no mercado, o que implica em uso sem a devida comprovação científica e validação prática no campo, incorrendo muitas vezes em problemas de fitotoxicidade e perdas em produtividade e qualidade dos tubérculos.

Objetivo

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico dos produtos Stimulate® e Mover® (Stoller do Brasil Ltda) na produtividade e qualidade dos tubérculos de batata.

Material e Métodos

O experimento foi realizado concomitantemente em três áreas de produtores da região Nordeste do Estado de São Paulo - Brasil, nos municípios de Mococa, Vargem Grande do Sul e Casa Branca, localizados entre as coordenadas geográficas 21° 28' 15" e 21° 50' 9" Sul e 47° 0' 2" e 46° 52' 50" Oeste, com altitude média de 750 metros. O delineamento estatístico experimental adotado foi o de blocos casualizados em faixas, com três tratamentos e seis repetições. Os tratamentos foram os seguintes: T1—Testemunha (tratamento do produtor); T2- Stimulate no sulco de plantio (500 mL ha⁻¹) e na parte aérea (250 mL ha⁻¹) no início da tuberação e 15 dias após + Mover (3 L ha⁻¹) em três aplicações foliares em intervalos de 7 dias, aos 35, 28, 21 dias antes da dessecação; T3 –Idem ao T2, exceto pela adição de Stimulate(250 mLha⁻¹) aplicado conjuntamente com o Mover nas três aplicações foliares

em intervalos de 7 dias, aos 35, 28, 21 dias antes da dessecação. Cada amostra foi composta por todos os tubérculos de 2 linhas de batata de 5 metros de comprimento. Foram analisadas características de crescimento, incidência de pectobactérias, produtividade e qualidade de tubérculos.

Resultados

Maior número de hastes por planta, cobertura do solo, número de tubérculos por planta e produtividade, foram obtidos com a aplicação dos tratamentos (Stimulate e Mover), independentemente da combinação entre eles (T2 ou T3), superando significativamente e na média em 4,7 t ha⁻¹ o tratamento T1, considerado testemunha do produtor. Em contrapartida, não influenciaram a incidência de Pectobactérias “canela preta”, assim como a qualidade dos tubérculos no que se refere ao teor de matéria seca.

Conclusões

A aplicação dos produtos Stimulate e Mover promoveram aumento de produtividade na cultura da batata, porém neste trabalho não interferiram na qualidade dos tubérculos.

Agradecimentos

A empresa Stoller do Brasil Ltda pela parceria na realização do projeto de pesquisa.

Referências bibliográficas

- [1] CARDOSO, A.D. 2007. *Produtividade e qualidade de tubérculos de batata sob diferentes doses e parcelamentos de nitrogênio epotássio*. Tese deDoutorado. Universidade Federal de Lavras – UFLA, 109p. 2007.

Evaluación del potencial productivo de materiales contrastantes de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la producción de semilla pre-básica, núcleo PROINPA. Venezuela

Salas, José.¹; Romero, Rafael.²; Matehus, Juan.³; Higuera, Caroly.⁴; Ramírez, Yram.⁵; Montilla, Marisol.¹; Romero, Rubén.²; Mora, Any.²; Torres, Edith.²; Toro, Moralba.²; Monsalve, Néstor.²; Rangel, Yim.²; Uzcategui, Argilio.²

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA-Mérida). E-mail: salasj20@gmail.com.

² Asociación de Productores Integrales del Páramo (PROINPA)

³ Instituto de Estudios Avanzados (IDEA)

⁴ Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez (UNERS)

⁵ AGROPATRIA. Mérida - Venezuela.

Introducción

La producción de papa (*Solanum tuberosum* L.) en Venezuela, depende entre otras cosas de la disponibilidad de semilla de alta calidad fitosanitaria de genotipos adaptados a las diferentes condiciones agroecológicas. El material inicial (semilla pre-básica) se obtiene en invernaderos a partir de material *in-vitro* certificado. Sin embargo, el éxito puede estar influenciado por el genotipo y factores ambientales y el sistema de producción (manejo agronómico: densidad de siembra, mezcla de sustratos, fertilización y otros). Conocer el potencial productivo de los diferentes materiales (locales y foráneos) contribuirá a incrementar eficientemente el volumen de minitubérculos necesarios para el programa de certificación nacional y disminuir la importación.

Objetivo

Evaluar el potencial productivo de genotipos contrastantes de papa para la producción de semilla de alta calidad fitosanitaria bajo condiciones de invernadero.

Materiales y Métodos

El presente trabajo se desarrolló en Mucuchíes, municipio Rangel, estado Mérida, en el Centro biotecnológico, CEBISA (producción de vitroplantas) y el Centro de producción de semilla, PROINPA (producción de minitubérculos, ubicado a 3.500 msnm, temperatura 13 -18°C, humedad relativa: 60 - 72%). Se compararon siete variedades *andigenum* (ICA - Única, Diacol Capiro, Esperanza, Amarillis, clon Angostureña, Andinita, Dorinia) y tres *tuberosum* (Granola, Kennebec, Atlantic). Se dispusieron 42 plántulas/m², en sustrato enriquecido, el manejo agronómico se correspondió a las necesidades del cultivo. El diseño estadístico en Bloques

Completamente al Azar con tres repeticiones. Las evaluaciones cuantitativas del potencial productivo (N° de minitubérculos, peso. g) se realizó a partir de los 85 - 100 dds (*tuberosum*) y 110 -130 dds (*andigenum*), cuando los tubérculos habían madurado y el follaje estaba en senescencia.

Resultados

Los resultados indican que existen diferencias significativas entre los materiales evaluados, siendo los *andigenum* los que generaron mayor número de minitubérculos y peso (g) por planta. Diferenciados en dos grupos: 1) Esperanza (16,19; 113,40), ICA Única (15,48; 139,90), Amarillis (14,63; 136,02), y 2) clon Angostureña (13,56; 101, 69), Diacol Capiro (12,98; 107,39), Andinita (12,42; 98,48), Dorinia (11,84; 97, 90), con respecto a los *tuberosum* Granola (7,76; 93,38), Kennebec (5,87; 81,64) y Atlantic (5,02; 79,86) respectivamente.

Conclusiones

La interacción de los genotipos *andigenum* y su ambiente circundante influyó en un mayor rendimiento de minitubérculos y peso (g)/planta que en los *tuberosum*.

La incorporación de genotipos contrastantes (locales y foráneos) al sistema productivo de semilla formal ha favorecido la capacidad de escalamiento y oferta tecnológica de material de alta calidad fitosanitaria de la organización PROINPA para los agricultores semilleros.

Referencias bibliográficas

- [1] Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 2005. Manual: Producción de semilla certificada de papa en Venezuela. 260 p.
- [2] Mora, A. R.; Ortiz, C. J.; Rivera, P. A.; Mendoza, C. C. A.; Colinas, L. M. T.; Lozoya, S. H.; Rodríguez, P. J. E. 2005. Comportamiento de la acumulación y distribución de biomasa. Revista Chapingo Serie Horticultura 11(1): 135-142.

Experiencia en el uso de la técnica de aeroponía para la producción de mini-tubérculos de papa en Colombia

Mateus-Rodríguez, Julián F. ¹; Alzate, Leonel G. ¹; Gutierrez, Angélica Y. ¹

¹Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – CORPOICA.

E-mail: lalzate@corpoica.org.co

Introducción

La forma convencional de producir mini-tubérculos de papa es multiplicando material limpio de laboratorio en invernaderos usando sustratos esterilizados. Una limitante está en el uso de agentes desinfectantes de alto impacto y costo [1]; aunque se han logrado avances en cuanto a multiplicación rápida de semillas bajo invernadero, la tasa de producción por planta por métodos convencionales, es aún baja. De este modo, se ha venido probando la técnica de aeroponía con resultados alentadores para investigación y se encuentra ya vinculado a sistemas de semillas en Asia y África [2] [3].

Objetivo

Con el fin de validar estas experiencias y su posible vinculación a las iniciativas de propagación de material de siembra en Colombia, este estudio buscó ajustar un sistema de innovación basado en la técnica de aeroponía para la producción de mini-tubérculos de papa, evaluando el comportamiento de 5 variedades nativas y 2 clones avanzados CIP en centro de investigación y en primer ciclo de campo evaluando agronómica y sanitariamente, estas semillas versus las provenientes de un sistema convencional.

Materiales y Métodos

Se adecuó en el C.I Tibaitatá de CORPOICA un invernadero tipo capilla de 7 x 15 m, en el cual se instalaron 5 contenedores de cultivo; el sistema de aeroponía fue instalado de acuerdo a los manuales del Centro Internacional de la Papa (CIP) [1]. Se trasplantaron plántulas de 5 variedades nativas de la Colección Central Colombiana de papa (Arbolona, Palinegra, Argentina, Colombiana, Ratona y Tocana) y dos clones CIP (395114-5 y 399076-12). Cada contenedor de cultivo representó un bloque/repetición y el material genético constituyó cada tratamiento; se usó un diseño de bloques completamente al azar –DBCA-. En campo el experimento se desarrolló en los municipios de Toca (Boyacá) y Carmen de Carupa (Cundinamarca); se usaron mini-tubérculos del ciclo anterior provenientes del sistema de aeroponía y semillas de un sistema convencional; los materiales genéticos fueron: Colombiana y Argentina de tipo *andígena* y los clones CIP 395114-5 y 399076-12 de tipo *tuberosum*. Para cada sitio se usó

un DBCA con parcelas divididas, donde la parcela principal fueron los genotipos y las sub-parcelas los sistemas de producción (aeroponía vs convencional). Los análisis de varianza y las pruebas de comparación de medias (Tukey $P < 0,05$) se realizaron en SAS.

Resultados

El comportamiento de los materiales en aeroponía obtuvo un porcentaje de sobrevivencia del 100%, dado el buen acondicionamiento previo al trasplante y tiempos de riego en el establecimiento; los días a la tuberización, días a la senescencia y altura de planta fueron menores para el grupo de materiales *tuberosum* (40 y 140 días ddt respectivamente y 80 cm). Para el rendimiento, hubo diferencias entre los materiales *andígena* con una media de 20 minis/planta y para las de tipo *tuberosum* no hubo diferencias con una media de 35 minis/planta. En fase de campo el tamaño de semilla y estado de brotación influyó en los porcentajes de germinación dados a los 35 dds, siendo mejor para las semillas del sistema convencional en ambas localidades; se evidenció un adelanto de 10 días a la senescencia para las semillas procedentes del sistema de aeroponía comparadas con las del sistema convencional. El número de tubérculos por planta fue mayor en los materiales tipo *andígena* procedentes del sistema convencional, mientras esta respuesta fue igual para los clones CIP de semillas provenientes de los dos sistemas de producción. Los resultados sanitarios estuvieron asociados a la respuesta de los genotipos con el ambiente y manejo de cultivo más que al sistema de semillas usado.

Referencias bibliográficas

- [1] Otazú, V. y Chuquillanqui, C. 2007. Producción de Papa de Calidad por Aeroponía. In: Alternativas al Uso del Bromuro de Metilo para la Producción de Semilla de Papa de Calidad. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú, 35

PROTECCIÓN DE CULTIVOS

Presentaciones Orales

Elaboración de un sensor colorimétrico para la cuantificación de carbofurano

Becerra M, Nathalie P.¹, Reyes C, Julia C.²,
Moreno M., Yuri L.³, Chaparro A., Sandra P.⁴

¹ Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

² Southern Illinois University.

³ Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

E-mail: yuri.moreno@uptc.edu.co

⁴ Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Introducción

El carbofurano es un insecticida y nematocida sistémico usado para combatir diferentes plagas que afectan cultivos principalmente de la papa, el maíz, el arroz, las uvas y la alfalfa [1]. Se caracteriza por su alta eficiencia, por su tiempo de vida media corta y degradación rápida. Este agroquímico (2, 3-dihidro-2, 2-dimetil-7-benzofuranol metilcarbamato) es un compuesto de alta toxicidad para los mamíferos [2,3] y es clasificado como una sustancia altamente peligrosa, encontrándose en la Categoría Ib, pues posee un LD50 de 8,78 mg/Kg en ratas [4]. La alta solubilidad del carbofurano (351 mg.L⁻¹), hace de éste un potencial contaminante del agua subterránea. Su aplicación extensa y sin ningún control hace que este compuesto pueda ser un peligro potencial en la contaminación de fuentes hídricas, suelo y alimentos.

Objetivo. Esta investigación propone el uso de sensores colorimétricos basados en nanoestructuras funcionalizadas con receptores para la detección de carbofurano aplicado en el cultivo de la papa.

Materiales y Métodos. Se desarrolló un prototipo de sensor en base a la estructura de liposomas de polidiacetileno modificadas químicamente [5]. Las vesículas de Ácido pentacosadiónico (APCD) y el lípido Dimiristoilo de Fosfocolina (DMPC) se prepararon por hidratación de la capa lipídica y reducción del tamaño de vesículas por el método de baño ultrasónico [6,7]. Los liposomas producidos se caracterizaron mediante espectrofotometría de UV-Vis y se calculó la respuesta colorimétrica (%RC) cuando se expusieron a cambios de pH e incrementos de concentración del plaguicida.

Resultados. Ante cambios de pH, la mayor respuesta colorimétrica se obtuvo en presencia de NaOH a pH 8.31, con un CR de 37,3% posiblemente como consecuencia de la interacción entre el hidrogenión del grupo carboxilo del PDA y el hidroxilo proveniente del hidróxido de sodio, mientras que la adición de ácido clorhídrico tuvo un efecto menor en la respuesta colorimétrica de 29,9%. Las transiciones colorimétricas muestran un simultáneo aumento de

la absorción cercana a 550 nm con una disminución de absorción cercana a 640 nm; esto indica que la longitud promedio de conjugación de electrones a lo largo del polímero cambia gradualmente alcanzando una relajación de las cadenas poliméricas conjugadas en presencia de especies como el hidroxilo [8,9]. El carbofurano indujo a fenómenos de hipo e hiper Cromismo en las liposomas con funcionalización mientras que se observó 1,67 % RC máximo a concentraciones de 38 ppm con las liposomas sin funcionalización.

Conclusión

Se está elaborando un sensor colorimétrico basado en liposomas compuestos por PDA para la detección y cuantificación de carbofurano usado en el cultivo de la papa.

Agradecimientos. A Colciencias y a la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia por el apoyo financiero al proyecto titulado "Sistema de detección *in situ* de plaguicidas en la cadena de la papa al alcance de los agricultores" Convenio 2012-2013.

Referencias bibliográficas

- [1] Gera, N.; Kiran, R.; Mehmood, A. Carbofuran administration induced genotoxic effects in epithelial cells across cryptovillus axis in rat intestine. *Pest. Biochem. Physiol.* 2011, 100: 280-283.
- [2] Shiokawa, K.; Tsuboi, S.; Iwaya, K.; Moriya, K. Development of a chloronicotynyl insecticide, imidachlorpid. *Journal of Pesticide Science* 1994, 19: 329-332.
- [3] Hsu, C – H.; Hu, C-C.; Chiu, T. Analysis of carbofuran, carbosulfan, isoprocarb, 3-hydroxycarbofuran, and 3-ketocarbofuran by micellarelectrokinetic chromatography. *J. Sep. Sci.* 2012, 35, 1359-136.
- [4] World Health Organization. The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification: 2009. (2010). World Health Organization. ISBN 978 92 4 154796 3.
- [5] YOON, Bora et al. 2009. Recent conceptual and technological advances in polydiacetylene-based supramolecular chemosensors. *Chem. Soc. Rev.* 38(19):1958-1968.
- [6] Charoenthai, N., Pattanatornchai, T., Wacharasindhu S., Sukwattanasinitt, M. y Traiphon, R..2011. Roles of head group architecture and side chain length on colorimetric response of polydiacetylene vesicles to temperature, ethanol and pH. *Journal of Colloid and Interface Science* 360.565-573.
- [7] Morigaki, K., Baumgart, T., Jonas, U., Offenha, A. y Knoll W. 2002. Photopolymerization of Diacetylene Lipid Bilayers and Its Application to the Construction of Micropatterned Biomimetic Membranes. *Langmuir*, 18, 4082-4089.
- [8] TAMRAKAR, Urmila et al. A Simple Colorimetric Method for the Determination of Carbofuran and its Application in Environmental and Biological Samples. *J. Braz. Chem. Soc.*, 2007. 18(2): 337-341.
- [9] Britt, D. W., Hofmann, U. G., Moebius D. y Hell S. W. 2001. Influence of Substrate Properties on the Topochemical Polymerization of Diacetylene Monolayers. *Langmuir*, 17,3757-3765.

Phytoalert®: una herramienta eficiente para el control del Tizón Tardío en Argentina

Lucca, Ana M. F.¹; Rodríguez, Julieta A.² y Huarte, Marcelo A.¹

¹ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EEA Balcarce, Grupo de Investigación en Papa, Ruta 226 Km 73.5, Balcarce, Argentina. E-mail: lucca.florencia@inta.gob.ar

² Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Grupo de Investigación en Economía Agraria. Mar del Plata, Argentina.

Introducción

El Tizón Tardío (TT) de la papa causado por el oomicete *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary es considerado el mayor estrés biótico de la producción mundial de papa, constituyendo una amenaza para la seguridad alimentaria y para la reducción de la pobreza mundial [1]. El Sudeste de la Provincia de Buenos Aires (SEPBA), es un lugar propicio para el desarrollo del TT, por ello los productores aplican diferentes métodos para su control, siendo el más implementado el uso sistemático de fungicidas. Adicionalmente, la producción convencional de papa está caracterizada por un altísimo costo de producción, con insumos importados abonados a precio dólar. Ante esta situación, el grupo de Investigación en Papa del INTA Balcarce desarrolló el Protocolo para la Producción Integrada de Papa Consumo para el SEPBA [3]. Dicho Protocolo plantea alternativas productivas, para intentar lograr una reducción de costos, disminuir el impacto ambiental, contribuir a la sustentabilidad de los recursos naturales y obtener un producto de calidad que sea valorado y aceptado por los consumidores [3, 2].

Objetivo

El objetivo de este trabajo es realizar una evaluación del impacto económico y ambiental de la implementación del Sistema de Alarma para el control del TT (Phytoalert®) durante 3 campañas productivas de papa en el SEPBA.

Materiales y Métodos

Phytoalert® fue desarrollado por el INTA y es ofrecido como un servicio de apoyo a la toma de decisiones por parte de los productores para el control del TT. El modelo integra datos meteorológicos junto con el pronóstico, el estado del cultivo y las aplicaciones químicas realizadas y emite (o no) la alarma (momentos críticos para el desarrollo del Tizón). En el presente trabajo, se compararon dos sistemas productivos de papa en el SEBA: uno, implementando Phytoalert® y otro, siguiendo un esquema Calendario de

aplicaciones durante 3 campañas de cultivo en campos de alta producción de papa con la variedad Innovator. Se utilizaron los precios de los fungicidas y las labores de la campaña 2013/14 para realizar la evaluación de las 3 campañas analizadas y se reevaluaron los valores a Marzo 2014. Para la evaluación del impacto ambiental se siguió la metodología de Kovach *et al* 2004 [4].

Resultados

La implementación de Phytoalert® originó ahorros en la cantidad de aplicaciones de fungicidas (8, 2 y 6 aplicaciones), representando un ahorro monetario porcentual por aplicaciones del 27, 12 y 8% respectivamente. Phytoalert® contribuyó a reducir el impacto que tiene el uso de fungicidas en el sistema entre 25 y 70% respecto del esquema Calendario.

Conclusiones

Phytoalert® fue implementado exitosamente en campos de alta producción. El resultado general fue un control de eficacia igual o mejor que el esquema Calendario, con una reducción en el número de aplicaciones, entre 13 y 53% y del volumen de químicos aplicados, logrando por tanto una reducción de los costos de producción y de los índices de impacto ambiental, sin aumentar el riesgo.

Referencias bibliográficas

- [1] Lucca, M. F. y Huarte, M. A. 2012. "Avances en el control del Tizón Tardío de la papa en Argentina". XXV Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa. ALAP 2012. Uberlandia, Brasil del 17 al 20 de septiembre de 2012. www.papaslatinas.org.
- [2] Rodríguez J. y Rodríguez E. 2012 "Producción Integrada de papa: el impacto de su adopción en la estructura de costos de una explotación convencional en el sudeste de la provincia de Buenos Aires". XLIII Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria. Corrientes, octubre de 2012. Publicado en los Anuales de la Reunión: CD (ISSN 1666-0285) .Reunión Científica Nacional.
- [3] Huarte, M.; Huarte D.; Lucca, F.; Carmona, D.; Maiorser, A.; Viglianchino, L. 2011. "Protocolo para la Producción Integrada de papa consumo en el sudeste de la provincia de Buenos Aires". Versión 2011. Ediciones INTA. PNHFA 061271. EEA Balcarce, INTA.
- [4] Kovach, J., C. Petzoldt, J. Degni, and J. Tette. 2004. A Method to Measure the Environmental Impact of Pesticides. IPM Program, Cornell University, N Y State Agricultural Experiment Station Geneva, N Y. (<http://www.nysipm.cornell.edu/publications/eiq/>).

Consortrios microbiales para control de NQP en papa

Palomino, Ladislao¹; Choque, Manuel ²; Castillo, Mario².

¹ INIA Cusco, E-mail: lpalomino@inia.gob.pe

² UNSAAC

Introducción

La papa es el producto alimenticio principal en las zonas alto andinas de Perú, al igual que otros cultivos su producción se ve limitada por factores como plagas, enfermedades, factores climáticos adversos y deficiente nutrición, causando pérdidas en el rendimiento, y elevando los costos de producción. La nutrición y control basado en uso de agroquímicos no es lo suficiente para mitigar los estragos colaterales en el cultivo. En las últimas tres décadas, una gran diversidad de microorganismos del suelo han sido descritos, caracterizados, y evaluados como agentes de control biológico de plagas y enfermedades (1). Se han desarrollado varias estrategias de control basadas en la introducción de agentes de control biológico, tanto de manera individual como en mezclas que puedan ayudar a reducir poblaciones de plagas y enfermedades de manera sostenida (2). Con el uso de microorganismos se pretende dar una alternativa sostenible y amigable con el medio ambiente, disminuir los problemas de contaminación e inducción a la resistencia; por otro lado beneficiar el incremento de la microfauna benéfica del suelo con enmiendas orgánicas, como el compost que puede proporcionar la base alimenticia de los microorganismos y han sido ampliamente reconocidos como facilitadores del control cuando son aplicados mucho antes y al momento de la siembra. Los mismos estimulados por estas enmiendas contribuyen a la actividad supresora de los suelos, mediante los mecanismos principales de control biológico: competencia, antibiosis, parasitismo/depredación, efectos sinérgicos que potencialicen los beneficios, además de favorecer la disponibilidad de nutrientes y así mejorar la producción y rendimiento del cultivo.

Objetivo

Evaluar la efectividad del uso en consorcios de *B. subtilis* y *M. verrucaria* en el manejo y control de NQP (*Globodera* spp.) en condiciones de campo de agricultor.

Materiales y Métodos

Se utilizaron *B. subtilis*: Cepa QST 713 obtenida del producto comercial Serenade AS®; y *M. verrucaria*: sólidos secos y solubles obtenida del producto comercial Ditera WDG®; los microorganismos se aplicaron al momento de la siembra y tres aplicaciones

posteriores, se utilizó el diseño experimental de DBCR, con 5 tratamientos y 4 repeticiones,

Resultados

Las evaluaciones se efectuaron al momento de la cosecha, los tratamientos con mayor efectividad para control de NQP fue la combinación de *B. subtilis* + *M. verrucaria* con 72.91% de efectividad en reducir la densidad poblacional de quistes, luego la aplicación solo de *B. subtilis* con 65.79% de reducción, y *M. verrucaria* redujo un 47.83% respecto al testigo, además que la aplicación de estos microorganismos incrementa los rendimientos en los tratamientos evaluados.

Conclusiones

La aplicación de *B. subtilis* y *M. verrucaria*, en materia orgánica procesada y enriquecida al momento de la siembra y posteriores aplicaciones antes del aporque y de manera oportuna aportan beneficios importantes para las plantas, como la reducción de la densidad poblacional de NQP hasta en un 72.91%, la inclusión de componentes orgánicos para nutrición mejoran significativamente la supresividad del suelo contribuyendo de esta manera, a una producción más limpia y sostenible en los sistemas agrícolas donde se cultiva la papa.

Referencias bibliográficas

- [1] Carreño, H. 2010. Efecto Nemastático de *Bacillus subtilis* sobre *Globodera pallida*, en raíces de papa (*Solanum tuberosum* var. Ccompis)". Tesis UNSAAC – Biología Cusco – Perú.
- [2] Cano, M. 2011. Interacción de microorganismos benéficos en plantas: Micorrizas, *Trichoderma* spp. y *Pseudomonas* spp. Una Revisión. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica 14 (2): 15 - 31
- [3] Chaves, M. 2007. Utilización de bacterias y hongos endófitos para el control biológico del nematodo barrenador. Escuela de posgrado CATIE – Costa Rica
- [4] Hoitink, H, Boehm, M. 2001. Control biológico en comunidades microbianas del suelo: Un fenómeno de dependencia de sustrato. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No. 62 p 4 -17

Pest management implications when using precision agriculture in an irrigated potatoes cropping system

Rondon, Silvia I.¹; Horneck, Donald A.¹; Hamm, Philip B.¹

¹ Oregon State University, Hermiston Agricultural Research and Extension Center, 2121 South First Street, Hermiston, Oregon 97838.

E-mail: silvia.rondon@oregonstate.edu.

Introduction

Precision management of center pivot irrigated fields requires a knowledge of spatial variation within the field related primarily to nutrient, insect disease and weed management. Identifying insect and diseases and their incidence and distribution, mapping of soil properties, using site specific weed management, remote sensing, and understanding the relationship between potato yields and physical and chemical soil properties, are a few of the general concepts that are being evaluated at the Hermiston Agricultural Research and Extension Center (HAREC), in Hermiston, Oregon. HAREC serves over 500,000 acres of irrigated agriculture in Oregon and Washington's Columbia Basin. The center concentrates on research, teaching, extension and outreach, implementing new technology based on basic and applied research.

Objective

To discuss precision agriculture related to pest management in irrigated potatoes.

Results

Weeds, diseases, and insects that affect the potato crop have been extensively studied. Under central pivot irrigation, some of these occasionally cause economic impact. Many of these pests infest at a specific stage of crop growth (e.g., seed corn maggot damage in potatoes is more severe near planting; late blight following row closure), while others are permanent seasonal resident development (e.g., wireworms at planting; Verticillium Wilt season long). A number of pests are important to all USA regions such as aphids, especially those which vector various strains of Potato Virus Y (PVY), while others are important in specific regions such as the beet leaf hopper in northeastern Oregon and southeastern Washington, vectoring phytoplasmas. The first step for managing pests is the timely detection of pest incidence. The goal is to manage the crop as a whole system, keeping pests at non economic levels by utilizing several harmonizing strategies. Luckmann and Metcalf [1] defined pest management as an intelligent selection and use of pest control actions (or tactics) that will ensure favorable economic, ecological, and sociological consequences.

Techniques include monitoring of pest populations, the judicious use of pesticides, and the effective communication regarding the necessity of implementing a control tactic. In order to use a successful pest management approach, understandings of the following factors are required: pest biology pest/prey relationships, crop response to management, the effect of pesticides on pests and non-target organisms, the cost benefit of treating verses not treating and the action threshold i.e the level of damage tolerated without economically reducing yield [2].

Conclusions

Potato is one of the most important food crops worldwide, grown widely over many latitudes and elevations Increasing potato production in a sustainable manner requires an integrated approach covering a range of precise strategies. Combating pests is a continuous challenge that producers face as they intensify their production techniques using precision agriculture to help satisfy the increasing demands of the local and global Marketplace.

References

- [1] Luckmann, W.H. and Metcalf, R.L. 1994. Pest management concept. In Introduction to Insect Pest Management. 3rd edition. A Wiley-Interscience publication. John Wiley & Son. Pp 1-34.
- [2] Pedigo, L.P. 1996. Entomology and Pest Management. Second Edition. 1996. Prentice-Hall Pub., Englewood Cliffs, NJ. Pp 679.

RECURSOS FITOGENÉTICOS

Presentaciones Orales

Estudio del manejo de la diversidad de papa conservada *in situ* en el microcentro Cariquina grande, circundante al lago Titicaca, Bolivia

Mamani, Eliseo.¹ y Terrazas, Franz.¹

¹ Fundación PROINPA. E-mail: e.mamani@proinpa.org.

Introducción

La diversidad de papa ha sido conservada *in situ* por los agricultores desde su domesticación. En los alrededores del lago Titicaca entre Perú y Bolivia, se encuentra la mayor diversidad genética de papas del mundo [1]. Para desarrollar e implementar estrategias de conservación, es necesario conocer las dinámicas espaciales y temporales de manejo de la diversidad. En Bolivia existen comunidades que albergan una alta diversidad de papas, siendo una de ellas "Cariquina Grande".

Objetivo

Estudiar la diversidad de papa y los procesos espaciales y temporales de conservación *in situ* realizada por los agricultores en el microcentro Cariquina Grande, circundante al lago Titicaca.

Materiales y Métodos

La diversidad morfológica fue identificada en base a criterios locales, claves taxonómicas [1] y descriptores técnicos [2]. La dinámica espacial y temporal en el manejo de la diversidad fue documentada mediante observación participante con acompañamiento estrecho a parcelas y entrevistas. Y se identificaron los factores que influyen en la conservación a través de encuestas y entrevistas a una muestra de 28 familias de un universo de 53 familias.

Resultados

Se conserva en conjunto 209 variedades localmente clasificadas, y estas corresponden a siete especies cultivadas y tres especies silvestres. Los patrones de variación morfológica son coincidentes para la clasificación local y taxonómica formal, lo que permitió formar tres grupos: silvestres, semi-domesticadas y cultivadas. En el primer grupo se encuentran las papas silvestres conocidas como *apharus* y corresponden a las especies *Solanum acaule*, *S. cando-leanum* y *S. megistacrolobum* [2], en el segundo grupo están las papas semi-domesticadas llamadas Taiwas que corresponden a *S. tuberosum* ssp. *andigena* var. *Lelekkoya* [1], y en el tercer grupo se encuentran las cultivadas que se subdividen en tres grupos varietales: Imillas que pertenecen a *S. tuberosum* ssp. *Andigena* y *tuberosum*, y *S. phureja*, las Qhatys corresponden a *S. stenonomum*,

S. goniocalyx y *S. x ajanhuiri*; y las Lukis a *S. x juzepczukii* y *S. x curtilobum*. Existe también una distribución espacial de la diversidad de papa que se desarrolla en función a los agroecosistemas "Aynuq'a, Sayaña y Uyus". Aynuq'a alberga la mayor diversidad de especies y variedades [3], y tiene una rotación temporal de 14 años. La distribución temporal muestra un incremento de variedades en los últimos cinco años en *S. stenonomum* y *S. tuberosum* ssp. *andigena*. En contraposición se registra una reducción en el número de variedades en *S. x juzepczukii*, *S. x curtilobum* y *S. x ajanhuiri*. Los principales factores que influyen positivamente en la conservación son la existencia de ferias de diversidad, conocimiento en el uso de las variedades y edad del jefe de familia. La migración, rendimientos bajos, y factores bióticos y abióticos adversos influyen negativamente en la conservación de la diversidad de papa a nivel familiar.

Conclusiones

Considerando el conocimiento sobre clasificación local, manejo especial y temporal de la diversidad de papas en Cariquina Grande, y conociendo los factores positivos y negativos que influyen en la conservación *in situ*, el fortalecimiento de la conservación debe partir de una estrategia colectivamente definida con participación activa de los agricultores.

Referencias bibliográficas

- [1] Ochoa, C.M. 2001. Las papas de Sudamérica. Centro Internacional de la Papa. La Paz, Bolivia.
- [2] Patiño, F., Condori, B., Segales, L., y Cadima, X. 2008. Distribución Potencial, Actual y Futura de Especies Silvestres de Papa Endémicas de Bolivia. Revista de Agricultura N 44. Cochabamba, Bolivia.
- [3] Haan, S. 2009. Potato Diversity at Height: multiple dimensions of farmer-driven *insitu* conservation in the Andes, PhD thesis. Wageningen University.

Genética de poblaciones de las papas semi-silvestres grupo Araq en su hábitat natural en Huánuco, Perú

Núñez, Jorge¹; Bernardo, Luz²; Tello, Milka²,

Rodríguez, Flor¹; de Haan, Stef¹

¹ Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú. E-mail: j.nunez@cgiar.orgs.

² Universidad Nacional Hermilio Valdizán (UNHEVAL), Huánuco, Perú.

Introducción

"Araq papa" es un nombre genérico quechua utilizado por los agricultores andinos para designar a un tipo de papa semi-silvestre. De acuerdo con la taxonomía formal, el grupo Araq pertenecen a la especie de papa cultivada *Solanum tuberosum* subsp. *andigena* [1]. Las plantas crecen en forma espontánea generalmente dentro de las parcelas donde se cultiva maíz y son considerados como malezas, aunque los tubérculos son comúnmente colectados y consumidos por los agricultores. Las "araq papa" no solo son fuente de alimento para el agricultor andino sino que también podrían ser fuente de genes de interés para el mejoramiento genético. Antes de poder definir una estrategia de conservación y uso de este acervo genético poco explorado es necesario entender mejor la genética de sus poblaciones naturales.

Objetivos

(i) Caracterizar poblaciones de "araq papa" con marcadores microsatélites para determinar la estructura genética poblacional, (ii) Determinar la distribución y cambios en frecuencias de haplotipos y alelos a cuatro diferentes escalas espaciales (parcela, comunidad, provincia y departamento), y (iii) Predecir la distribución espacial potencial de las poblaciones.

Materiales y Métodos

Tomando como base una encuesta sobre variedades de papa nativa, se seleccionaron 12 comunidades maiceras de tres provincias de la Región Huánuco, Ambo, Huamalíes y Yarowilca. Se colectaron datos de referenciación geográfica (GPS) en 120 parcelas. Se colectaron 720 muestras de hojas jóvenes en 60 parcelas y se extrajo ADN total. Las muestras se analizaron con 23 marcadores microsatélites [2]. Se determinó la relación genética a través del cálculo del Coeficiente de Disimilitud de Jaccard. La estructura genética poblacional se evaluó a través de un Análisis Molecular de Varianza (AMOVA) y un análisis bayesiano para inferir poblaciones. Los datos GPS sumados a información climatológica y variables bioclimáticas fueron analizados para modelar la posible distribución de "araq papa" en la Región Huánuco.

Resultados

Se identificaron 10 haplotipos en Ambo (disimilitud=0.025; $H_e=0.493$), una población poco variable con reproducción clonal. En Yarowilca y Huamalíes, se identificaron 100 haplotipos en cada provincia con una disimilitud de 0.552 ($H_e=0.721$) y 0.528 ($H_e=0.713$), respectivamente, poblaciones que mostraron reproducción clonal pero también indicios de reproducción sexual. Sólo 4 haplotipos fueron compartidos entre estas provincias. La población total está estructurada en dos grupos. Un primer grupo corresponde sólo a Ambo mientras que el segundo grupo es una mezcla de muestras de Yarowilca y Huamalíes. El AMOVA reveló que la mayor variación (58%) se encuentra dentro de las comunidades; mientras que la menor variación (11%) se encuentra entre las comunidades dentro de las provincias. Esto estaría indicando una influencia antropogénica y flujo genético. El índice de fijación ($F_{st}=0.425$) también sugiere que existen diferencias entre las poblaciones. A la escala de parcela, la distribución de las "araq papa" no sigue un patrón definido y se encuentran en toda el área del terrero de cultivo. El modelo de distribución reveló que es posible encontrar "araq papa" en siete provincias de la Región Huánuco.

Conclusiones

La población total está estructura en dos grupos. La variabilidad varía de acuerdo a la provincia, desde pocos haplotipos con base genética estrecha (Ambo) hasta más de un centenar de haplotipos con base genética amplia pero emparentada (Huamalíes - Yarowilca). El tipo de reproducción es generalmente clonal pero también existen indicios de reproducción sexual. Debido a la alta diversidad se debería conservar y estudiar este pool genético secundario de papa en todas las zonas estudiadas y en aquellas con probable presencia de "araq papa".

Referencias bibliográficas

- [1] Ochoa, C.M. 1999. Las papas de Sudamérica: Perú (Parte I). CIP. Allen Press. Kansas, USA. 1036 p.
- [2] Ghislain, M., Núñez, J., Herrera, M.R., Pignataro, J., Guzmán, F., Bonierbale, M. and Spooner, D.M. 2009. Robust and highly informative microsatellite-based genetic identity kit for potato. *Mol. Breeding*. 23: 377-388.

Diversidad genética de papas nativas en la región sur-oeste del departamento de Junín, Perú

Roca, Luis A.¹; Núñez, Jorge¹; Rodríguez, Flor¹; de Haan, Stef¹.

¹ Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú. E-mail: l.roca@cgiar.org.

Introducción

El conocimiento y acceso a la biodiversidad de recursos fitogenéticos es de vital importancia para enfrentar y asegurar la alimentación mundial [1]. Es así como la pérdida de diversidad restringe nuestra capacidad para responder a cambios climáticos y/o demográficos, siendo estos cada vez más intensos y perjudiciales para la biodiversidad [2]. La conservación *in situ* es un sistema utilizado para describir, evaluar, analizar y anticipar los efectos que atentan contra los recursos fitogenéticos. Dentro de este sistema el estudio genético es de gran ayuda para el entendimiento de la biodiversidad. Uno de los microcentros importantes de papas nativas en el Perú se encuentra en el departamento de Junín. Lamentablemente no se cuenta con una estimación de diversidad genética, por lo que presentamos los primeros estimados de diversidad.

Objetivo

Estimar la diversidad genética de papas nativas en la región suroeste del departamento de Junín. Evaluar la estructura genética dentro y entre las subpoblaciones de la población.

Materiales y Métodos

Se utilizaron 444 cultivares nativos provenientes de 7 comunidades en 3 provincias alto andinas del departamento de Junín. Se extrajo ADN mediante el método de Doyle & Doyle modificado [3] a partir de folíolos, utilizándose luego 23 marcadores microsatélites [4] para su caracterización. Se utilizaron diferentes parámetros genéticos, tales como la riqueza alélica, heterocigocidad, matrices de disimilitud, agrupamientos (UPGMA) e identificación del haplotipos iguales (cultivares con disimilitud=0). Por último se utilizó AMOVA para evaluar la estructura genética de la población.

Resultados

Se identificaron un total de 158 alelos, con un rango de 2-13 alelos por marcador; de los cuales, 135 fueron compartidos en las 7 comunidades. Así mismo, se encontraron 23 alelos exclusivos para toda la población. Por otro lado el 20.3% de alelos encontrados tienen una frecuencia menor al 1% (alelos raros [5]). El valor promedio de heterocigocidad de las comunidades fue de 0.67, encontrándose en el rango de 0.64-0.70. De un total de 444 cultivares

se encontró que el 96.8% de los haplotipos fueron únicos, siendo 7 el número de haplotipos iguales encontrados en la población. El AMOVA muestra que el 98% de la variación molecular se encuentra dentro de las comunidades, con un índice de fijación: $F_{st}=0.019$, revelando que no existe estructura genética poblacional diferenciada entre las comunidades

Conclusiones

Los valores de riqueza alélica, heterocigocidad y los agrupamientos permiten estimar que los 516 cultivares evaluados en la región suroeste del departamento de Junín son diversos. Por otro lado, el número de haplotipos diferentes y haplotipos únicos encontrados, permite concluir que no existe un intercambio frecuente entre las comunidades y que la diversidad de cultivares es alta y únicos para cada comunidad. A partir de los resultados de AMOVA se concluye que la región suroeste de Junín, ha conservado su acervo genético. Sin embargo debido a la falta de investigaciones, a nivel molecular, de la región de estudio es imposible determinar si existieron o no cambios evolutivos en el transcurso de los años. Por tal motivo es importante, ahora que se posee una línea base, monitorear en los próximos años este microcentro de diversidad de papas nativas, en búsqueda de posibles erosiones genéticas producto de cambios climáticos, evolutivos y/o demográficos.

Referencias bibliográficas

- [1] FAO. 2010. The second report on the state of the world's plant genetic resources for food and agriculture. Rome, 372 pp.
- [2] BAENA, M., JARAMILLO, S., MONTOYA, JE. 2003. Conservación In Situ de la Diversidad Vegetal en Áreas Protegidas y en Fincas. Ed. IPGRI. Cali-Colombia, s.e.
- [3] HERRERA, M., GHISLAIN, M. 2000. Molecular biology laboratory protocols plant genotyping training manual. CIP.
- [4] GHISLAIN, M., NÚÑEZ, J., HERRERA, M., PIGNATARO, J., GUZMAN, F., BORNIERBALE, M., SPOONER, D. 2008. Robust and highly informative microsatellite-based genetic identity kit for potato. Molecular Breeding 23(3): 377-388.
- [5] DE HAAN, S. 2009. Potato diversity at height: multiple dimensions of farmer-driven in-situ conservation in the Andes. Pags. 245 pp. Lima, Wageningen University.

Las papas antiguas de canarias: Introducción y diversidad

Ríos, Domingo ¹ ; Ruiz de Galarreta, José I. ²

¹ Centro de Conservación de la Biodiversidad Agrícola de Tenerife. Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo Insular de Tenerife. E-mail:domingor@tenerife.es

² NEIKER-Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario, Apdo 46, E01080 Vitoria.

Introducción. La introducción de la papa en las Islas Canarias según el taxónomo Peruano D. Carlos Ochoa podría haberse realizado anteriormente a las fechas que han sido citadas hasta el momento, probablemente entre los años 1550 y 1560. Los primeros datos históricos (1560-1567) de la presencia de papas en Canarias son anteriores a la primera fecha de entrada de papas en Europa (1573). Estas primeras introducciones podrían ser pertenecientes a la *ssp. andigena*, tanto por las descripciones, como por los herbarios conservados. Así mismo, según Hawkes y Francisco Ortega [1;2], un barco que embarcase las papas de Chiloe (*ssp. tuberosum*), no era capaz de llegar a Europa con las papas en buen estado, lo que es confirmado aún más por el hecho de que los viajes directos por el Estrecho de Magallanes no habrían de producirse hasta 1579. Sin embargo, Ríos *et al.* [3], determinan que pudieran existir cultivares de papas en Canarias introducidas de forma paralela desde los Andes y de Chiloe.

Objetivo. Contribuir a explicar la antigüedad y diversidad de las papas antiguas de Canarias.

Resultados. En 1816 aparecen las primeras descripciones de cultivares de papa en las “*Lecciones Elementales de Agricultura: teórica, práctica y económica*” de Bandini [4]. En el “*Diccionario de Historia Natural de las Islas Canarias*”, Viera y Clavijo [5], describe algunas papas a finales del siglo XVIII. Muy posteriormente, Zubeldia *et al.* [6], determina la presencia de 7 cultivares pertenecientes a *S. tuberosum ssp. andigena*, 2 cultivares de *S. tuberosum ssp. tuberosum* y un cultivar triploide que encuadra en la especie *S. mamilliferum*. Álvarez y Gil [7] determinan la presencia a finales del siglo XX en los campos de Tenerife de cultivares antiguos.

Los primeros estudios morfológicos de las papas de Canarias con métodos de taxonomía numérica los realiza Ríos [8] determinando en tres años de caracterización los agrupamientos y la ploidía de 41 entradas de papas de la Isla. En este trabajo se obtuvo una excelente correlación entre los grupos obtenidos por el método cluster y la clasificación popular de los agricultores. Los resultados parecen indicar la existencia de cuatro grupos claros:

- Un grupo formado por las entradas de papas con caracteres de *ssp. andigena*
- Un grupo intermedio formado por cultivares probablemente de naturaleza híbrida.
- Otro grupo formado por las entradas pertenecientes a la especie triploide *S. chaucha*.
- Por último, un grupo que encuadra a los cultivares de la *ssp. tuberosum*.

Barandalla *et al.* [9], con las entradas de Ríos (2002), realiza un estudio molecular con 19 marcadores SSR. Los resultados presentan gran similitud con los morfológicos. Posteriormente, Ríos *et al.* [3], mediante 24 SSR y un marcador de DNA de la delección característica de la *ssp. tuberosum* realizan una primera aproximación filogenética de las papas canarias, comparándolas con 25 entradas de Sudamérica provenientes del Centro Internacional de la Papa (CIP).

Conclusiones. Las papas antiguas de Canarias presentan una gran diversidad y singularidad.

Agradecimientos. A la INIA por la financiación RFP2011-00002-00-00 y RTA2011-00018-C03-02.

Referencias bibliográficas

- [1] Hawkes J.G., Francisco-Ortega J., 1992. The potato in Spain during the late 16th Century. *Economic Botany* 46(1):86-97.
- [2] Hawkes, J.G. y Francisco-Ortega J. 1993. The early history of the potato in Europe. *Euphytica* 70:1-7.
- [3] Ríos D, Ghislain, M, Rodríguez F, Spooner DM. 2007. What is the Origin of the European potato?. Evidence from Canary Island Landraces. *Crop Sci* 47:1271-1280.
- [4] Bandini J.B., 1816. *Lecciones elementales de agricultura teórica, práctica y económica*. Tomo. I. Imprenta Bazzanti, La Laguna.
- [5] Viera y Clavijo J., 1866. *Diccionario de Historia Natural de las Islas Canarias*. Excmo. Mancomunidad de Cabildos de Las Palmas. (Edición de 1982). Gran Canaria.
- [6] Zubeldia A, López-Campos G, Sañudo-Palazuelos A. 1955. Estudio, descripción y clasificación de un grupo de variedades primitivas de patata cultivadas en las Islas Canarias. INIA. Vol. XV. Cuaderno 225, 33:287-324.
- [7] Álvarez CE, Gil J. 1996. Inventario de las papas presentes en la Isla de Tenerife y de los nombres que en ella reciben. Hojas Divulgativas, nº 5. Servicio de Agricultura. Cabildo Insular de Tenerife. 33 pp.
- [8] Ríos D. 2002. Caracterización morfológica y ecofisiológica de un grupo de cultivares locales de papas de Tenerife. Tesis doctoral. USC. 273 pp.
- [9] Barandalla L, Ruiz de Galarreta JI, Ríos D, Ritter E. 2006. Molecular analysis local potato cultivars from Tenerife Island using microsatellite markers. *Euphytica* 152:283-291.

Caracterización morfológica de tubérculos de accesiones de papa *Solanum tuberosum* subsp. *andigenum* (Juz. & Bukasov) Hawkes del banco de germoplasma de tubérculos y raíces de Bolivia

Iquize, Edwin¹ y Rocabado, Carol¹

¹ Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal

INIAF. E-mail: e_iquize_v@hotmail.com

Introducción

En el Banco de Germoplasma de Tubérculos y Raíces, la colección de papa está constituida por 1586 accesiones, incluye a ocho especies [1]. Este recurso genético es administrado por INIAF desde el 2010, así mismo en la conservación existe una serie de actividades, entre ellas la caracterización [2].

Objetivo

Determinar la variabilidad y características morfológicas de tubérculos de las accesiones de papa (*Solanum tuberosum* subsp. *andigenum* (Juz. & Bukasov) Hawkes) del Banco de Germoplasma de Tubérculos y Raíces Andinas de Bolivia,

Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en la Estación Experimental Toralapa, Provincia Tiraque del Departamento de Cochabamba - Bolivia. El Banco registra 981 accesiones de la subsp *andigenum*. Se consideraron 534 accesiones. Las mismas proceden de los Departamentos de Cochabamba, Chuquisaca, La Paz, Oruro, Potosí, Santa Cruz y Tarija. En la caracterización de los tubérculos [3] se evaluó 10 variables en la campaña 2012-2013 y el rendimiento promedio del 2006 y 2014. Estas variables fueron procesadas con estadística descriptiva [4], componentes principales para datos cualitativos, cuantitativos y mixtos; y análisis de Agrupación o Cluster utilizando las distancias euclidianas [5].

Resultados

Se observó un 80.87% de variación explicada en los primeros cuatro componentes principales (10 variables cualitativas). El primer componente representa al color secundario de la piel, distribución del color secundario de la piel, color predominante de la piel, profundidad de ojos y distribución del color secundario de la pulpa del tubérculo. El segundo principal expresa a los caracteres forma general, color secundario de la pulpa y distribución del color secundario de la pulpa del tubérculo.

Las accesiones fueron agrupadas en 10. El segundo cluster aglutina la mayor cantidad de accesiones (159), seguido por los clusters 3 (136) y 4 (102); y con menor proporción el cluster 1 y 5 al 10. El cluster 2, registró mayor ocurrencia de accesiones con la forma general del tubérculo oblongo; variante de forma ausente y aplanado; profundidad de ojos media y superficial; color predominante de la piel rojo-morado; color predominante de la pulpa crema; y ausente el color secundario de la pulpa. El cluster 7 presenta mayor ocurrencia de accesiones con el color predominante de la pulpa violeta; y color secundario de la pulpa crema; y el cluster 8 con color predominante de la pulpa crema y amarillo claro; y el color secundario de la pulpa violeta. Estos caracteres de estos tres clusters, orienta la posibilidad de obtener nuevas variedades a través de mejoramiento genético con tubérculos de ojos superficiales y contenido de pigmento en la pulpa [6].

El rendimiento de papa fue 0.391 ± 0.210 , con un mínimo y máximo de 0.0004 y 1.228 kg/planta.

Conclusión

Se observó variabilidad en las características morfológicas de los tubérculos.

Agradecimientos

Al Personal de Apoyo y Técnico de la Estación Experimental Toralapa. INIAF - Filial Cochabamba

Referencias bibliográficas

- [1] INIAF. 2014. Base de datos del Banco de Germoplasma de Tubérculos y Raíces Andinas. Programa Nacional de Recursos Genéticos. Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal. Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras. Estado Plurinacional de Bolivia.
- [2] Patiño, F.; Condori, B.; Segales, L.; Mamani, A.; y Cadima, X. 2008. Atlas de especies silvestres y cultivadas de papa de Bolivia. Viceministerio de Biodiversidad Recursos Forestales y Medio Ambiente VBRFMA. Bioversity. La Paz Bolivia. DL 2-1251308. 100 p.
- [3] Huaman Z. 2008. Descriptores morfológicos de la papa (*Solanum tuberosum* L.). Cabildo de Tenerife. Centro de Conservación de la biodiversidad agrícola de Tenerife. ISBN: 978-84-87340-95-6. Depósito Legal: TF-27/2008.
- [4] Steel y Torrie, 1992. Bioestadística: principios y procedimientos. McGraw-Hill. México D. F.
- [5] SAS INSTITUTE INC. 2013. SAS® 9.2. Help and documentation. www.sas.com.
- [6] Coma M. C. 2012. Las papas en Bolivia. Una aproximación a la realidad del mejoramiento del cultivo de la papa en Bolivia. Universidad Mayor de San Simón. FCAPFyV" Dr. Martín Cárdenas H" Cochabamba – Bolivia p. 307.

Experiencias en la conservación *in situ* de papas nativas en el Resguardo Indígena del Gran Cumbal, Nariño – Colombia

Rosero, Maria G.^{1, 2}; Tapie, William A.^{1, 2}; Rosero, Deisy A.^{1, 2}; Ortiz Escobar, Amanda²

¹ Organización Indígena para la investigación Tierra y

Vida, E-mail: mgroseroa@unal.edu.co.

² Universidad Nacional de Colombia- Sede Palmira.

Introducción

Las papas nativas han sido conservadas en agro-ecosistemas tradicionales denominados Shagras, como estrategia de soberanía alimentaria y preservación de la identidad cultural del Pueblo de los Pastos.

Objetivo

La iniciativa comunitaria tuvo como propósito caracterizar la diversidad biológica de papas nativas y el sistema de conservación.

Materiales y Métodos

Este estudio fue realizado mediante investigación acción - participativa y dialogo de saberes [1].

Resultados

Diferentes formas de manejo y conservación (labores culturales: bajo el sistema de guachado y uso de calendario Solar - lunar); sistemas locales de clasificación de variedades diferenciando dos grupos: Guatas (17)-Chauchas (24); abastecimiento y preservación de semilla se realiza mediante diferentes métodos que incluyen un sistema de selección: Cuyera, semilla, locrera o pareja y cuambiaca y técnicas de preservación (soberado – Kal o corral). Se estableció un repositorio de germoplasma para la recuperación, protección y propagación. Adicionalmente, el reconocimiento de mujeres custodios de semillas, fortalecimiento de actividades socioculturales (trueque y payacua), feria de semillas y cocina tradicional fueron realizadas como estrategias de conservación.

Conclusiones

Las papas nativas han sido conservadas bajo sistemas de producción autóctonos por las comunidades, por lo tanto constituyen un legado para las generaciones. Sus atributos en cuanto a valor nutricional, variabilidad, capacidad de adaptación en zonas de

páramo bajo condiciones de estrés biótico y abiótico resaltan la importancia de los recursos genéticos nativos.

Referencias bibliográficas

- [1] Durston, J., Miranda, F. 2002. Experiencias y metodología de la investigación participativa. pp. 71. Naciones Unidas CEPAL - SERIE Políticas sociales. Santiago de Chile N° 58, 92-1-322005-7.
- [2] Farran, I. y Mingo-Castel, A.M. (2006) Potato minituber production using aeroponics: Effects of Plant density and harvesting intervals. American Journal of Potato Research, 83, 47-53.
- [3] Mateus-Rodríguez, J.; De Haan, S.; Andrade-Piedra, J.; Maldonado, L.; Hareau, G.; Barker, I.; Chuquillanqui, C.; Otazú, V.; Frisancho, R.; Bastos, C.; Pereira, A.; Medeiros, C.; Montesdeoca, F.; Benítez, J. (2013) Technical and economic analysis of aeroponics and other system for potato mini-tuber production in latin America. American Journal of Potato Research, 90, 4, 357
- [4] Murphy, J. and Riley, J. (1962). "A modified single solution method for determination of phosphate in natural water." Anal. Chim. Acta 27(31-36).

CHARLAS TÉCNICAS COMERCIALES

Bioestimulación Arysta Lifescience. Mensaje hacia la Productividad

Moreno, German¹ y Orozco, Juan²

¹ Arysta LifeScience. Departamento Técnico. E-mail: german.moreno@arysta.com

² Arysta LifeScience. Coordinador Nutrición. Colombia.

E-mail: juan.orozco@arysta.com

El uso de fitohormonas en cultivos es una estrategia de amplio uso en el mundo, debido al efecto generado en el metabolismo de las plantas y su relación directa con procesos fisiológicos que definen los componentes de rendimiento en cultivos (Jordan y Casaretto, 2006). Para generar éxito en la ejecución de dicha estrategia, es muy importante conocer a profundidad conceptos como: que son las hormonas vegetales, dinámica e interacción entre hormonas, su rol por etapa fenológica y su relación con los componentes de rendimiento. Este documento será desarrollado teniendo en cuenta estos conceptos, su aplicación, relación directa con fenología de la papa y procesos que definen los componentes del rendimiento del cultivo.

Una hormona vegetal es un compuesto orgánico que se sintetiza en alguna parte de la planta y que se transloca a otra parte, en donde concentraciones muy bajas causan una respuesta fisiológica al complementarse con proteínas celulares específicas llamadas receptoras (Smith y Wood, 1996). Este tipo de hormonas, se encuentran divididas en dos grupos: promotores de crecimiento (auxinas, giberelinas, citoquininas, brasinosteroides, ácido jasmonico, ácido salicílico, poliaminas) e inhibidores de crecimiento (ácido abscísico, etileno, metil jasmonato); los promotores de crecimiento son participantes en procesos como diferenciación de tejidos, división celular, alargamiento o elongación celular, crecimiento, floración, fructificación y formación de semilla. Por otro lado los inhibidores de crecimiento tienen un importante papel en la respuesta al estrés causado por factores bióticos y abióticos, además de estar involucrados en procesos que inhiben crecimiento como dormancia y abscisión (Giannakoula *et al.*, 2012).

Cada hormona está en capacidad de relacionarse con otras hormonas de acuerdo con el nivel en el que las vías hormonales interactúan al cruzar caminos de transporte o señalización, generándose mecanismos de interferencia y control que resultan en sinergismos o antagonismos de acuerdo a la concentración y a la etapa fenológica. En el cultivo de papa existen evidencias de la interferencia y control entre las vías de señalización de diferentes hormonas durante el desarrollo de cultivo, tanto en el proceso de dormancia y ruptura de la misma en los tubérculos semilla (Alexopoulos, 2007; Hartmann *et al.*, 2011; Sonnewall 2010), como en los procesos posteriores de estolonización y tuberización; (MacGrady *et al.*, 1985; Romanov *et al.*, 2000; Aksenova *et al.*,

2012). Dichos procesos presentan por separado un balance y una interacción hormonal diferentes, que deben ser entendidos como punto de partida para generar procesos de estimulación exógena.

Iniciando con los procesos hormonales en el tubérculo como semilla, evidencias indican que a partir de la inducción a tuberización en planta madre, el tubérculo entra en un periodo de dormancia, cuya longitud depende directamente de las condiciones ambientales, fisiológicas y de control hormonal. Las hormonas relacionadas con la dormancia son ABA y Etileno, requeridas para el inicio y mantenimiento de la misma (Suttle, 2004). Las hormonas relacionadas con la ruptura de la dormancia y posterior brotación son las Citoquininas y las Giberelinas, las primeras relacionadas con la activación de la división celular, diferenciación de puntos de crecimiento y el proceso de rompimiento de dormancia y las segundas relacionadas con presencia de enzimas hidrolíticas, elongación celular y crecimiento de los brotes (Hartmann *et al.*, 2011). Las citoquininas tienen una labor adicional relacionada con control negativo sobre la presencia del ABA y Etileno, estableciéndose una relación ABA/citoquininas, la cual está relacionada directamente con la sensibilidad de la respuesta al aporte exógeno (Suttle, 2004).

Las evidencias logradas son un punto de partida para afirmar que la eficiencia en el proceso está directamente relacionada con el balance hormonal entre citoquininas y giberelinas, generándose una actividad giberélica aumentada a partir de la presencia de las citoquininas en los tejidos; sin embargo basta la presencia de alguna de las dos hormonas para generar como respuesta la ruptura de la dormancia del tubérculo (Sonnewall, 2014). Por su parte las Auxinas juegan un papel importante en la diferenciación de los vasos vasculares, una vez se ha dado la ruptura de la dormancia. Los procesos de estolonización y tuberización se encuentran muy relacionados a nivel de dinámica hormonal, existiendo investigaciones en las que se evidencia la presencia del ácido giberélico (GA3) en mayor concentración endógena durante el proceso de elongación celular de los estolones; mientras que la mayor concentración de ácido indol acético (AIA) está presente en el ensanchamiento de la punta del estolón (Koda y Okasawa, 1983), además de ser el responsable de la ganancia de tamaño inicial en el proceso de tuberización (Romanov *et al.*, 2000); por su parte las citoquininas son parte integral de la señalización del proceso de tuberización en plantas de papa; en ausencia de citoquininas no hay mensaje de tuberización (Pelacho y Castel, 1991), adicional a esto Romanov y su equipo afirman que la kinetina es la encargada de establecer la respuesta en cuanto a cantidad de tubérculos por planta por su función en la diferenciación de puntos de crecimiento.

Por otro lado, la hormona inhibidora de crecimiento Acido Abscísico (ABA) es reportada como punto de partida de la

señalización de tuberización junto con las citoquininas, incrementando su concentración al iniciar ensanchamiento del estolón y diferenciación a tubérculo (Jackson, 1999), una alta concentración de esta hormona está relacionada con la disminución de las giberelinas en los estolones, debido al antagonismo existente, el cual desplaza el efecto inhibitorio causado por las giberelinas en el proceso de tuberización (Hannapel *et al.*, 2004); de forma tal que en este proceso la acumulación de las giberelinas se da en hojas y tallos mientras se reduce a niveles mínimos en los estolones (Pratt, 2002). Una vez inicia el proceso de crecimiento de los tubérculos, giberelinas, auxinas y citoquininas se encuentran señalizando los procesos de división y elongación celular, hasta el momento de madurez fisiológica, determinada por la acumulación de ABA y acumulación de etileno en tejidos aéreos, lo que determina el inicio de la última etapa del ciclo en el cultivo, momento en el cual se da el mayor porcentaje de translocación de asimilados hacia los tubérculos (Fernández, 1988).

Buscando ampliar las señales endógenas generadas por cada una de las hormonas de crecimiento, se han desarrollado trabajos de investigación realizando aportes exógenos de hormonas en el cultivo de papa, tanto en semilla para ruptura de dormancia y brotación (Hartmann, 2010; Alexoupoulus, *et al.*, 2007) como en estado vegetativo buscando efecto sobre estolonización y tuberización (Xu *et al.*, 1998), obteniendo incrementos significativos tanto en porcentaje y tiempo de brotación de semillas (proceso relacionado con densidad por hectárea), como en porcentaje de tuberización (proceso relacionado con cantidad y calidad de órganos cosechables). Estas respuestas están directamente relacionadas con incrementos en rendimiento de cultivo.

De igual manera, se han reportado efectos negativos al realizar aportes exógenos de hormonas, tal y como lo reporta Hartmann y su equipo en el 2011, quienes afirman que dosis superiores a una parte por millón de auxinas aplicadas sobre semillas dormantes, generan deformación de los brotes desarrollados. Por su lado, Xu *et al.*, 1998, reporta efectos negativos de las giberelinas sobre plantas en proceso de tuberización, concluyendo que las giberelinas son hormonas inhibitorias del proceso y elongan los estolones sin ninguna señal de tuberización. El origen de este tipo de respuestas tienen como origen el desbalance hormonal endógeno, proceso que se da debido a la utilización de hormonas cuya función no está relacionada con la etapa fenológica en la que se realiza el aporte, generando antagonismos e interacciones negativas en las vías de señalización (Chandler, 2009). Por lo anterior es posible afirmar que el éxito en el uso de esta estrategia es totalmente dependiente de la hormona, de la dosis utilizada, relación de hormonas a aplicar y la etapa fenológica del cultivo; parámetros relacionados directamente con los conceptos balance y dinámica natural de las vías de señalización hormonal.

Sobre este concepto y evitando respuestas negativas ante la estimulación hormonal de cultivos, la compañía Arysta LifeScience ha desarrollado un concepto de Bioestimulación, en el cual el producto Biozyme es el principal componente. Este producto es un Bioestimulante proveniente de tejidos vegetales, su modo de acción tiene efecto directo sobre genes participantes en el metabolismo de ácido Indol Acético (AIA), ácido Giberélico y zeatina, aportando alta eficiencia en los procesos de síntesis según la etapa fenológica y la participación endógena de cada hormona. De esta forma, el producto desencadena un estímulo del metabolismo hormonal, razón por lo cual no genera ningún tipo de desorden fisiológico, ya que no contiene hormonas sintéticas. Pruebas realizadas por la compañía Arysta LifeScience con el producto Biozyme sobre plantulas de tomate, han demostrado una respuesta equivalente en la producción de citoquininas, auxinas y giberelinas al ser aplicado en dosis entre 1 a 4 cc por litro de agua; equivalencia que es dependiente de la etapa de desarrollo y la dinámica hormonal endógena.

En el cultivo de papa, la aplicación de Biozyme muestra incremento en los componentes de rendimiento, al realizar aplicaciones en semilla sobre surco de siembra, en deshierba, inicio de floración y caída de flor. Dichas aplicaciones buscan incrementar el metabolismo hormonal de cada una de las etapas, con el fin de obtener mayor número de tallos primarios por tubérculo, mayor cantidad de estolones por tallo primario, mayor cantidad de tubérculos por tallo primario y ganancia en tamaño de los tubérculos a cosechar; cada uno de estos procesos están directamente relacionados con la presencia de las hormonas mencionadas tal y como ha sido mencionado en este documento. Procesos que han sido evaluados sobre cultivos de papa para industria tratados con Biozyme, generando incrementos en plantas emergidas hasta de un 5% y en número de tallos primarios hasta de un 19%; existiendo a su vez diferencias importantes en cantidad de tubérculos y productividad, logrando un 19% en superioridad de número de tubérculos por planta, con una distribución de tamaño de 65% más de calidad apta para procesamiento industrial tipo bastón y un 14% más de calidad para procesamiento tipo chip. De esta manera es posible afirmar, que el uso del producto Biozyme sobre el cultivo de papa, genera eficiencia en los procesos fisiológicos que definen los componentes de rendimiento del cultivo, al estar estos relacionados con el metabolismo de las hormonas auxinas, giberelinas y citoquininas en cada una de las etapas fenológicas en las que se realiza el aporte del bioestimulante.

En conclusión, el uso de hormonas sobre cultivos es una estrategia en capacidad de incrementar productividad y calidad de órganos cosechables, siempre que se tenga la información sobre los procesos fisiológicos y la dinámica hormonal que definen los componentes de rendimiento de un cultivo, lo que permite realizar un estímulo exógeno sin generar un desequilibrio que desencadene

respuestas negativas y limite el potencial de producción. Para lo cual ha sido creado el producto Biozyme, cuya función es incrementar la eficiencia natural y balanceada del metabolismo hormonal, generando mayor concentración de hormonas relacionadas con los procesos que definen cantidad y calidad de tubérculos a cosechar.

Xu X., Lammeren A., Vermeer E., y Vreugdenhil D., 1998. The Role of Gibberellin, Absciscic Acid, and Sucrose in the Regulation of Potato Tuber Formation in Vitro. *Plant Physiol.* (1998) 117: 575–584

Referencias bibliográficas

- Aksenova A., Konstantinova T., Golyanovskaya S., Sergeeva L. y Romanov G. 2012. Hormonal Regulation of Tuber Formation in Potato Plants. *Russian Journal of Plant Physiology*, 2012, Vol. 59.
- Alexopoulos A., Koumianakis K., Vemmos S. y Passam H., 2007. The effect of postharvest application of gibberellic acid and benzyl adenine on the duration of dormancy of potatoes produced by plants grown from TPS. *Postharvest Biology and Technology* 46 (2007) 54–62.
- Chandler J., 2009. Auxin as compere in plant hormone crosstalk. Springer-Verlag. Planta (2009)
- Giannakoula A., Ilias F., Maksimovic' J., Maksimovic' V., Branka D. 2012. The effects of plant growth regulators on growth, yield, and phenolic profile of lentil plants. *Journal of Food Composition and Analysis* 28 (2012) 46–53
- Hannapel D., Chen H., Rosin F., Banerjee A., Davies P. 2004. Molecular Controls of Tuberization. *Amer J of Potato Res* (2004) 81:263-274.
- Hartmann A., Senning M., Hedden P., Sonnewald U. y Sonnewald S., 2011. Reactivation of Meristem Activity and Sprout Growth in Potato Tubers Require Both Cytokinin and Gibberellin. *Plant Physiology*, February 2011, Vol. 155, pp. 776–796
- Jackson S., 1999. Multiple Signaling Pathways Control Tuber Induction in Potato. *Plant Physiology*, January 1999, Vol. 119, pp. 1–8.
- Jordan M. y Casaretto J., 2006 Hormonas y Reguladores del Crecimiento: Auxinas, Giberelinas y Citocininas. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile (2006)
- Koda Y. y Okazawa Y. 1983. Characteristic changes in the levels of endogenous plant hormones in relation to the onset of potato tuberization. *Japan Journal. Crop Science* 52(4): 592-597.
- Pratt S., 2002. Hormonal and Daylength Control of Potato Tuberization. Dpto. de Genética Molecular de Plantas, Centro Nacional de Biotecnología- CSIC, Campus Universidad Autónoma, Cantoblanco, 28049 Madrid, SPAIN.
- Pelacho A. y Castel M. Effects of photoperiod on kinetin-induced tuberization of isolated potato stolons cultured *in vitro*. *American Potato Journal*. Vol68: 533-542.
- Romanov G., Aksenova N., Konstantinova T., Golyanovskaya S., Kossman J. y Willmitzer L. 2000. Effect of indole-3-acetic acid and kinetin on tuberisation parameters of different cultivars and transgenic lines of potato *in vitro*. *Plant Growth Regulation* 32: 245–251
- Sonnewald S., y Sonnewald U., 2014. Regulation of potato tuber sprouting. *Planta* (2014) 239:27–38
- Suttle J., 2004. Physiological Regulation of Potato Tuber Dormancy. *Amer J of Potato Res* (2004) 81:253-262

Consequences of a changing market for potato chain

Oostewechel, Rene¹

¹ Especialista cadenas de comercialización de hortalizas. Agriment.

GITAHpapa. E-mail: r.oostewechel@agriment.com

If we look at the fruit and vegetable market segment in different parts of the world, a development can be noticed from long-, inefficient chains that include many relative small actors towards very efficient chains consisting of powerful retailers, a limited number of large producers/packers and logistics providers.

In North America and Europe, already between 60% and 85% of all fruits and vegetables are sold via a small number of very large supermarkets. This gives them a powerful position which they use to dictate quality, price, packing etc. The producers respond by forming large marketing cooperatives or by increasing in size, start their own value adding (cleaning, sorting, packing etc.) and start direct chain cooperation with retail Distribution Centres. In short; development of structural cooperation and communication in value chains that become ever shorter.

It is not the grower anymore that decides what variety and size he grows and then seeks a buyer for that product. It is mostly the other way around, the retailers (but also the industry) have demands about the type of product, varieties, size, type of packing and moment of supply. They also demand the product to be traceable and have demands regarding (registration) of chemical use, environment, labour conditions etc. The growers produce accordingly.

In North America and Europe, many small producers and small traders have disappeared during the last 20 years. A process that is still continuing. But also in Brazil for example the number of potato producers has decreased from 30.000 in 1995 to less than 5.000 in 2014 cultivating the same number of hectares.

Key driver of change is the growing middle-class in a country. When their numbers increase, also the retail chains become stronger. The increased numbers and demands of upper- and middle class consumers and the increased marketing power of the retailers are the main reason that value chains need to adapt.

The producers that survive are the ones that recognise the changes in the market, the shift in power balance and the need to meet the requirements of the market in an early stage. They react by:

Increasing efficiency in production, increase yields and there with lower cost price per kg

Constant communication with the retailers to produce according to market requirements

Mechanisation in pack stations in order to sort, grade, brush or wash and pack the products

High capacities in harvest- and pack station in order to be able to react quickly to demand

Small storages for quality and few days buffer to keep the pack station running

Or, in some places, long term storage to be able to supply year round.

The efficiency in production is a key factor to lower the cost price and to be competitive.

This starts with good and healthy seeds and a good seedbed preparation that guarantees a good soil structure and a good ridge build-up. But many other factors add to a good quality and yield like for example irrigation with sufficient capacity, fertilization and crop protection based on exact requirements. For this it is required to have:

Management information on disease pressure and water requirements for efficient applications; not too much or too early; not too little, too late.

Reliable equipment with sufficient capacity to harvest, transport or pack large volumes to be flexible in supplying the market

Argentina already, to a large extend mechanised its primary production, especially the producers for industry. Mechanisation in the pack stations for ware potatoes, meet the demands of the retailers and stimulate mechanisation in the fields where harvesters take over the manual filling of bags. In Brazil the same development is taking place.

The level of economic developments and the speed with which they occur differ per country. For the current producers, traders and input suppliers It is important however, to be aware of what developments took place and still are taken place in other parts of the world. It enables them to react to changing market conditions and take leading positions to produce a product that is competitive in price and that meets quality standards as demanded.

Consecuencias de un mercado cambiante para la cadena de papa

Oostewechel, Rene¹

¹ Especialista cadenas de comercialización de hortalizas. Agriment.

GITAHpapa. E-mail: r.oostewechel@agrimient.com

Si nos fijamos en el segmento de mercado de frutas y hortalizas en diferentes partes del mundo, un acontecimiento puede ser observado desde cadenas largas, ineficientes que incluyen muchos pequeños actores, hacia cadenas muy eficientes que consisten en los minoristas de gran alcance, un número limitado de grandes productores / empaques y proveedores logísticos.

En América del Norte y Europa, ya entre el 60% y el 85% de todas las frutas y verduras se venden a través de un limitado número de grandes supermercados. Esto les da una posición de poder que utilizan para dictar calidad, precio, empaque, etc. Los productores responden formando grandes cooperativas de comercialización o mediante el aumento de tamaño, iniciar su propio valor añadido (limpieza, clasificación, empaque, etc) y comenzar cooperación directa con centros de distribución de cadenas de supermercados. En breve; desarrollo de la cooperación y la comunicación estructural en las cadenas de valor que se vuelven cada vez más cortos. No es el productor más que decide qué variedad y tamaño que cultiva y luego busca un comprador para ese producto. Es sobre todo a la inversa, los minoristas (pero también la industria) tienen demandas sobre el tipo de producto, las variedades, el tamaño, el tipo de envase y el momento de la oferta.

También exigen que el producto sea trazable y tienen exigencias en cuanto a (registro) de uso de productos químicos, el medio ambiente, condiciones laborales, etc. Los agricultores producen en consecuencia. En América del Norte y Europa, muchos pequeños productores y pequeños comerciantes han desaparecido durante los últimos 20 años. Un proceso que aún continúa. Pero también en Brasil, por ejemplo, el número de productores de papa ha disminuido de 30.000 en 1995 a menos de 5.000 en 2014 cultivando el mismo número de hectáreas. Factor clave del cambio es el aumento de la clase media en un país. Cuando sus números aumentan, también las cadenas de distribución se hacen más fuertes. El aumento del número y las demandas de los consumidores de clase alta y media y el aumento del poder de los minoristas son la razón principal de que las cadenas de valor tienen que adaptarse.

Los productores que sobreviven son los que reconocen los cambios en el mercado, el cambio en el equilibrio de poder y la necesidad de satisfacer las exigencias del mercado en una fase temprana. Reaccionan por:

- Aumentar la eficiencia en la producción, aumentar los rendimientos y con ello bajar el precio de costo por kg
- Comunicación constante con los minoristas para producir de acuerdo a las necesidades del mercado
- Mecanización en estaciones de empaque con el fin de gradar, cepillar o lavar y empaquetar los productos
- Altas capacidades en cosecha y estaciones de empaque con el fin de ser capaces de reaccionar rápidamente a la demanda
- Almacenes pequeños de búfer de calidad y unos días para mantener la estación de paquete en ejecución
- O, en algunos lugares, el almacenamiento a largo plazo para estar capaz de suministrar todo el año.
- La eficiencia en la producción es un factor clave para reducir el precio de coste y para ser competitivos.

Esto comienza con las semillas buenas y saludables y una buena preparación del suelo que garantiza una buena estructura del suelo. Sin embargo, muchos otros factores se suman a una buena calidad y rendimiento, como por ejemplo el riego con capacidad suficiente, fertilización y protección de cultivos en base a los requisitos exactos. Para esto se requiere tener:

- Información exacta sobre los requisitos de agua y de presión de enfermedades para las aplicaciones eficientes; no demasiado o demasiado pronto; no insuficiente o demasiado tarde.
- Equipo fiable con capacidad suficiente para la cosecha, el transporte o el empaque de grandes volúmenes para ser flexible en el abastecimiento del mercado

Argentina se extiende en áreas mecanizadas para producción primaria, especialmente los productores para la industria. La mecanización en las estaciones de empaque para las papas de consumo, satisfacen las demandas de los minoristas y estimulan la mecanización en los campos donde los recolectores reemplazan el llenado manual de las bolsas. En Brasil, el mismo desarrollo se lleva a cabo.

El nivel de la evolución económica y de la velocidad con que se producen son diferentes según el país. Para los productores, comerciantes y proveedores de insumos actuales sin embargo es importante, ser conscientes de lo que los acontecimientos tuvieron lugar y todavía tienen lugar en otras partes del mundo. Les permite reaccionar a las condiciones cambiantes del mercado y tomar posiciones de liderazgo para producir un producto que sea competitivo en precio y que cumpla con los estándares de calidad exigidos.

Innovations in potato storage

Kok, Paul¹

¹ Especialista amacenamiento de papa, Omnivent.

GITAHpapa. E-mail: m.barilatti@agrivalue.biz

The storage solutions of Omnivent have been challenged by different climates and circumstances world wide for over 60 years. With new insights and technologies Omnivent has strengthened their position in being the market leader for innovative, efficient and reliable solutions. Amongst the latest solutions are the OmniCuro automated control, OmniRecup recuperation of energy at CO₂ refresh and the OmniBreeze plug and play humidifier to prevent dehydration losses.

OmniCuro



Arable farmers with storage facilities for potatoes, onions, carrots, garlic or other root crop can look forward to a new storage automated management system which will be launched on the worldwide market soon. Omnivent presents OmniCuro, the driving force behind efficient and optimal use of storage technology. In order to guarantee the optimal use, Omnivent's, Research and Development has taken onboard all demands and wishes of its clients which has resulted in the new generation storage automation technology. The result can be summarized in three words: simple, intelligent and cost efficient. OmniCuro is already available for new and existing stores from 2014 in Europe, and from 2015 also for our customers worldwide.

Optimal storage becomes more and more complicated

With the storage of agricultural products, arable farmers are confronted with climatological circumstances during crop vegetation and storage which influence the way of handling. The modern Storage management system delivers the data and variables as management information. Responding efficiently to, for instance,

outside and inside temperature, air humidity and CO₂ values is now very simple with the OmniCuro. Apart from these well-known variables, the ventilation capacity, air flow, energy consumption and weather forecast also play an important role in the search for optimal results. In addition, local circumstances and product-related aspects have an effect on the quality of the stored product. Aspects such as soil type, variety and circumstances during the intake of the product for storage.

Storage technology reinvented

The management of all data and the application of data within the storage process require specialist knowledge. Knowledge of arable farming products and storage management are used in an automated total solution for arable farmers and store owners. Omnivent shows that many years of knowledge and experience in the worldwide market can be translated into an unparalleled storage solution based on local climate and supply chain. With OmniCuro, Omnivent presents an intelligent storage solution for arable farmers and store owners, in which intuitive operation, total control and application of location-specific variables are the starting points.



OmniRecup: better for your product, energy and wallet

The OmniRecup from Omnivent is the leading player when it comes to sustainable and energy-efficient storage. The OmniRecup refreshes CO₂ during storage, something which is not possible with system ventilators due to their lack of hatches or in climates which do not permit this. The OmniRecup uses cell air (cold) to cool down fresh (warmer) air from outside. This way, the invested energy is largely reused, which leads to significant cost savings.

More quality with less energy

Cooling the stored product can require lots of energy when the outside climate is extremely warm. (Outside temperature over

30°C) The OmniRecup extracts CO₂ high concentrated air and uses this to cool down fresh, warmer air. This results in reduction of operational running hours (cooling and ventilation), leading to significant cost savings. The OmniRecup stabilises the CO₂ concentration in the storage environment, which ensures that the potatoes can breathe and remain in good condition. The OmniRecup reduces condensation forming on the product and ensures that, through the reduction in the number of operating hours, the weight loss is reduced. A pilot project in a traditional storage environment in India's Kolkata region showed evidence of a 40% energy reduction. The storage period could be extended by two months, resulting in less quality loss and a positive effect on the frying colour.

Omnibreeze: reduce weight loss during storage



Leading innovation in mobile humidification Omnibreeze is the latest development by Omnivent. This compact and flexible 'stand-alone-unit' supplied in the form of a standard 2-cubic-metre crate can be used for humidification and cooling at any point of the storage process.

- Product features of Omnibreeze
- Product-safe humidification (no water directly on your product)
- Humidification and cooling provided simultaneously
- Reduces weight loss of your valued product during storage
- Flexible easy installation into your existing storage set up
- Increased yield from maximised protection of product weight
- Return-on-investment proven to be possible in two years
- Suitable for each application type (and manufacturer) of storage
- Fully-automated and user friendly

Test results

Lamb Weston®

In a pilot project "humidification" with the Omnibreeze' Omnivent tested the Omnibreeze design and functionality in cooperation with Lamb Weston in The Netherlands. Data from this trial confirmed the Omnibreeze as having a payback period of less than two years. Results supporting this conclusion included confirmation that the Omnibreeze realises a 1% reduction of the weight loss (within a stored quantity of 1,000 tons, without cooling). Thus giving up to 10 ton net gains in crop weight, therefore based on an average potato price, this equates to € 1,500,- per 1.000 tons stored.

Importance of humidification

The theory behind dehydration is that potatoes stored in an environment with a RH less than 95%, evaporate water content into the environment, however when it is possible to keep the RH higher than 95%, the potatoes will retain higher water content levels. This in turn results in a better quality (with less pressure bruises) and less weight loss (more weight to sell). An increase from 94% to 98% RH at stable temperatures is known to lead to a reduction of the evaporation by a factor of three, additionally due to the cooling effect of humidification this reduces ambient running hours and therefore limits the amount of refrigeration required, keeping in mind that both ambient ventilation and refrigeration lead to dehydration and therefore also contribute to weight loss of the product.

MicroEssentials® SZ™

Nueva alternativa de Fertilizante fosfatado para la agricultura intensiva
Venegas, César¹; Hylton, Kenneth¹; Mesa, José Miguel¹.

¹ The Mosaic Co., N. Latin America. E-mail: cesar.venegas.mx@hotmail.com

El Superfosfato Simple (SFS 0-20-0) fue el primer fertilizante fosfatado fabricado industrialmente en los años 1840, cuando se logró solubilizar huesos molidos o calcinados en ácido sulfúrico (John B. Lawes, Inglaterra). En 1860, se descubrieron los primeros yacimientos de roca fosfórica, con concentraciones de fósforo más altas. Desde ese momento, la roca fosfórica se convirtió en la materia prima fundamental para la producción de todos los fertilizantes fosfatados actualmente en el mercado.



Con la aplicación de ácido sulfúrico a la roca fosfórica, los productos originales, Superfosfato Simple 0-20-0 y Superfosfato Triple 0-46-0, presentaron tres importantes cualidades: suficiente solubilidad al agua, una lenta degradación de sus nutrientes y aportes significativos de azufre y calcio. Casi un siglo después, se desarrolló el proceso de fabricación del Fosfato Diamónico 18-46-0 y del Fosfato Monoamónico 11-52-0, el cual aprovecha la reacción entre el Amoníaco con el Ácido Fosfórico. Este proceso logró concentrar altos niveles de nitrógeno y de fósforo en un solo producto, pero además, eliminó todo contenido de azufre (S), calcio y otros elementos menores. Aunque el MAP y/o DAP se han utilizado intensamente por más de 60 años, en las áreas dedicadas a la producción de cultivos, deficiencias puntuales de azufre y zinc han limitado en algunas zonas el aumento de rendimientos.

The Mosaic Company, la empresa de mayor producción mundial de fertilizantes fosfatados, desarrolló la familia de productos MicroEssentials®, los cuales integran en un solo gránulo nutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo de los cultivos, a través de la exclusiva y patentada tecnología "Fusion®".

MicroEssentials® permite una nutrición balanceada para todas las plantas ya que cada gránulo cuenta con la misma composición química. Esta exclusiva característica favorece el establecimiento y desarrollo temprano de los cultivos, asegura un sólido y vigoroso crecimiento de la raíz y elimina la segregación de nutrientes, común en las mezclas físicas tradicionales.

En México y en varios países, se comercializa MicroEssentials® SZTM, 12% N, 40% de P₂O₅, 10% de S y 1% de Zn. El producto se ha estudiado en diferentes cultivos como maíz, trigo, cebada, sorgo, algodón, papa, frijol, caña de azúcar, y aguacate, logrando aumento de rendimientos generalizados. En los ensayos comparativos en cereales, se han obtenido incremento de rendimiento en un rango de 3 al 12%; en papa incrementos promedio del 6% y en aguacate rangos del 15 y hasta de un 30% mayores.

La presentación analizará principalmente la respuesta de fertilización en papas con MicroEssentials® SZTM, pero se concluye que la mejor respuesta en cultivos se logra a través de la acción combinada de mejor distribución y disponibilidad de los nutrientes, a la aplicación de Zn, en suelos de reconocida deficiencia, y a las dos fuentes de S, una como sulfato de disponibilidad inmediata, y otra como S elemental. Ambos aportes hacen que la disponibilidad de azufre sea continua durante todo el periodo de producción.

Obteniendo lo mejor de los tratamientos de fungicidas para el control de tizón tardío, una revisión

Vitti, Agnelo J.¹; Mejía, Julián²; Muñoz, Jose R.³;

¹ DuPont Do Brasil.

² DuPont de Colombia.

³ DuPont México. E-mail: Jose-Del-Refugio.Munoz@dupont.com

RESUMEN

Para obtener lo mejor de los tratamientos de fungicidas para el control del tizón tardío se debe partir de la base de que, la reducción del riesgo de daño causado por esta enfermedad se logra mediante la prevención de la misma en la fase de crecimiento más importante de la papa; a diferencia del argumento de la prevención basada en la biología del patógeno, para sustentar esta premisa, en esta revisión se analiza la dinámica de crecimiento de la papa así como los factores directos e indirectos que afectan el mismo; el efecto de la defoliación en diferentes tiempos del ciclo de crecimiento de la papa así como la relación entre el daño y las pérdidas, de igual forma se revisa el efecto de la infección en las hojas por patógenos y su impacto en el metabolismo de la planta con especial énfasis en *Phytophthora infestans* así como los conceptos anteriores llevan a la definición de control preventivo.

A new source of high quality potato seed

Martin, Carlos¹ y Gagnon, André²

¹ PROGEST 2001 INC. Research and Development.

² PROGEST 2001 INC. President. E-mail: andre.gagnon@progest2001.com.

For several decades Prince Edwards and New Brunswick provinces have been the main potato producers and seed exporters from Canada, despite that both have the smallest territories in the country. However, during the past 3-4 years their seed exports to other countries have decreased substantially due mainly to limited access to new improved varieties and also because they have faced some quality issues related to potato diseases. Although the province of Quebec is the biggest province in Canada, potato production is almost 1/3 of the two provinces mentioned before. However, Quebec has a seed potato production program concentrated in 2-3 private seed companies. A recently formed potato consortium, Quebec Parmentier (QP) has decided to enter into the high quality seed potato export business. Within the main actors involved in QP is the Research Center Les Buissons (CRLB), the seed Company Semences Elite de Quebec (SEQ), a couple of private marketing companies (Proplant and Propur) and Progest 2001, Inc. CRLB has been developing potato varieties for the past 50 years and produced more than 20 registered varieties in Canada in the last 15 years, two of which are some of the most planted ones in the eastern part of the country. SEQ is a private Company producing for several years high quality seed (minitubers, Elite 1 and Elite 2). The company produces high quality seed from several varieties and has an *IN-VITRO* bank with more than 50 commercial varieties; most of them are free but also a few ones with royalties. SEQ's seed fields are located about 500 km north-east of Quebec City in isolated, non-agricultural areas and where potatoes are not cultivated for several hundreds km. Progest 2001 is a private agricultural company that provides technical support to QP and the other companies involved in the consortium. Progest also has several other researches and development projects with other agricultural Institutions, Universities and the Ministry of Agriculture of Quebec and Canada (MAPAQ-AAC). Progest developed the National Biosecurity standards for potato growers in Canada. We also have research contracts with the main international agrochemical companies (Bayer, Dupont and Syngenta). From 2007, Progest has developed its own potato breeding program. QP and the other institutions involved in this consortium have designated Progest as the company to promote the seed marketing business outside USA and Canada and coordinate the variety trials out of North America. A recent collaborative partnership between Progest and Sunrise Potatoes from Ontario will add many chipping varieties to the potential export markets. Already, seed samples have been sent for evaluation to

Cuba, Brazil and Uruguay, and we are working on joint-ventures and collaborative agreements with other countries. The high quality of the seed produced by SEQ and the large amount of varieties available for marketing provide and assure positive results to seed companies and private farmers that multiply seed. In addition, the development of new varieties with better and ample gene pools assures better results and better agro-ecological adaptations.

Una nueva fuente de semilla de papa de alta calidad

Martin, Carlos¹ y Gagnon, André²

¹ PROGEST 2001 INC. Investigación & Desarrollo.

² PROGEST 2001 INC. Presidente. E-mail: andre.gagnon@progest2001.com.

Por varias décadas, las provincias Prince Edward Island y New Brunswick han sido las mayores productoras y exportadoras de semilla de papa en Canada, a pesar que son las dos provincias con menos territorio en el país. Sin embargo, en los últimos 3-4 años sus envíos de semilla al extranjero han disminuído considerablemente debido, principalmente, a la carencia de nuevas y mejores variedades, como también, debido a una pérdida de calidad por la presencia de algunas enfermedades. La provincia de Quebec, a pesar de ser la más grande de Canada, sólo cultiva aproximadamente un tercio del área que las dos provincias antes mencionadas. Sin embargo, Quebec tiene un programa de producción de semilla de alta calidad, centrado en 2-3 empresas privadas. Quebec Parmentier (QP) es un nuevo Consorcio de papa que ha decidido entrar al mercado de exportación de semilla de alta calidad. Dentro de los actores que participan en QP está el Centro de Investigación Les Buissons (CRLB), Semences Elite de Quebec (SEQ), un par de empresas de marketing (Proplant, Propus) y PROGEST 2001 Inc. CRLB ha estado desarrollando variedades de papa por más de 50 años y ha registrado 20 variedades en los últimos 15 años, dos de las cuales son las más sembradas en esta parte de Canada. SEQ es una empresa privada productora de semilla de alta calidad (minitubérculos, Elite 1 y Elite 2). La empresa produce semilla de alta calidad de muchas variedades y mantiene un banco *IN-VITRO* de más de 50 variedades, la mayoría variedades libres y unas pocas con royalties. Los campos de producción de semilla se encuentran a más de 500 km al nor-este de la ciudad de Quebec, en zonas totalmente aisladas, no agrícolas y donde no hay otros cultivos de papa por cientos de km alrededor. Progest 2001 es una empresa privada que da apoyo técnico a QP y a las empresas relacionadas. Progest participa además de varios otros proyectos con diversas Instituciones y Universidades relacionadas con el cultivo de papa, incluyendo al Min. de Agricultura de Quebec y Canada (MAPAQ-AAC). Progest también mantiene contratos de investigación con empresas de agroquímicos como Bayer, DuPont y Syngenta y fue la empresa que desarrollo los Estandares Nacionales de Bioseguridad para productores de papa en Canada. Desde el 2007, Progest tiene su propio programa de producción de variedades. Los diversos actores que conforman QP han designado a Progest como la empresa encargada de abrir los mercados para las semillas de papa de alta calidad producidas en Quebec como así también el manejo de los diferentes ensayos de campo. Recientemente, un proyecto colaborativo con Sunrise Potatoes de Ontario permitirá contar con muchas variedades para

chipping. Ya se han enviado diferentes muestras a Cuba, Brazil y Uruguay. La alta calidad de las semillas producidas por SEQ y la amplia gama de variedades disponibles aseguran buenos resultados a los multiplicadores de semilla y la posibilidad de encontrar nuevas variedades mejor adaptadas a las condiciones agro-ecológicas de cada zona y país.

Influencia en Control y manejo de Resistencia del Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*), con Zampro SC

Saenz, Carlos. E¹

¹ Dpto. Técnico BASF QUIMICA COLOMBIANA. E-mail: carlos.saenz@basf.com

Introducción

La papa (*Solanum tuberosum*), es uno de los cultivos tradicionales más importantes en la alimentación diaria en Colombia, amenazado seriamente por el Tizón Tardío o Gota (*Phytophthora infestans*).

El 90% del área sembrada está ubicada en su mayoría en el Altiplano Cundiboyacense y el departamento de Nariño, entre 2.000 y 3.500 m., principalmente en sistema de monocultivo, lo que incrementa la severidad de la enfermedad.

Para el control del Tizón Tardío existe un alto uso de agroquímicos, cuyas aplicaciones se hacen calendario, algunas de ellas de manera preventiva y otras de forma curativa, siendo entonces una enfermedad muy importante ya que limita el área foliar y por ende, la captación de luz para el llenado de los tubérculos.

Biología del Patógeno

El Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*), pertenece al grupo de los Oomicetos caracterizados por un micelio hialino y cenocítico. Presentan dos tipos de reproducción, sexual y asexual, siendo la última la que se presenta en Colombia de manera agresiva para los cultivos en sus dos formas (A1 y A2). Produce esporangios y esporangiofóros los cuales son transportados a través del aire, pero no recorren distancias muy largas debido a su alta tasa de desecación aunque pueden llegar a zonas vecinas. En condiciones húmedas y frescas, las zoosporas (pertenecientes a la fase sexual del hongo) que emiten los esporangios, pueden moverse con sus flagelos a través de las películas de agua que se forman en el suelo, infectando zonas cercanas e inclusive lejanas en el lote y en los campos vecinos.

Control Químico

El control del Tizón, ha sido un constante desafío por su agresividad, número de aplicaciones por ciclo, influencia del clima y disponibilidad de moléculas químicas. En el pasado, el control se basó en protectantes y curativos, estos últimos solo detenían el desarrollo de la enfermedad. Es así como BASF realizó la introducción al mercado de Forum (Dimetomorf), como el primer fungicida que no solo detenía el desarrollo del Tizón, sino que además lo destruía y

por ende secaba la lesión. BASF, en continúa innovación y desarrollo de nuevas soluciones, ha lanzado al mercado **ZAMPRO® SC**, la nueva era para el control del Tizón Tardío.

ZAMPRO® SC, es una mezcla de dos potentes activos: Ametoctradin (300 g/l) + Dimetomorph (225 g/l), moléculas que ofrecen gran actividad preventiva, curativa y rápida penetración en la planta. ZAMPRO® SC, forma un escudo protector contra el Tizón Tardío, al controlar todas las fases de ciclo de vida del patógeno, garantizando un control tanto en el interior al atravesar la lámina foliar y distribuirse por difusión al tejido, y en el exterior al adherirse a la capa cerosa de la hoja.

Al ser una molécula especializada en inhibir la obtención de energía, Ametoctradin, actúa tanto en la sobrevivencia como en la movilidad de la zoospora, procesos en los cuales el patógeno demanda grandes cantidades de energía. Desintegra rápidamente las zoosporas e inhibe la liberación de las esporas y su germinación, interrumpiendo el ciclo reproductivo del patógeno. Adicionalmente durante las diferentes etapas del ciclo de vida de la enfermedad, demanda la formación inmediata de la pared celular. La mezcla de los dos ingredientes activos, ofrece una sinergia como disruptores de la misma.

Ametoctradin, reduce la producción energética, clave en el crecimiento de la pared celular, complementando la acción del Dimetomorph al impedir la síntesis de lípidos precursores de la pared celular. Este sinergismo marca una nueva era en el control de esta enfermedad con ZAMPRO® SC. A su acción protectante y curativa se suma su acción antiesporulante, que reduce significativamente el riesgo potencial de re-infección y resistencia, así mismo y a otras moléculas.

Tecnología innovadora para una rápida producción de semillas de papa

Del Rio, Alfonso¹

¹ CETS LLC, Cross Plains, Wisconsin 53528 EE.UU. E-mail: adelrioc@wisc.edu

La producción eficiente y sostenible de papa depende de un suministro constante y renovable de semilla de siembra de alta calidad y libre de enfermedades. En tiempos actuales, un mayor énfasis ha sido puesto en incorporar sistemas de producción de semillas que limiten o reduzcan el número de multiplicación de semilla-tubérculo en el campo o el número de generaciones derivadas de plántulas generadas en cultivo de tejidos. Esto es debido a que cada siembra sucesiva de tubérculos en el campo incrementa el potencial de contaminación e infección de estos con enfermedades. Otra ventaja de un esquema limitando la generación de semillas en campo es que este sistema ofrece una multiplicación más rápida de los materiales de siembra. Por ejemplo, nuevos cultivares pueden ser multiplicados rápidamente en cantidades suficientes para usos comerciales, los cuales pueden ser puestos a disposición de los agricultores y los productores de semillas.

Tradicionalmente, varios sistemas son usados para producir semilla pre-básica y básica la cual es posteriormente multiplicada en campo. El objetivo de *CETS Controlled Environment Potato Seed Production System*¹ (Sistema de Producción de Semilla de Papa usando Ambientes Controlados) es producir tubérculos libres de enfermedades, cuales son llamados AstroTubers™, en número suficiente y tan pronto como sea económicamente eficiente y ventajoso. Este sistema utiliza plántulas de cultivo de tejidos como material base para la producción de AstroTubers™.

AstroTubers™ producidos son después plantados en el campo para la producción de la primera generación de semilla de papa de alta calidad y libre de enfermedades. Esta primera generación es denominada FG-1. Los tubérculos de FG-1 se ponen en campo un año más para producir la generación siguiente, FG-2. Los niveles de producción de FG-2 son suficientes para ofrecerlos a los productores de papas y satisfacer sus necesidades de semilla de alta calidad.

Entre las principales características del sistema de producción de CETS-AstroTubers™ tenemos:

- La producción de stocks de tubérculos de papa toma solo 60 días después de la siembra usando estacas de tallo.
- Astro Tubers™ ofrece materiales de alta calidad y con cero patógenos.
- Permiten hasta 6 ciclos de crecimiento por año. Utilizan ambientes controlados los cuales se pueden utilizar

en cualquier zona climática y durante todas las estaciones del año.

- El software ofrecido es único; permite la programación de las condiciones ambientales óptimas para el crecimiento y desarrollo de plantas de papa y de los tubérculos.
- Para la producción de stocks los requerimientos de espacio son mínimos.
- Ofrece una calidad superior de tubérculos para la multiplicación de campo inicial ya que estos están libres de enfermedades.
- El funcionamiento del sistema es económico así como los costos de producción.
- Nuevas variedades de papa se puede multiplicar muy rápidamente en cantidades comerciales. Es un sistema adecuado para los productores orgánicos.

Referencias bibliográficas

Protegido por patentes de Estados Unidos N °7.472.513, 7.565.768, patente Rusa N °2008133035, y otras patentes extranjeras.

Este libro se terminó de diseñar en el Centro de Investigación y Extensión Rural de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, en Septiembre de 2014.

Las fuentes utilizadas fueron Frutiger y Fedra Sans.



MinAgricultura
Ministerio de Agricultura
y Desarrollo Rural



Bayer

