

Biotecnología Agrícola

Bases moleculares para la biorrefinería de biomasa lignocelulósica

Linares-Pastén, Javier PhD.

Division of Biotechnology, Lund University

javier.linares_pasten@biotek.lu.se

La biorrefinería integra una serie de procesos de transformación de biomasa en una variedad de productos químicos de alto valor añadido, materiales, combustibles y energía; en interrelación con la producción sostenible de alimentos y piensos. La tendencia actual en la construcción de una sociedad sostenible es sustituir el uso de recursos fósiles por la eficiente utilización de materias primas renovables. En ese sentido, la biomasa lignocelulósica es la materia prima más abundante en la Tierra. La valorización de la biomasa residual generada en la agricultura es de particular interés porque conduce a una economía circular que optimiza el sistema productivo y reduce el impacto ambiental. La biomasa lignocelulósica es una compleja mezcla de polisacáridos y lignina. La fracción de polisacáridos comprende celulosa y una variedad de polímeros ramificados de hemicelulosas y pectinas. Esta diversidad de estructuras moleculares constituye una fuente muy atractiva para el desarrollo de diferentes compuestos de alto valor, utilizando enzimas y microorganismos [1]. La celulosa es la fracción más abundante de la biomasa y tiene diversas aplicaciones en la industria textil y papelera. Recientemente, el desarrollo de nanocelulosa es muy atractivo en aplicaciones nanotecnológicas e industria farmacéutica. Por otra parte, mediante enzimas es posible transformar la celulosa en azúcares fermentables para la producción de etanol, bioplásticos tipo polihidroxialcanoatos y otros. Hemicelulosas, como el xilano, pueden transformarse en hidrogeles, bioplásticos, xilooligosacáridos (XOS) y otros. Por ejemplo, los XOs tienen propiedades prebióticas, es decir, promueven el crecimiento de bacterias beneficiosas para la salud (probióticos) [2]. Así, los XOs son potenciales ingredientes funcionales para alimentos y piensos. La lignina es otra estructura muy compleja que puede ser transformada, por ejemplo, para proporcionar grupos sustituyentes que confieren nuevas propiedades a poliésteres [3]. Además de los polímeros mencionados, la biomasa residual es fuente de una variedad de compuestos de menor tamaño, por ejemplo, saponinas presentes en la cubierta de las semillas y tallos de quinoa [4], y en otras plantas. Las saponinas son surfactantes naturales con actividad biológica contra ciertos patógenos y tienen aplicaciones potenciales en la industria farmacéutica y agrícola. En este marco, los estudios estructurales de los componentes mayoritarios de la biomasa residual, junto al desarrollo de biocatalizadores combinando métodos computacionales y tecnología recombinante, abren nuevas vías para la creación de nuevos procesos biotecnológicos y productos que se discutirán en el presente trabajo.

Referencias.

1. Linares-Pastén, J.A, Andersson, M., & Nordberg Karlsson, E. (2014). *Current Biotechnology*, 3 (1), 26-44. <https://doi.org/10.2174/1389203717666160923155209>
2. Linares-Pastén, J.A, Aronsson, A., & Nordberg Karlsson, E. (2018). *Current Protein and Peptide Science*, 19 (1), 48-67. <https://doi.org/10.2174/1389203717666160923155209>
3. Arza, C. R., Wang, P., Linares-Pastén, J. A. & Zhang, B. *Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry* 57, no. 23 (2019): 2314-2323. <https://doi.org/10.1002/pola.29534>
4. Gil-Ramirez, A., Salas-Veizaga, D. M., Grey, C., Karlsson, E. N., Rodriguez-Meizoso, I., & Linares-Pastén, J. A. (2018). *Industrial Crops and Products*, 121 , 54-65. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.04.074>

Identificación de microsatélites en maíz asociados con resistencia a achaparramiento (palmarado)

Aguilar V. N. N., Céspedes P. L. M., Avila A. M. T.

Centro Fitotecnico y de semillas Pairumani

n.aguilar@fundacionpatino.org m.cespedes@fundacionpatino.org t.avila@fundacionpatino.org

La importancia del cultivo de maíz radica en ser considerado como cultivo básico en América y África. El achaparramiento del maíz, palmarado o "Corn stunt" es una enfermedad que limita la producción de este cereal en las zonas tropicales y subtropicales de América. Es producida por un complejo de patógenos: un virus y dos mollicutes (un espiroplasma y un fitoplasma). El vector principal de los tres patógenos es *Dalbulus maidis*, la chicharrita del cogollo del maíz. Identificar genes relacionados a la resistencia a la enfermedad, es una estrategia de manejo, para ello es importante detectar marcadores moleculares asociados con la respuesta fenotípica de la planta. El presente estudio tiene por objeto la identificación de microsatélites asociados con la resistencia a palmarado, en un cruzamiento (progenie F2), de 2 variedades de maíz, Chuspillo (Ch) susceptible y Perla precoz (Ppz) resistente, mediante 30 marcadores moleculares SSR asociados a la resistencia a los virus SCMV, MSTV, MSV, MDMV y MMV; mediante análisis de grupo segregante (BSA). El análisis de correlación de Spearman, mostró que los cebadores BNLG107 y Phi162 presentan asociación entre éstos y los individuos de las cruzas Ppz5 x Ch15 (BOZM-0835) y Ppz21 x Ch14 (BOZM0834) respectivamente de manera independiente, esto sugiere la presencia de varios genes contribuyendo a la resistencia al palmarado. Con base a los resultados, se sugiere utilizar los microsatélites en un análisis posterior con otras cruas para identificar la región cromosómica que contribuye a la resistencia al palmarado.

Técnicas moleculares para el estudio de los recursos fitogenéticos

Teresa Avila Alba

Centro Fitotecnico y de Semillas Pairumani

j.ciancas@proinpa.org

Los recursos fitogenéticos son la base biológica de la seguridad alimentaria y consisten la diversidad de variedades tradicionales, variedades silvestres ancestros de los cultivos, especies de plantas silvestres emparentadas y cultivares modernos. Se utilizan para la alimentación humana y animal y proveen además, fibras, vestimenta, vivienda, energía, materiales y principios activos para la industria. La diversidad fitogenética proporciona rasgos valiosos para uso actual y para satisfacer los desafíos futuros, como la adaptación de los cultivos a condiciones cambiantes de clima y mercado. La diversidad fitogenética está amenazada por la erosión genética, término utilizado para la pérdida de genes individuales o combinaciones, que se encuentran en variedades seleccionadas por los agricultores y adaptadas localmente. Esta diversidad fitogenética se conserva en colecciones de germoplasma *ex situ* y también *in situ*, por agricultores en sus ecosistemas agrícolas. Así como es importante su conservación, es fundamental la utilización sostenible de los recursos fitogenéticos, para lo cual se requiere el conocimiento y la valorización de la diversidad comprendida en las colecciones. Una herramienta muy útil para el estudio de esta diversidad, son los marcadores moleculares. En el Centro Fitotécnico y de Semillas Pairumani, se cuenta con colecciones de trabajo de germoplasma. En las colecciones de: frijol, maíz, maní, ají, haba, lupinos y pasifloras, se realizaron estudios moleculares permitiendo caracterizar la diversidad, determinar la estructura poblacional y la búsqueda de variantes funcionales para determinados genes. Utilizando diferentes tipos de marcadores moleculares dirigidos a ADN nuclear y cloroplástico, así como secuenciación de ADN para el estudio de SNPs, se realizaron estudios de diversidad genética, análisis filogenéticos, búsqueda de genes útiles, selección asistida por marcadores, huellas digitales, trazabilidad e identificación de metilaciones con marcadores epigenéticos. De igual manera, se realizaron estudios de diversidad en comunidades de microorganismos asociados a los cultivos, bajo diferentes condiciones.

Efecto de los microorganismos en la solubilidad y disponibilidad del fósforo en cultivos extensivos de Santa Cruz

Jimmy Ciancas, Oscar Navia, Antonio Gandarillas

Fundación PROINPA

j.ciancas@proinpa.org

El fósforo es un nutriente esencial para el desarrollo de las plantas, desempeña un papel fundamental en la síntesis de proteínas, biosíntesis de lípidos, síntesis de clorofila, compuestos carotenoides, metabolismos de los ácidos orgánicos, biogénesis de los glúcidos, entre otros. Después del N y debido a su gran insolubilidad, el P es el segundo elemento limitante en las cosechas. Para que pueda ser asimilado, es necesario que se encuentre en una de las formas de ortofosfato: PO_4H^- ó PO_4H^{2-} en la disolución del suelo. La mayor parte del fósforo inorgánico es absorbido por las plantas en forma de PO_4H^{2-} y en menor proporción como PO_4H^- . La **FUNDACION PROINPA** aisló y seleccionó el hongo *Penicillium bilaii* y las bacterias *Pseudomonas fluorescens* y *Bacillus pumilus* como potenciales solubilizadores de fosfato, que ayudan con el reciclado del P y promueven el crecimiento de las plantas al ser utilizados como biofertilizantes. Es de esta manera que después de la investigación, desarrollo y formulación, se tiene un prototipo de biofertilizante en su forma de consorcio microbiano llamado ENERGY TOP, el cual permite que el fósforo insoluble o inmovilizado en el sustrato (suelo), se encuentre a disposición de la planta haciendo que los rendimientos incrementen en más de 10%.

Detección molecular de la translocación 2NS en 19 variedades comerciales de Trigo (*Triticum aestivum* L.)

Gabriela Rivadeneira^{1,3}, Estefany Rosales¹, Karla Rodríguez¹, Jonatan Baron¹, Lidia Calderón², Jorge Cuéllar², Diego Baldelomar²

¹ Centro de Investigación Agrícola Tropical, ² ANAPO

³ grivadeneira@ciatbo.org

La enfermedad del trigo llamada Piricularia causada por el hongo, *Magnaporthe oryzae* Patotipo *Triticum* (MoT), fue identificada por primera vez en el estado de Paraná en Brasil, las epidemias de MoT estaban restringidas a las regiones tropicales y subtropicales de Sudamérica, hasta el 2016, que la enfermedad fue reportada por primera vez en Bangladesh, Asia. Este hongo puede atacar todas las partes aéreas de la planta, pero la infección severa se observa en las espigas, afectando directamente el rendimiento y la calidad del grano. La única fuente de resistencia que ha dado resultados satisfactorios es aquella aportada en variedades de trigo que portan un gran segmento del brazo cromosómico 2NS de *Aegilops ventricosa*/*Triticum ventricosum* translocado a la parte distal del brazo cromosómico 2NS del trigo común (*T. aestivum* L.). Nuestro objetivo fue detectar presencia y/o ausencia mediante PCR convencional la translocación 2NS, utilizando los iniciadores Ventriup-LN2 en 19 variedades de trigo. Se registró presencia de la translocación 2NS en 13 variedades y fue ausente en 6 variedades. En evaluaciones de campo de ANAPO, se registró 5 variedades catalogadas como materiales susceptibles y 4 variedades como moderadamente resistentes, manifestando coherencia con nuestros resultados. Experimentos de inoculación deben ser realizados en condiciones controladas para validar nuestros resultados y demostrar la efectividad de esta técnica molecular en programas de fitomejoramiento en Bolivia.

Palabras clave: Piricularia, Trigo, MoT, 2NS, Bolivia.

Utilizando la genómica para encontrar genes de resistencia a patógenos: Caso de la quinua

Rollano, Oscar PhD

oscarmiguel_rp@hotmail.com

Resumen

Los hongos del género *Trichoderma* normalmente estimulan el crecimiento y mejoran la resistencia a los patógenos de muchas especies de plantas. Sin embargo, en condiciones favorables para el hongo como medios de cultivo papa-dextrosa, el hongo se comporta de forma agresiva. Aprovechando la facilidad de hacer co-cultivos con *Trichoderma*, se evaluó la respuesta molecular de dos variedades de quinua a la agresividad del ataque de *Trichoderma*. Se utilizó una variedad de quinua resistente (Kurmi) y una variedad susceptible (Real Maniqueña) al fitopatógeno *Peronospora variabilis*. Las diferencias en las respuestas de las variedades de quinua se evaluaron a nivel transcriptómico, comparando 25.000 genes mediante secuenciación Illumina de ARN (RNA-seq). Se encontró varios genes de defensa que se activaban en el cultivar Kurmi (resistente) pero no en el cultivar Real (susceptible). En especial un grupo de genes tipo-germina específicos de quinua. Las proteínas tipo-germina tienen actividad antimicrobiana y son insertadas genéticamente en diferentes cultivos para aumentar la resistencia a fitopatógenos. Entonces, la mayor resistencia a fitopatógenos del cultivar Kurmi comparado con el cultivar Real puede deberse a la expresión de este tipo de proteínas tipo-germina. Utilizar variedades de quinua que expresen genes tipo-germina podría contribuir en el fitomejoramiento de quinuas resistentes a enfermedades como el mildiu.

DETECCIÓN TEMPRANA DE HUANGLONGBING (HLB) O ENVERDECIMIENTO DE LOS CÍTRICOS

Karla Rodriguez M¹, Ismael Badillo V.²

¹Centro de Investigación Agrícola Tropical, ²Texas A&M University

Huanglongbing (HLB) o enverdecimiento de los cítricos es considerado internacionalmente como la enfermedad más devastadora de los cítricos. La enfermedad de HLB es ocasionada por las bacteria *Candidatus Liberibacter Asiaticus* (CLas), *Candidatus Liberibacter americanus* (CLam) y es transmitida por un insecto vector *Diaphorina citri*, comúnmente conocida como psílido asiático de los cítricos. La presencia del psílido asiático de los cítricos se ha detectado en Bolivia, pero hasta el momento no hay registros de CLas, CLam o HLB en el país. Debido a la emergencia fitosanitaria de la enfermedad de HLB en todo el mundo, se han iniciado esfuerzos en Bolivia para determinar el estado del insecto vector en el país y la presencia del patógeno. El objetivo general es evitar la introducción y propagación de HLB en Bolivia, conservando la sostenibilidad de la industria de los cítricos. El Centro de Investigación Agrícola Tropical (CIAT) establece técnicas que integren las prácticas de manejo de cultivos con respecto al control de la plaga de insectos y adquirir competencia en la detección de síntomas asociados con HLB, proyectando nuevas tecnologías para la identificación del psílido *Diaphorina citri* y posibles agentes de control biológico. Teniendo como resultados las preferencias de patógenos en las variedades de cítricos, asimismo adoptando técnicas de detección temprana.

Palabras claves: Huanglongbing (HLB), *Diaphorina citri*, *Candidatus Liberibacter Asiaticus* (CLas), *Candidatus Liberibacter americanus* (CLam).

Producción de biopolímeros a partir de residuos agrícolas y biomasa residual de bioprocesos: explorando el potencial de diversos microorganismos

Luis Alejandro Romero Soto ^{a,b,c}, María Teresa Álvarez Aliaga ^a, Cristhian Carrasco Villanueva ^b, Rajni Hatti-Kaul ^c, Tarek Dishisha ^c, Eoin Byrne ^d, Ed Van Niel ^d, Jorge Quillaguamán Leyton ^e, Diego Chambi Aguilar ^b, Vidal Flores Copa ^b, Doan Van-Thuoc ^f, Carlos Martin ^g, Leif Jönsson ^g, Jenny Lundqvist ^g, Felipe Orozco-Gutiérrez ^h, José Vega-Baudrit ^h

^a Instituto de Investigaciones Fármaco bioquímicas, UMSA, La Paz, ^b Instituto de Investigación y Desarrollo de Procesos Químicos, UMSA, La Paz, ^c Division of Biotechnology, Universidad de Lund, Suecia, ^d Division of Applied Microbiology, Universidad de Lund, Suecia, ^e Centro de Biotecnología, UMSS, Cochabamba, ^f Department of Biotechnology and Microbiology, Universidad Nacional en Hanoi, Vietnam, ^g Department of Chemistry, Universidad de Umeå, Suecia, ^h National Nanotechnology Laboratory, San José, Costa Rica
eoin.byrne@tmb.lth.se, eoinbyrne@eircom.net, ed.van_niel@tmb.lth.se, jorgeqleyt@gmail.com,
dieguex7mo@gmail.com, vidal194199015@yahoo.com, thuocdv@hnue.edu.vn, carlos.martin@umu.se,
leif.jonsson@umu.se, jenny.lundqvist@umu.se, felipeorozcogutierrez@gmail.com, jvegab@gmail.com

Nuestra presente situación mundial se caracteriza por consecuencias cada vez más evidentes del cambio climático (sequías más largas, olas de calor y frío más frecuentes), acumulación continua de residuos sólidos no biodegradables en áreas extensas a lo largo del planeta, una industria aun dependiente de combustibles fósiles y explotación no sostenible ni planificada de recursos naturales. Todo esto hace absolutamente necesario buscar alternativas que permitan detener, y posiblemente revertir el daño ya hecho al planeta. La transición hacia una bioeconomía global es una de las estrategias más analizadas para este afán e incluye el uso más eficiente de recursos naturales y reemplazar polímeros provenientes de combustibles fósiles por polímeros de origen biológico con propiedades físicas similares, pero con características adicionales atractivas como un menor impacto ambiental, tanto en su producción (procesos “verdes”) como al terminar su vida útil (los biopolímeros suelen ser biodegradables). El obstáculo más grande al que nos enfrentamos para tal transición es que la producción de tales biocompuestos suele no ser factible desde una perspectiva económica (costo-beneficio), a diferencia de lo que ocurre con los combustibles fósiles. La mejor estrategia para superar esto es la investigación enfocada en el uso más eficiente de recursos naturales, en el uso de materia prima de bajo costo y alta disponibilidad (o biomasa residual), en la exploración del potencial de microorganismos ya existentes y aún por descubrir que puedan usarse en la producción de tales compuestos. La biotecnología y microbiología aplicadas muestran ser vitales para crear soluciones.

Marcadores moleculares asociados a genes de resistencia al virus PVY y al nematodo quiste (*Globodera pallida* y *Globodera rostochiensis*) en variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.)

Terán Ariana.¹, Gabriel Julio²

¹ Museo de Historia Natural Alcide d'Orbigny. ²PROINPA (Bolivia) - Universidad Estatal del Sur de Manabí (Ecuador).

¹ arianaterancossio@gmail.com ²j.gabriel@proinpa.org

Diversas medidas y esfuerzos en investigación se realizan actualmente para combatir enfermedades por infección de patógenos que reducen el rendimiento y calidad del tubérculo-semilla en cultivos de papa de todo el mundo. Este estudio se realizó en 20 variedades mejoradas de papa (*Solanum tuberosum* subsp. *andigena*) proporcionadas por la Fundación PROINPA con el fin de validar tres marcadores moleculares, asociados a genes de resistencia al virus PVY y al nematodo quiste (*Globodera pallida* y *Globodera rostochiensis*) utilizando selección asistida por marcadores moleculares. Se evaluó la presencia de genes de resistencia a través del marcador RySC3 para resistencia al virus PVY y los marcadores HC y Gro 1-4 para resistencia a *Globodera pallida* y *Globodera rostochiensis* respectivamente. De igual forma, se realizó un análisis de resistencia y/o susceptibilidad en invernadero a través de variables absorbancia y severidad para el virus PVY y tasa de multiplicación en raíz para nematodos-quiste. El alelo para el marcador RySC3 co-localizado con el gen *Ry_{adg}* para resistencia a PVY, fue observado en todas las variedades a excepción de la variedad Waych'a. Por otro lado el alelo para el marcador HC co-localizado con el gen/QTL *RGp5-vrnHC* para resistencia a *G. pallida*, fue observado en 70% de las variedades evaluadas. El alelo para el marcador Gro1-4 co-localizado con el gen *Gro14* para resistencia a *G. rostochiensis* se observó en 35% de las variedades. La asociación entre lo observado fenotípicamente y genotípicamente comprobó la utilidad de los marcadores moleculares para una selección asistida.

Exploración del potencial enzimático en hongos nativos del altiplano boliviano en la degradación de biomasa: Bionectria e Hypocrea cepas aisladas de la quinua y la paja brava

Karen Cabero¹, Shawn Higdon², Tania Pozzo^{1,2}*

¹Añaki La Paz Bolivia ² Departamento of Plant Scienses, University of california, Davis California USA

Karen.cabero@gmail.com

El Altiplano Boliviano posee una biodiversidad microbiana extremófila tanto en plantas como en microorganismos. Las plantas crecen a una elevada altitud de cerca de 4000 m.s.n.m y soportan suelos salados con poco acceso hídrico, un ejemplo de dicha flora son la quinua y la paja brava, las cuales se encuentran en asociación con comunidades microbianas que les ayudan a adaptarse al medio extremos del altiplano. En este estudio se logró aislar cuatro cepas fúngicas micorrizas (BLT1C, BLT4A, BCS8A, BDR25B). Las cuales fueron cultivadas utilizando diferentes fuentes carbón (glucosa, paja brava y quinua) para identificar la mayor producción de enzimas extracelulares. De los experimentos se determinó que la mayor actividad celulítica en el medio de cultivo se obtuvo de la cepa BDR25B cultivada en quinua (13.1 U / ml), mientras que la mayor actividad xilanolítica se encontró en el cultivo BLT1C (13.8 U / ml). También se realizó la identificación filogenética secuenciando el gen 18S donde BLT1C, BLT4A, BCS8A fueron identificados como *Hypocrea lixii*, y BDR25B como *Bionectria ochroleuca*. Luego se realizó la secuenciación genómica de *Bionectria* para continuar con el descubrimiento de nuevas enzimas hidrolíticas necesarias para en la producción de biocombustibles.

Importancia de una Base de Datos en Países con alta Biodiversidad

Asturizaga-Crespo C.^{1,3}, Montaña-Sanchez C.^{1,3}, Limpas A.^{2,3} & Pozzo T³.

¹Carrera de Biología, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno ²Carrera de Física, Universidad Mayor de San Simón ³iGEM Bolivia
carlosalbertoasturizagacrespo@gmail.com

La utilización de bases de datos se remonta a los tiempos de los egipcios, los cuales necesitaban mantener un registro de los impuestos y de los productos que comerciaban, de forma rudimentaria, ese fue el inicio de la utilización de la base de datos. Hoy en día las bases de datos son claves en nuestras vidas para entender el mundo que nos rodea y gracias a eso una de las fortalezas de las colecciones científicas en los jardines botánicos es la calidad de sus bases de datos. La utilidad de estas radica en investigaciones taxonómicas, fitogenéticas, citológicas o anatómicas basadas en ejemplares registrados. Sabiendo la importancia que tienen las bases de datos para estudios científicos, es importante que en Bolivia siendo uno de los países más diversos en especies de plantas, contemos con una base de datos de plantas genotificadas, usando técnicas de secuenciación. De esta forma teniendo las variantes del ADN del organismo biológico, podemos llegar a mejorar y resolver múltiples problemáticas en el sector agrícola. Por esa razón recolectamos la información de plantas bolivianas que fueron genotipificadas hasta la fecha.

Palabras Claves: ADN, Base de datos, Bolivia, genotificación & secuenciación.

Transgénicos, maíz y preconceptos: ¿Cuánto sabemos?

Dayhana Sánchez¹, Milenka Valdez², Jose Vargas³ Mishel Jordán⁴

Mesa temática 2. Biotecnología agrícola, presentación oral. Carrera de Ingeniería en Biotecnología, Universidad Católica Boliviana "San Pablo"

dayhana.sanchez@ucb.edu.bo¹, milenka.valdez@ucb.edu.bo², jose.vargas.r@ucb.edu.bo³, mishel.jordan@ucb.edu.bo⁴

En Bolivia la importación legal de OGMs inició en 2005, sin embargo, hasta ahora la sociedad en general ha manifestado una tendencia de rechazo a estos organismos, pese a que diariamente de una u otra forma esta misma sociedad los está consumiendo. En el presente estudio realizamos un análisis de la perspectiva de aceptación o rechazo de los OGMs en general y el maíz transgénico, así como también identificamos la fuente de información en la que basan dicha perspectiva. La población objeto de estudio fueron las personas entre 18 y 25 años que residen en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra. La toma de datos fue realizada mediante encuestas. Un total de 103 personas fueron encuestadas, de las que, el 76% dice entender que son los OGMs. Este entendimiento fue adquirido durante la secundaria (45%) y la universidad (55%), donde sólo el 61% recibió una perspectiva positiva de los OGMs. Pese a la formación obtenida, el 67% indica estar de acuerdo con el cultivo de maíz transgénico. Así también, el 75% manifestó haber leído o escuchado que éste hace daño a la salud humana. Esta situación, así como las personas que dicen no estar de acuerdo con los OGMs, basan su negativa principalmente en información obtenida a partir de sitios web (42%) y redes sociales (21%). Por tanto, existe un gran vacío de conocimiento referente a OGMs, la cual debe ser incluida como parte de las temáticas de la currícula escolar y considerando fuentes de información científica, y no así información proveniente de medios informales; ya que esto ha terminado generando una cadena de conjeturas que producen un rechazo a los transgénicos.

Establecimiento in vitro de lampaya castellani en el laboratorio de biotecnología de la Facultad de Agronomía

^{1,1}Ayala Miranda, Gabriela Gheraldine; ^{1,2}Iturralde Escobar, Milenka; ^{1,3}Bonifacio, Alejandro

¹Carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad Mayor de San Andrés ³ Fundación PROIMPA

1 gabbbygam@gmail.com; 2 msituralde@umsa.bo 3 abonifacio@umsa.bo

La lampaya o lampaya es una especie de gran importancia del altiplano boliviano por su rol ecológico, medicinal y cultural. La especie es fundamental para la conservación y recuperación de suelos, favoreciendo la infiltración de agua y protegiéndolos de la erosión eólica hídrica. Tiene un lento crecimiento, alcanzando su fase adulta a los 4,2 años. Hay gran interés de multiplicación de esta especie, debido a la dormancia de su semilla, propiedades medicinales y su catalogación como especie Vulnerable por la UICN.

El objetivo del presente estudio fue realizar el establecimiento in vitro de *Lampaya castellani* Moldenke. El trabajo se realizó en el laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Agronomía de la UMSA. Se introdujeron meristemas de lampaya en un medio de cultivo MS tradicional y se evaluó el experimento bajo un diseño completamente al azar con arreglo trifactorial. Se probaron dos niveles de pH del medio: 5,7 y 6,5, dos dosis de ácido cítrico ($C_6H_8O_7$) añadidos al medio: 100 y 150 mg/L, y dos concentraciones de NaClO: 0,5 y 1,5 % para la desinfección de los explantes. El pH que dio los mejores resultados fue el ajustado a 5,7 ya que mostró los promedios más bajos en contaminación y oxidación y los más altos en supervivencia. Se observó que las dosis de ácido cítrico no tuvieron efecto sobre la oxidación y lo mismo ocurrió con las concentraciones de hipoclorito sobre la contaminación. El siguiente paso es el desarrollo y establecimiento del protocolo del cultivo in vitro.

Palabras clave: Lampaya, *Lampaya castellani*, lamphaya; pH del medio de cultivo.

BURKHOLDERIA GLUMAE EN EL CULTIVO DE ARROZ EN SANTA CRUZ

Terceros Suárez M. 1; Rivadeneira Caballero G. 1; Rodriguez Machua K.2; Baron Cervantes J.2; & Rosales Velasco

¹Proyecto de Manejo Integrado de Cultivo y Biotecnología ²Centro de Investigación Agrícola Tropical (CIAT)

mterceros@ciatbo.org

El objetivo de este trabajo fue determinar la presencia y patogenicidad de *Burkholderia glumae* en el cultivo de arroz, esta bacteria está asociada a la enfermedad llamada añublo bacteriano de la panícula. Bajo condiciones ambientales favorables, la densidad bacteriana aumenta, lo que provoca que, bajo un sistema de regulación en condiciones de invernadero se pueda observar los signos y síntomas de la enfermedad, cuando *B. glumae* llega a quorum sensing, se expresa sus mecanismos de virulencia mediante la activación de genes responsables para la síntesis de toxo flavina, que bloquea el flujo de nutrientes, para la biogénesis de flagelos y la respuesta quimiotáctica y la producción de enzima catalasa. Las plantas llegan a desarrollar la sintomatología que finalmente conlleva a un vaneamiento del grano provocando pérdidas económicas importantes. Se determinó la situación actual de las principales zonas arroceras de Santa Cruz, durante la campaña de Verano 2016-2017, mediante el diagnóstico y evaluación técnica interinstitucional sobre los daños causados por plagas y enfermedades del cultivo de arroz y el laboratorio de Biotecnología del Centro de Investigación agrícola Tropical. Se utilizó para la identificación, la técnica molecular reacción en cadena de la polimerasa "PCR" convencional, para la identificación de la cepa bacteriana, que permita determinar de manera rápida y precisa este patógeno. Se obtuvieron resultados que indican la presencia de bacteria en el Departamento de Santa Cruz y Beni, dando a conocer la primera información sobre la prevalencia de un fitopatógeno bacteriano de importancia económica para el sector arrocerero.

Control del *Espiroplasma kunkelli* en el cultivo de maíz

L. Marcia Céspedes P., Noemi N. Aguilar V.

Centro Fitotécnico y de Semillas Pairumani

m.cespedes@fundacionpatino.org, n.aguilar@fundacionpatino.org

El cultivo de maíz puede ser atacado por el mollicute *Espiroplasma kunkelli* (CSS), que ocasiona la enfermedad denominada palmarado, que ocasiona pérdidas significativas en el cultivo de maíz dependiendo de la variedad y de la zona de cultivo. Este organismo, es inoculado en las plantas de maíz por el *Dalbulus maydis*, Cicadélido que puede encontrarse en poblaciones altas dependiendo de las condiciones climáticas. Con la finalidad de verificar la relación de la presencia del *D. maydis* con el control del palmarado, se realizó la cría a partir de una población de adultos colectados en un campo de maíces con síntomas de la enfermedad mencionada y se esperó a que surgiera una nueva población, para determinar la duración de las etapas del proceso de inoculación. De esta manera, se pudo observar que después de 4 semanas de realizado el traslado del vector transmisor, a jaulas entomológica con plantas sanas, es posible detectar el CSS mediante serología, en un 60 % de las plantas, con concentraciones bajas; después de 7 semanas se pudo detectar al patógeno con concentraciones medias a altas en 80 % de plantas dentro de la jaula entomológica. El diagnóstico fue realizado mediante técnicas serológicas y moleculares tanto a nivel de muestras sintomáticas y aparentemente sanas. Estos datos son útiles para definir una estrategia de control en campo, que comenzaría con el monitoreo del vector para iniciar los tratamientos de eliminación del mismo en forma preventiva.

Caracterización morfológica y fitoquímica de muestras de achiote (*Bixa orellana*) colectadas en municipios de La Paz, Bolivia

Cecilia K. Curi-Borda^{1,4}, Luis Marconi², Álvaro Salinas³, Juan Antonio Alvarado⁴, Björn Bergenståhl¹

¹Department of Food Technology, Engineering and Nutrition, Lund University, ²Herbario Nacional de Bolivia, Campus Universitario UMSA ³Asociación de Graduados de la Escuela Agrícola Panamericana (AGEAP), Filial Bolivia. ⁴Instituto de Investigaciones Químicas, Universidad Mayor de San Andrés.

cecilia.curi@food.lth.se

El achiote (*Bixa orellana*) presenta semillas recubiertas por un arilo que contiene carbohidratos nativos, los colorantes naturales bixina y norbixina, y compuestos fenólicos minoritarios [1]. Extractos enriquecidos de bixina o norbixina se utilizan para colorear productos alimenticios. Los métodos más comunes de extracción utilizan aceite, solventes y saponificación de bixina en norbixina mediante soluciones alcalinas fuertes [2]. Existe amplia cabida para aplicar métodos de extracción del arilo que no modifiquen su composición y permita así su cuantificación y caracterización fitoquímica.

Un método de extracción sólido-líquido reportado por Curi-Borda et al. [1] fue empleado para procesar 27 muestras de semillas colectadas en municipios de La Paz. El método consiste en mezclar una base débil en estado sólido con las semillas para luego suspender el colorante en agua. La concentración del álcali en la suspensión es menor a 0.4% tal que no exista saponificación [3]. La suspensión fue disuelta y analizada por espectroscopía UV-vis y HPLC. Por otro lado, se realizó un balance de masas de la semilla, arilo y contenido de humedad por gravimetría.

La semilla muestra una composición promedio de 13,5% de arilo seco, 81.5 % de semilla seca y 5 % de agua. Del 13,5% de contenido de arilo, el 3% corresponde al contenido de colorante (2.4% de Bixina y 0.6% de norbixina). El restante 10.5% comprende almidón y arabinogalactanos entre otros [1]. Se encontró una alta correlación entre los contenidos de bixina y norbixina. Además, se presume que el contenido de compuestos fenólicos aumenta con la altura (m.s.n.m).

1. Curi-Borda, C.K., et al., Multilayer Bixin Microcapsules: The Impact of Native Carbohydrates on the Microencapsulation Efficiency and Dispersion Stability. *Foods*, 2019. 8(3): p. 108.

2. H.D. Preston, M.D.R., Extraction and chemistry of annatto. *Food chemistry*, 1980. 5: p. 47-56.

3. Manke NACHTIGALL, A., et al., Estudo da saponificação em pigmentos de urucum. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 2009. 29(4).

Propagación in vitro de pitaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*)

Aguirre Gino.¹, Gerónimo Gladys.², Calcina Victor³

Laboratorio de Biotecnología Vegetal, Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias, Forestales, Departamento de Fitotecnia. Universidad Mayor de San Simón.

¹g.aguirre@umss.edu.bo

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Biotecnología Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrícolas Pecuarias y Forestales. El objetivo fue evaluar medios de cultivo para propagación in vitro de Pitaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*), bajo un diseño completos al azar (DCA) con 10 repeticiones, donde se germinaron semillas in vitro, se tomaron 2 semillas por tubo de ensayo, se establecieron en tres medios de cultivo MS con BAP (0.3, 0.5 y 1.0 mg/l) combinado ANA 0.3 mg/l en la fase de establecimiento, para la fase de multiplicación se utilizó

MS completo con concentraciones de BAP (0.5, 1.0 y 1.5 mg/l) adicionados con 0.8 mg AG3/l y 0.5 mg AIB. El porcentaje de germinación de las semillas fue del 80% con 6% de contaminación microbiana. Con 1.5 mg/l de BAP se obtuvieron los mejores resultados para la multiplicación. Se obtuvieron 8 explantes/vitroplantas hasta la 2da multiplicación con 100% de brotes enraizados en todos los tratamientos.

Palabras clave: *Selenicereus megalanthus*, pitaya. Propagación in vitro.

Efecto del $MnSO_4$ en el cultivo de *pleurotus* sp.

Andrés i. Coaguila

Carrera y Departamento de Biología, Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Mayor de San Simón

andresicoaguilac@gmail.com¹

En Bolivia los hongos son un grupo de organismos inexplorados y se ha trabajado muy poco acerca de la potencialidad alimenticia que tienen. El presente trabajo presenta un breve estudio de una cepa nativa de *Pleurotus* sp. colectada en la ciudad de Quillacollo y es utilizada para el consumo humano, ésta es conocida localmente como "K'allampa de la manzana". Se sabe que una de las vías de descomposición que usa el género es la vía enzimática de la Manganese peroxidasa, por lo cual se evaluó si el incremento del porcentaje de Mn^{+} en el sustrato mejoraría las variables de EB (Eficiencia biológica). Se evaluó el efecto en 6 niveles con tres repeticiones por nivel de concentración de $Mn SO_4$ (0, 5, 10, 16, 20, 30 %), sobre la EB del cultivo realizado sobre rastrojo de avena. Se usó una prueba ANOVA de un factor para analizar la varianza de las medias, y una prueba de Tukey con una confianza de 95%. No se encontraron diferencias significativas de las medias ($p=0.283$), y tampoco se detectaron diferencias entre los niveles del factor. Se sabe que las variaciones de la capacidad enzimática varían de cepa en cepa, podemos concluir preliminarmente que no hay un efecto de Mn^{+} sobre la EB de la cepa usada.

Palabras clave: Bolivia, Hongos, macromicetos, *Pleurotus*, cultivo.

¿Necesitamos OGMs bolivianos?: Encuesta de percepción pública y análisis sobre los OGMs en Bolivia

Yuri Ernesto Ledezma Pantoja^{1,2}

Carrera de Biología, Universidad Mayor de San Andrés iGEM Bolivia

yuriledezmap@gmail.com

En Bolivia, el uso de semillas transgénicas (OGM) está autorizado sólo para soya desde hace más de una década, recientemente se está generando debate acerca de una mayor apertura para otros cultivos en el país. Previas encuestas señalan que la población está poco informada respecto al tema, pero ¿Cuáles son los aspectos que generan más preocupación? El presente estudio recopiló la información sobre el nivel de conocimiento y actitud de ciudadanos bolivianos (n=425) hacia los OGMs y su posible implementación a través de una encuesta. Entre distintos aspectos tratados, se destaca que la gran mayoría recibe información acerca del tema a través de medios de prensa y redes sociales. La percepción general de la población es bastante dividida, sin embargo, personas relacionadas a la ciencia, salud y tecnología muestran una tendencia de percepción mucho más positiva en contraste a otras áreas. Esto se ve reforzado porque en conjunto gran parte desconoce otros usos de la modificación genética fuera de la agricultura o medicina, ésta última en menor medida. Finalmente, muchos concuerdan en que las regulaciones no son adecuadas, pero aceptarían la implementación de esta tecnología si fuera investigada y desarrollada en nuestro país. En conclusión, el presente estudio resalta la necesidad de no sólo una mejor divulgación basados en evidencia científica, sino de promover investigaciones de biotecnología agrícola en el país para así mejorar la comprensión pública del potencial y limitaciones actuales de la tecnología basada en OGM.

Palabras clave: OGMs, cultivos transgénicos, percepción pública, divulgación científica

La Visión de los OGMs en Bolivia

Asturizaga-Crespo C.^{1, 5}, Guaribana-Caro A.^{2, 5}, Limpas A.^{4, 5}, Montaña-Sanchez C.^{1, 5}, Ticona S.^{3, 5}, & Pozzo T.⁵

(1)Carrera de Biología, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. (2)Carrera de Bioquímica y Farmacia, Universidad Evangélica Boliviana. (3)Carrera de Biología, Universidad Mayor de San Andrés. (4)Carrera de Física, Universidad Mayor de San Simón. (5)iGEM Bolivia.

clairealexiamontano@gmail.com¹

Desde el año 1998, los organismos genéticamente modificados (OGMs), dejaron de ser un tema desconocido para la población Boliviana. La alta demanda de semillas transgénicas de soja en la industria buscaba obtener una mayor competitividad en el mercado internacional, trayendo consigo análisis, debates y especulaciones sobre el tema. Por ello es de vital importancia integrar las diferentes perspectivas hacia los OGMs en el país. Para esto realizamos un análisis al aporte ecológico, económico, social y cultural de las exportaciones de soja transgénica en los últimos veinte años, con estos datos se pudo obtener la perspectiva general del país que tiene sobre transgénicos. El deterioro de la productividad y el escaso financiamiento, a la producción e investigación agrícola, motiva la dependencia hacia insumos externos, esta situación de los agricultores incide en la vulnerabilidad de los recursos genéticos nativos, desembocando a una fuerte predisposición al abandono de conocimientos tradicionales. Por otro lado, el crecimiento económico a raíz de la producción de soja transgénica es innegable, desde 1998 a 2018 se experimentó un incremento del 150% correspondiente a la venta por toneladas, provocando un movimiento económico muy importante para el país, además, la optimización de producción se incrementó de 3,49 a 4,87 toneladas por hectárea en los últimos 20 años. En conclusión el apoyo de forma política, tecnológica y económica hacia los agricultores ayudaría a promulgar nuevas leyes para facilitar las investigaciones que amparen los argumentos de las personas a favor de los OGMs en Bolivia a fin del desarrollo sostenible.

Palabras Claves: Agricultores, Bolivia, OGMs, soja & rendimiento.

Huellas genómicas reveladas por marcadores iPBS en germoplasma natural de *Arachis hypogaea* L.

*Julio Montero-Torres¹, Lucia Zamiešková², Tania Pozzo³, Jana Bezáková⁵, Roberto Acebey-Aldunate¹, Eloy Fernández⁴, Jana Žiarovská^{*2}*

¹Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Facultad de Ciencias Agrícolas, Banco de Germoplasma - BIORENA, ²Universidad Eslovaca de Agricultura en Nitra, Facultad de Agrobiología y Recursos Alimenticios, Departamento de Genética y Fitomejoramiento, ³Universidad de California, Departamento de Ciencias Vegetales, ⁴Universidad Checa de Ciencias de la Vida Praga, Facultad de Ciencias Agrícolas Tropicales, Departamento de Ciencias de Cultivos y Agroforestería, ⁵Universidad Eslovaca de Agricultura en Nitra, Centro de Investigación de AgroBioTech.

monterotj@hotmail.com ¹

Arachis hypogaea L. es un cultivo oleaginoso de importancia mundial por su valor económico. Se cultivan en diferentes partes del mundo y sus semillas se consumen por su riqueza nutritiva. La caracterización molecular del germoplasma de maní, puede brindar información de la respuesta varietal a factores bióticos y abióticos. El objetivo del presente estudio fue analizar la huella genética específica iPBS (interprimer binding site) de 21 accesiones de maní recolectados en su hábitat natural en Chuquisaca-Bolivia y describir el polimorfismo genético existente. Para determinar la huella genética se eligieron tres marcadores iPBS diferentes - 1882, 2079, 2274 - y se realizó una amplificación por reacción en cadena de la polimerasa (PCR). Las huellas genéticas obtenidas de los iPBS fueron evaluadas por la presencia/ausencia de loci individuales amplificados individualmente y anotadas en una tabla de doble entrada los valores (matrices) 1/0. Se empleó el coeficiente de similitud genética de Jaccard en el análisis UPGMA del inglés unweighted pair group method using arithmetic averages para la construcción de dendrogramas. El nivel de polimorfismo obtenido estuvo en el rango de 48% hasta el 75% por marcador iPBS. Se considera que ninguno de los marcadores iPBS utilizados individualmente en el estudio, pudo hacer una distinción de todas las accesiones de maní analizadas, pero combinándolos en el análisis final, el nivel de polimorfismo genómico fue suficiente para lograr la separación de las huellas genéticas iPBS de las accesiones recolectadas. Además, se registraron loci iPBS únicos en los genomas de algunas de ellas. Con la selección de los marcadores iPBS apropiados, es posible caracterizar el genoma del maní a nivel individual con una huella genética específica.

Palabras clave: *Arachis hypogaea* L.; huella genética; germoplasma; maní; marcadores iPBS.

Cultivos Prósperos Hacia Un Futuro Prometedor: El Potencial Nutracéutico de los Súper-alimentos en Bolivia

Olivares, A.^{1,2,1}; Ayala, G.^{1,4,2}; Escobar, N.^{1,2,3}; Zubieta, J.^{1,3,4}; Loayza, C.^{1,3,5}; Pozzo, T.^{1,5,6}*

¹IGEM BOLIVIA ²Carrera de Bioingeniería, Universidad Simón I. Patiño ³Facultad de Ciencias Químico Farmacéuticas, Bioquímicas y Biológicas, Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca ⁴Carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad Mayor de San Andrés ⁵Añaki olivaresalexia1@gmail.com ¹; gabbbygam@gmail.com ²; natalia21escobar@gmail.com ³; zubietajime@gmail.com ⁴; tuly.812x2@gmail.com ⁵; rania.pozzo@gmail.com ⁶

Los súper-alimentos o “superfoods” son alimentos que contienen un alto valor nutricional y biológico, que al presentar una variedad de nutracéuticos o compuestos bioactivos sumado a su consumo moderado y prudente, logran una biodisponibilidad satisfactoria en el organismo, generando a la larga un impacto positivo en la salud.

Muchas culturas emplean plantas cultivables tanto en el ámbito culinario como en el medicinal de forma tradicional, lo que ha incentivado a muchos gobiernos a integrar la medicina tradicional a las prácticas médicas actuales, respaldando de esta manera su eficacia y seguridad por medio de herramientas y métodos científicos modernos. Bolivia posee una gran diversidad de súper-alimentos con propiedades y beneficios destacables, sin embargo, su verdadero potencial nutricional es desconocido lo que genera un menor consumo y aprovechamiento de los mismos.

En el presente estudio realizamos una recopilación de información sobre los súper alimentos que se encuentran a lo largo del territorio boliviano y han sido infravalorados durante mucho tiempo, los categorizamos de acuerdo a los compuestos y subcompuestos bioactivos que presentan, siendo los más importantes: Vitaminas, antioxidantes y ácidos grasos. Esta revisión refuerza la evidencia sobre el valor de algunos alimentos como la cañahua, el açai y la moringa, los que presentan niveles óptimos de dichos componentes, constituyéndose en nutracéuticos de gran potencial.

Finalmente, hace una sistematización de la información de estos súper-alimentos, lo que muestra que Bolivia es un país con gran potencial para la producción e industrialización de alimentos funcionales.

Palabras clave: Súper-alimentos, Nutracéuticos, Compuestos Bioactivos, Cultivos infrautilizados.

Comunidades microbianas asociadas a la raíz del cultivo de amaranto (*Amaranthus Caudatus* L.)

Ramiro Orellana Flores^{1,1}, Shawn Higdon², Daniel Duchén³, Tania Pozzo^{2*}

¹Centro de Investigación en Ciencias Agrarias, Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier,

²Department of Plant Sciences, University of California Davis, ³Centro de Biotecnología de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Mayor de San Simón.

orellana.ramiro@usfx.bo¹

El *Amaranthus caudatus* L., es una especie de granos comestibles que se distribuye en la región de los Andes del Sur. Bolivia cuenta con una colección de 51 accesiones de *Amaranthus caudatus* L y en el mundo existen reportadas unas 70 especies de las cuales 40 son nativas de América.

El cultivo de amaranto es subutilizado se conoce algunas propiedades proteicas y no se valora por su poder antioxidante, anticancerígena, antipirética, antidiabética y otras propiedades. El rendimiento del cultivo de amaranto es muy variable dependiendo de los factores ambientales y los sistemas de producción. En Bolivia los rendimientos alcanzan de 1000 a 1500 kg/ha.

El uso de biofertilizantes puede mejorar la producción y disminuir el impacto ambiental ya que la incorporación o inoculación de microorganismos benéficos específicos a los cultivos agrícolas son capaces de incrementar el rendimiento, la asimilación eficiente de nutrientes, resistencia a enfermedades, tolerancia a la sequía y factores abióticos. Para este propósito es importante conocer cómo se asocian las comunidades microbianas a la raíz de amaranto en diferentes condiciones ambientales y sistemas de producción.

En este trabajo se identifica a la comunidad microbiana asociada a tres sistemas de producción; amaranto como monocultivo, amaranto con asociación de maíz y amaranto con asociación de frejol, las muestras se obtuvieron en suelo a granel, suelo rizosférico y endosfera. La textura de los suelos predominó los Franco Arenosos con una variación del pH de 6 a 7.8.

Palabras Clave: *Amaranthus caudatus* L, microbioma, bacterias, rizosfera, endosfera.