



Colección Central Colombiana de Papa: riqueza de variabilidad genética para el mejoramiento del cultivo

José Dilmer Moreno M.¹
Iván Valbuena B.²

Introducción

La papa es el cuarto cultivo en el mundo en términos de rendimiento y, por lo tanto, hay una demanda significativa de recursos genéticos para mejoramiento del cultivo. La base genética mundial de la papa es mantenida por aproximadamente 25 bancos o colecciones relevantes en el mundo. Estos bancos están ubicados en la zona andina y en otros centros de origen de materiales nativos y silvestres situados en Europa y Norte América.

El número de accesiones en latinoamérica es de aproximadamente 18.293, en Europa de 28.942, en Norte América de 5.778 y en Asia de 2.693. Las colecciones están compuestas especialmente de especies silvestres, formas primitivas o variedades nativas, cultivares sustituidos, nuevos y otros tipos de materiales.

En la región Andina, los cultivares nativos son usados principalmente como base de la seguridad alimentaria por los agricultores y para el mejoramiento del cultivo por los fitomejoradores, mientras que la base genética fuera de la región Andina es usada como fuente de genes para mejoramiento. El material nativo de la zona Andina está protegido por la herencia cultural y uso de los agricultores. Los bancos de germoplasma tienen el objetivo de conservación a largo plazo, mientras las colecciones de trabajo son ampliamente utilizadas por diferentes grupos de usuarios que incluyen mejoradores, investigadores, ONG's y agricultores.

¹ I.A. Ph.D. Investigador Principal. Grupo de Recursos Genéticos y Mejoramiento Vegetal. C.I. Tibaitatá, CORPOICA. A.A. 240142 Las Palmas, Bogotá, Colombia. e-mail: jdmoreno@corpoica.org.co.

² I.A. M.Sc. Investigador Asociado. Grupo de Recursos Genéticos y Mejoramiento Vegetal. C.I. Tibaitatá, CORPOICA. A.A. 240142 Las Palmas, Bogotá, Colombia. e-mail: ri.valbuena@yahoo.com.

Antecedentes

En el herbario nacional de la Universidad Nacional de Colombia existen ejemplares disecados de especies de papas coleccionados en el país desde 1853. Muchas han sido las comisiones nacionales y extranjeras que han recorrido a Colombia coleccionando material de todas las especies, pero pocas se han dedicado en forma exclusiva al género *Solanum* (López, 1979).

Se podrían mencionar varios nombres y fechas de expediciones realizadas en busca de papa como la de los rusos Bukasov y Vavilov, quienes en 1925 visitaron México, Guatemala y Colombia. En el país coleccionaron en los departamentos de Antioquia, Caldas, Cauca y Tolima; fueron los primeros investigadores en obtener material cultivado de nuestro país con el propósito de utilizarlo en fitomejoramiento (ICA, 1954). El primer dato de recolección de papas cultivadas en el país fue reportado por Miranda en 1934, quién afirmó que en 1930 se presentaron trece clones en una exposición agropecuaria que tuvo lugar en la Estación Experimental La Picota, al sur de Bogotá (López, 1979). Esta estación recibió este mismo año 41 accesiones coleccionadas en los departamentos de Caldas, Cauca, Nariño, y Boyacá (Barbosa, 1934).

Cinco años más tarde, Martínez señaló que el país contaba con una colección de papa con más de 200 accesiones de origen nacional, ecuatoriano y peruano, la cual fue fortalecida por el ecuatoriano Bastidas contratado por el gobierno colombiano para hacerse cargo del programa de mejoramiento. En 1942 la colección registró 1.200 accesiones entre variedades nativas e híbridos; no obstante, este número fue drásticamente

reducido a 211 accesiones debido a una rigurosa selección para escoger aquellos materiales con características más notables para ofrecer a los agricultores (Pino, 1944).

El primer registro oficial de colección en los archivos del banco data de 1945, cuando el agrónomo Ranjel colectó en el departamento del Valle el clon No. 1 de la Colección Central Colombiana (CCC) con el nombre vernáculo *Solimán* de la especie *Solanum phureja* Juz. et Bk (ICA, 1954). Orjuela, Silverschmidt, Mesa Bernal y otros agrónomos colectaron en febrero de 1947 papas silvestres y cultivadas a lo largo del país (López y Estrada, 1970). No obstante, hasta 1948 no hubo progresos marcados en el uso del germoplasma colombiano porque las accesiones fueron eliminadas por selección si no mostraban caracteres convenientes para mantenerlas cultivadas. A mediados de ese año el gobierno nacional contrató los servicios de Hawkes quien inició y organizó el programa de papa (López, 1979). Hawkes, junto con Estrada, García y Rojas,

dieron un enérgico impulso al trabajo de recolección, efectuando excursiones por los campos productores de papa y los mercados locales del país. Cuando Hawkes dejó el país en 1951 dejó un registro de 421 accesiones de variedades nativas y cultivadas, 360 accesiones exóticas y 2 nuevas especies, todas ellas debidamente registradas bajo el prefijo CCC (Colección Central Colombiana). Hawkes fue precedido por Estrada quien estaba enterado del valor de la colección de germoplasma y la aumentó a 1.540 registros en 1967. El número de accesiones aumentó poco a poco con la continuidad del Programa de Tuberosas del ICA y, gracias a contribuciones extranjeras, fue posible completar 1.716 clones matriculados (ICA, 1956).

El mayor impulso a los Bancos Regionales de Germoplasma en latinoamérica (ubicados en Colom-

El material nativo de la zona Andina está protegido por la herencia cultural y el uso de los agricultores andinos. Sobre los bancos de germoplasma reposa el objetivo de conservación a largo plazo, mientras las colecciones de trabajo son ampliamente usadas por mejoradores, investigadores, ONG's y agricultores

bia, México, Perú y Argentina) tuvo lugar en 1968 mediante la cooperación de la Fundación Rockefeller: en esa época quedó formalizado el proyecto Interamericano de Germoplasma de Papa, Zona Norte-Andina con sede en Colombia. En 1969 la exploración y colección de germoplasma se concentró en las papas de Bolivia y Perú, en especial sobre muestras de variedades cultivadas. Con el apoyo económico de la Fundación Rockefeller y la ayuda técnica de los Ministerios de Agricultura de Bolivia y Perú, el Banco de Germoplasma de Papa fue enriquecido con 1.500 nuevas accesiones pertenecientes a todas las especies cultivadas y unas pocas silvestres. En 1970, López regresa nuevamente a Bolivia y Perú para explorar algunas áreas las cuales no fueron visitadas en previas excursiones. En esta oportunidad fueron incluidos Salta y Jujuy, departamentos del nordeste de Argentina. Un total de 850 nuevos registros fueron añadidos a la CCC con la ayuda de la fundación Rockefeller; el Ministerio de Agricultura de Bolivia, Sawyer de la misión Carolina y miembros del Ministerio de Agricultura peruano.

El proyecto de colecta de germoplasma de papa en Colombia continuó en 1973 bajo el auspicio del Centro Internacional de la Papa -CIP-. La colección, conservación, evaluación y utilización del germoplasma se orientó a determinar la erosión genética y la distribución de las variedades en el país. Durante las diferentes excursiones de exploración y colecta en casi todas las áreas de cultivo del país fueron registradas cerca de 840 accesiones, la mayoría de ellas cultivadas. En 1976 la CCC había registrado 5.045 accesiones pertenecientes a especies cultivadas.

Durante 1992 se llevó a cabo la colección de especies silvestres de papa en la cual participaron López, representante del IBPGR para América Latina, Spooner, Pineda y Castillo. Durante esa expedición se recolectaron 103 muestras pertenecientes a 18 especies silvestres reportadas para Colombia (Spooner y otros, 1992).

El Ministerio de Agricultura, el ICA y Corpoica celebraron en 1994 un convenio especial de cooperación técnica y científica con el objeto de procurar la preservación de los bancos de germoplasma de propiedad de la nación colombiana (Corpoica, 1995-2003).

En 1994 el banco de germoplasma de papa es transferido por el ICA a Corpoica; el material recibido constaba de semilla-tubérculo con un total de 848 accesiones. En 1995 el ICA entregó 1.877 accesiones de papa a nivel de semilla botánica de libre polinización. En el caso de la colección de papa en condiciones *in vitro* se recibieron 112 accesiones de la especie *Solanum phureja*. Las colecciones de trabajo que manejaba el Programa Nacional de Tuberosas del ICA entraron a formar parte del sistema nacional de bancos de germoplasma y fue así como la CCC de papa se constituyó como parte del sistema de bancos de germoplasma.

La CCC de papa se conserva bajo cuatro tipos de bancos de genes: banco base, banco activo, colección de campo y banco *in vitro*.



Reservorios de germoplasma de la Colección Central Colombiana de papa:

Banco base: está formado por entradas de semilla sexual desecadas hasta alcanzar un contenido de 7% a 8% de humedad interna, guardadas herméticamente en sobres trilaminados y almacenados en cuartos fríos a una temperatura de -20°C para su conservación a largo plazo. Estas muestras no se distribuyen.

Banco activo: consiste de entradas de semilla sexual desecadas hasta alcanzar un contenido de 8% a 10% de humedad interna, guardadas herméticamente en sobres trilaminados y almacenados en cuartos fríos a una temperatura de entre 0° y 5°C lo cual permite conservarlas a corto plazo. Esta colección es la base para los procesos de mejoramiento e investigación en recursos genéticos de papa.

Colección de campo: plantas vivas que se propagan vegetativamente en el campo mediante tubérculos semilla. Es una colección que se utiliza como activa y de base.

Banco in vitro: consiste de plántulas *in vitro* propadas con técnicas de cultivo de tejidos, conservadas en un medio artificial a bajas temperaturas y luego regeneradas como plantas completas cuando sea necesario. Es un duplicado de las colecciones base, activa y de campo.



**TECNO
ALIMENTARIA LTDA**

**CUAJO
MILKSET®**

**LIQUIDO
POLVO
PASTILLA
GRANULADO**

*¡ Para cuajar
a toda leche !*



**Ingredientes
y suministros
para industrias
lácteas**

Calle 161A No. 31 - 49 - Bogotá, D.C. - Colombia
Tels: (1) 670 7492 - 671 2376 - 670 7214 - Fax: (1) 670 7274
tecnoalimentaria@usa.com

Tetramax 200 L.A.
Grado Inyectable



- Antibiótico de amplio espectro; de acción rápida y prolongada
- Excelente materia prima **GRADO INYECTABLE**
- 100% Seguro en su aplicación. **CERO** lesiones sobre el músculo
- Dosis 1 mL / 10kg PY IM PROFUNDO



LINEA VETERINARIA

Calle 17 A No. 28A-43 Telefax: 335 14 79/82
Línea de Atención al Cliente: 01-8000-11-0706
Bogotá, D.C.

La composición de la colección está integrada por especies introducidas, nativas, silvestres, variedades criollas, variedades nativas, variedades tradicionales y variedades mejoradas.

En la actualidad la CCC de papa posee 2.985 clones cultivados y silvestres de papa y consta de 884 accesiones conservadas en condiciones de campo, 2.062 en cuarto frío y 832 bajo condiciones *in vitro* en el C. I. Tibaitatá. Dentro de estas colecciones se encuentran diferentes especies como *Solanum tuberosum* subespecie *andígena*, *Solanum tuberosum* subespecie *tuberosum* (papa de año o guatas), *Solanum phureja* (papa criolla o chauchas), *Solanum chaucha* (papa amarilla) y especies silvestres (*Solanum colombianum*, *Solanum estradae*). Las introducciones corresponden a envíos de materiales de Escocia, Holanda, Estados Unidos, Reino Unido, Alemania, Perú, Argentina, Chile, Brasil, Bolivia y Ecuador, entre otros países (Corpoica, 2005).

La colección de campo se regenera cada año en el C. I. Tibaitatá y está conformada por los siguientes grupos: subespecie *andígena*, 664 accesiones; subespecie *tuberosum*, 84 accesiones; especie *phureja*, 52 accesiones; chaucha, 48 accesiones; variedades comerciales, 32; 4 accesiones provenientes de colectas del departamento de Boyacá en 1999 y 31 accesiones de especies cultivadas y silvestres: *jungadifolium*, *flahaultii*, *stoloniferum*, *estradae*, *colombianum*, etc. para un total de 915 accesiones en tubérculo-semilla. Con respecto a la colección *in vitro* en condiciones de conservación, propagación, introducción y recuperación existen 962 accesiones conformadas de la siguiente manera: subespecie *andígena*, 704 colectas; *Solanum*

phureja, 100; subespecie *tuberosum*, 23; *Solanum chaucha*, 47; *Solanum* sp. (resistentes a virus y gota), 31; clones del Centro Internacional de la Papa -CIP-, 26; variedades comerciales, 10 (andígena x *tuberosum*); especies silvestres y cultivadas, 21 colectas (*colombianum* y *estradae*). A partir del 2003 se comenzó con la introducción de la colección de campo a *in vitro* como copia de seguridad.

Bajo la forma de semilla botánica se mantienen 1.604 accesiones en cuarto frío (5°C) de especies cultivadas y 185 colectas de 11 especies silvestres, para un total de 1.789 accesiones con 273 materiales duplicados en conservación a largo plazo (-20° C).

Erosión genética de la papa en Colombia

Aunque no se tiene información reciente se sabe que continúa la destrucción de los bosques andinos con la consecuente disminución de las áreas de distribución en las cuales crecen espontáneamente las especies silvestres. Es difícil brindar información fehaciente respecto de la erosión de la variabilidad genética de las papas cultivadas en Colombia debido a la falta de colectas recientes para compararlas con las que se hicieron en el año 1992.

Si se considera la erosión genética en las especies cultivadas la más afectada es la especie *Solanum tuberosum* ssp. *andígena* con el 15%, mientras que en *Solanum phureja* ha sido del 5%. Los departamentos con mayor erosión genética son Nariño, Cauca y Boyacá, los cuales son los más ricos en germoplasma de papa (López, 1979).

El término «erosión genética» se refiere a la pérdida de genes con importancia económica en cultivos con relación a las variedades nativas de papa que maneja el agricultor.



Caracterización y evaluación de la Colección Central Colombiana de papa

La CCC de papa constituye la base para los programas de mejoramiento del cultivo en el país; la utilización eficiente de esta colección requiere tener un conocimiento claro de su potencial genético, lo que se logra a través de su caracterización, labor que se ha venido realizando CORPOICA desde que se recibió la colección.

En 1995 y 1996 se inició la caracterización morfológica de 677 colectas de *Solanum tuberosum* subespecie *andígena* y de 85 de *Solanum tuberosum*, subespecie *tuberosum* en los Centros de Investigación Tibaitatá y San Jorge. En 1997 se identificó y analizó la variabilidad morfológica de 59 colectas de papa criolla *Solanum phureja* de la CCC de papa: se trabajaron 28 caracteres cualitativos los cuales expresaron el 76% de la variabilidad total. En los años 2000 y 2001 continuó la caracterización morfológica de 32 accesiones de la CCC de

papa *Solanum chaucha*: se analizaron 29 caracteres de tipo cualitativo que registraron una variabilidad de 74% al interior de la colección. Los caracteres más importantes que discriminaron dicha variabilidad fueron: las formas generales y raras del tubérculo; el color primario y secundario de la piel del tubérculo y la distribución del color secundario de la piel; el color secundario de la carne del tubérculo; el grado de floración y pigmentación del pistilo; el color primario y secundario de la flor; la forma de la corola; la pigmentación del tallo (Ligarreto y otros, 1997; Bonilla y Martín, 1997; Fajardo y otros, 2001).

En el año 2004 se llevó a cabo la caracterización morfológica a 464 accesiones de la subespecie andígena de la CCC de papa, con el fin de identificar aquellas accesiones candidatas a duplicados dentro de la colección. Cinco caracteres cualitativos a nivel de tubérculo y flor discriminaron la colección. El análisis de conglomerados permitió identificar 64 accesiones como posibles duplicados, lo cual requerirá de confirmación molecular (Bernal y Arias, 2004).



IICA



Oficina en Colombia

¡Promoviendo el Desarrollo Rural del país!



La Colección Central Colombiana de papa está integrada por especies introducidas, nativas, silvestres, variedades criollas y nativas, tradicionales y mejoradas.

En el año 2002 se analizó la variabilidad de papa criolla *Solanum phureja* y también se identificaron duplicados con base en parámetros morfológicos y moleculares (por medio de marcadores AFLP's y RAPD's): se determinó una variabilidad significativa en el interior de la colección y se detectaron seis duplicados de 58 accesiones evaluadas (Herrera, 2001; Fajardo, 2000).

En 1997, en los Centros de Investigación Tibaitatá, San Jorge y La Selva, se evaluó la colección de papa *Solanum tuberosum* subespecie *andígena* según parámetros de precocidad, calidad industrial y resistencia a goma (*Phytophthora infestans*): se identificaron 47 colectas promisorias en los anteriores parámetros. Con respecto a la evaluación en el C.I La Selva para resistencia a goma (*Phytophthora infestans*), se identificaron 69 accesiones con resistencia en campo de las cuales ocho fueron incompatibles y seis hipersensibles (presencia de genes mayores en ambos casos); nueve genotipos se identificaron como potenciales progenitores con fuente de resistencia goma (Avella y Parra, 1997; Méndez y Rojas, 1997; Zapata, Trillos y Rave, 2001).

En 1998 se evaluaron, según parámetros de calidad industrial, las colecciones de papa de las subespecies *andígena* 78 y *tuberosum* 82, genotipos preseleccionados por su resistencia a (*Phytophthora infestans*) y su precocidad. Se encontró que 53 genotipos reunieron aquellas características de importancia para la industria. En el caso de la subespecie *tuberosum* se identificaron cinco accesiones con buenas características para fines industriales. Se evaluaron 50 genotipos de la CCC de papa

Solanum phureja por características para procesamiento: encurtidos, precocido y fritos. Cinco accesiones, cumplieron con las exigencias de la industria para encurtidos en salmuera o vinagre; las colectas «yema de huevo» y «algodona» fueron aptas para la fabricación de productos precocidos enlatados o congelados. La accesión «naranjilla» fue óptima para el procesamiento de papa frita en hojuelas; además, en esta misma especie, se estudió la calidad nutricional del tubérculo, dando como resultando que 31 accesiones presentaron contenidos significativos de proteínas crudas frente a la variedad Diacol Capiro. En cuanto a carbohidratos, existen 12 materiales de la CCC de papa *Solanum phureja* con un promedio mayor a 33% (Huertas, 1998; Velásquez, 1998; Suárez, 2001; Ligarreto y otros, 2001; Fajardo, 2002).

En 1999 se evaluó la viabilidad del polen y se determinaron los índices de cruzabilidad de seis accesiones de la CCC de papa, subespecie *andígena*, con resistencia a goma (*Phytophthora infestans*) y buena calidad industrial; los cruza-mientos Lupa x Diacol Monserrate y Bogotana x Diacol Monserrate fueron los que presentaron mejor producción de bayas; así mismo, se observó que Diacol Monserrate, Lupa y la accesión 4385.1 S. N. presentaron una mayor producción de polen en sus anteras y con una viabilidad mayor de seis meses. Estas accesiones se evaluaron de acuerdo con parámetros fisiológicos. La accesión Lupa exhibió una mayor eficiencia en acumulación de fotoasimilados a nivel de tubérculo, así como un mejor comportamiento en cuanto a su crecimiento. (Ospina, 1999; Muñoz y Herrera, 2000).

En la búsqueda de resistencia genética a la polilla guatemalteca (*Tecia solanivora*) en la CCC de papa, se evaluaron 842 accesiones de la colección, discriminadas de la siguiente manera: 639 de la subespecie *andígena*, 78 de la subespecie *tuberosum*, 45 de la especie *Solanum chaucha*, 49 de *Solanum phureja* y 31 variedades comerciales. Como resultado se seleccionaron 60 genotipos de las subespecies *andígena* y *tuberosum* en los que se constató resistencia moderada (Cifuentes y López, 2004).

Investigación en conservación *in vitro* y crioconservación

En 1998 se llevó a cabo la tuberización *in vitro* de tres accesiones de la colección de papa *Solanum phureja*; se determinó que el tratamiento de 0.008g/l de BAP y 0.8g/l de cloruro de colina, para la variable número de tubérculos, alcanzó los promedios más altos en los materiales evaluados. En el período comprendido entre los años 2001 y 2003 se evaluaron cuatro metodologías de crioconservación para papa reportadas a nivel mundial sobre una accesión de la colección *in vitro* de *Solanum phureja*; se validaron algunos ajustes a las metodologías de encapsulamiento-deshidratación y encapsulamiento-vitrificación (Gómez y Reyes, 1998; Villa y Sánchez, 2001).

Investigación en viabilidad de semilla botánica

Se han aplicado métodos para la remoción de latencia en semilla ortodoxa, lográndose establecer tratamientos con ácido giberélico en concentraciones de 1.500 mg con tiempo de imbibición de 24 horas con el fin de promover el proceso de germinación por encima del 85% (Fajardo y Valbuena, 2000).

Documentación

La documentación recopila toda la información generada a través de la conservación y caracterización de la CCC de papa en libros de registro en los cuales se consignan los datos de pasaporte, la in-

formación relevante: número de colección, nombre vulgar, especie/subespecie, procedencia, origen, localización, altitud y algunas características de los tubérculos; por su parte, en las libretas de colecta, reposa información relevante sobre la identificación de las colectas, los datos geográficos, las fuentes de colección, las formas colectadas y el tipo de germoplasma, etc. Toda esta información aparece incluida en un programa de computador diseñado para hacer el seguimiento al germoplasma conservado en el Banco Base del C. I. Tibaitatá.

Conclusiones

La misión del Banco de Germoplasma de Papa manejado por CORPOICA es facilitar el mejoramiento del cultivo de la papa en el presente y el futuro promoviendo el uso de genes exóticos valiosos que se hallan en el germoplasma silvestre y domesticado de papa. Este recurso representa un verdadero tesoro de diversidad genética para caracteres potencialmente útiles que puedan ser incorporados en el futuro en nuevas variedades. Éstas deben ser capaces de vencer los retos de las plagas y del ambiente, aportando menor dependencia de los fertilizantes químicos, los insecticidas y los fungicidas. Para lograrlo, CORPOICA realiza las actividades de introducción, clasificación, evaluación, preservación, caracterización y distribución de germoplasma. La Colección Central Colombiana de papa que se conserva en el sistema de bancos ha estado vinculada a los programas de mejoramiento de papa, anteriormente con el ICA y ahora con los planes estratégicos de CORPOICA, mediante la colección de trabajo, la cual ha permitido seleccionar y liberar más de 35 variedades mejoradas; las dos más recientes son Milenia-1 y Corpoica-Mary, las cuales representan una alternativa para el agricultor colombiano y los procesadores.

Bibliografía

AVELLA, A. y PARRA, H. 1997. Evaluación de la colección central colombiana de papa (*Solanum tuberosum* ssp *andigena*) por parámetros de precocidad y calidad industrial en el Centro de Investigaciones de Tibaitatá. Tesis, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

BARBOSA, L. 1934. Informe de labores de la Sección de Agronomía. Estación La Picota. En: Memorias del Ministerio de Agricultura y Comercio. Tomo II, pp. 249 – 258.

BERNAL, A. y ARIAS, J. 2004. Caracterización morfológica de la Colección Central Colombiana de Papa *Solanum tuberosum* subespecie *andigena*. Tesis, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

BONILLA, D. y MARTÍN, G. 1997. Identificación y análisis de la variabilidad morfológica de 59 cultivares de papa criolla (*Solanum phureja* Juz et Bulk) de la CCC de papa. Tesis, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.

CIFUENTES, G. y LÓPEZ, A. 2004. Búsqueda de resistencia en la CCC a la polilla guatemalteca de la papa. En: XXXI Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología (Socolen). Bogotá, Colombia. 28 a 30 de Julio de 2004. pp. 303-314.

CORPOICA. 2005. Informe técnico de bancos, C. I. Tibaitatá. 22 p.

CORPOICA. 1995-2003. Informes técnicos anuales y de interventoría. Proyecto Bancos de Germoplasma Vegetal. C.I. Tibaitatá. Programa de Recursos Genéticos y Biotecnología Vegetal. 120 p.

FAJARDO, D. y VALBUENA, I. 2000. Informe técnico de bancos de germoplasma vegetal. C. I. Tibaitatá. 22 p.

FAJARDO, D. y VALBUENA, I. 2002. Informe técnico de bancos de germoplasma vegetal. C. I. Tibaitatá. 25 p.

FAJARDO, D. VALBUENA, I. y LIGARRETO, G. 2001. Variabilidad genética de la Colección Central Colombiana de papa especie *Solanum chaucha* por parámetros morfológicos. En: VIII Congreso Sociedad Colombiana de Fitomejoramiento y Producción de Cultivos. Bogotá, Colombia. 2 – 5 de julio de 2003. 85 p.

GÓMEZ, M. y REYES, P. 1998. Propagación y tuberización *in vitro* de tres variedades de papa criolla (*Solanum phureja*) de la Colección Central Colombiana. Tesis, Universidad Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.

HERRERA, M. 2001. Análisis de la variabilidad genética de la colección central colombiana de papa *Solanum chaucha* Juz et Buk mediante descriptores morfológicos y marcadores moleculares. Tesis, Universidad de Los Andes, Bogotá, Colombia.

HUERTAS, J. 1998. Caracterización de germoplasma de papa (*Solanum tuberosum* ssp *tuberosum*) por parámetros de calidad para la industria de pasabocas. Tesis, Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia.

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO, ICA. 1954. Programa de tuberosas. Informe anual. 30 p.

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO, ICA. 1956. Programa de tuberosas. Informe anual. Libros de Matrícula 35 p.

LIGARRETO, G. VALBUENA I., y FAJARDO, D. 1997. Caracterización morfológica de la colección central colombiana de papa.

En: V Congreso Sociedad Colombiana de Fitomejoramiento y Producción de Cultivos. Santa Marta, Colombia. 28 al 30 de mayo de 1997. 152 p.

LIGARRETO, G. VALBUENA, I. y FAJARDO, D. 2001. Variabilidad genética de la Colección Central Colombiana de papa por parámetros de calidad industrial En: VII Congreso Sociedad Colombiana de Fitomejoramiento y Producción de Cultivos. Ibagué, Colombia. 2001 pp. 5.

LÓPEZ, L. 1982. Recursos genéticos vegetales en Colombia. ICA, Boletín técnico. C. I. Tibaitatá. 24 p.

LÓPEZ, L. 1979. Collection of primitive Colombian cultivars. In: Report of the planning conference on the exploration, taxonomy and maintenance of potato. Lima, Perú. 15-19 de octubre de 1979. CIP. pp. 193.

LÓPEZ, L. y ESTRADA, N. 1970. Catálogo de la Colección Central Colombiana de *Solanum tuberosum*. En: VI Reunión de la Sociedad Latinoamericana de Investigadores en Papa (SLIP). La Paz, Bolivia. 2 a 7 de marzo de 1970. 32 p.

MÉNDEZ, R. y ROJAS, L. 1997. Evaluación de la Colección Central Colombiana de *Solanum tuberosum* ssp. *andigena* por resistencia a *Phytophthora infestans* y calidad industrial en el C. I. San Jorge ICA. Tesis, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

MUÑOZ, J. y HERRERA, M. 2000. Análisis de crecimiento y desarrollo de cinco accesiones promisorias de papa *Solanum tuberosum* ssp *andigena* y la variedad Diacol Monserrate de la Colección Central Colombiana de papa bajo condiciones de la Sabana de Bogotá. Tesis, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.

OSPINA, C. 1999. Evaluación de la viabilidad de polen y determinación de índices de cruzabilidad de *Solanum tuberosum* ssp *andigena* por resistencia a *Phytophthora infestans*. Tesis, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

PINO, A. 1944. Estación Central de Papa, Tabio (Cundinamarca). En: Anexos al Informe del Ministerio de la Economía Nacional presentado al Congreso de 1944. Tomo III pp. 42-43, 1-186.

SPOONER, D., LÓPEZ, L., PINEDA, R. y CASTILLO, R. 1992. Report of expedition to collect the wild species of potato in Colombia and Venezuela. Inter Regional Potato Introduction Project (IR-1) at Sturgeon Bay, WI, USA. pp. 49.

SUAREZ, M. 2001. Evaluación de la calidad industrial de 50 accesiones de papa criolla (*Solanum phureja*) de la Colección Central Colombiana. Tesis, Universidad INCCA de Colombia, Bogotá, Colombia.

VELÁSQUEZ, D. 1998. Evaluación de algunos parámetros de calidad industrial en 78 genotipos de la Colección Central Colombiana de Papa *Solanum tuberosum* ssp. *andigena*. Tesis, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Bogotá, Colombia.

VILLA, A. y SÁNCHEZ A. 2003. Evaluación de las metodologías de crioconservación en una accesión de *Solanum phureja*. Tesis, Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia.

ZAPATA, J. TRILLOS, O. y RAVE, I. 2001. Evaluación de la resistencia y compatibilidad al patógeno *Phytophthora infestans* de genotipos de la Colección Central Colombiana de papa. Actualidades Corpoica (1): 57-63.