

Caracterización agro morfológica de variedades nacionales de batata (*Ipomoea batatas* L.)

PROYECTO PINV15-152

RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN





Caracterización agro morfológica de variedades nacionales de batata (*Ipomoea batatas* L.)

Editores

Victoria Rossmarý Santacruz Oviedo

Cipriano Ramón Enciso-Garay

José Félix Bareiro Mendoza

Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional de Asunción
San Lorenzo, Paraguay
2020

Caracterización agro morfológica de variedades nacionales de batata (*Ipomoea batatas* L.). / Editores Victoria Rossmary Santacruz Oviedo, Cipriano Ramón Enciso-Garay, José Félix Bareiro Mendoza. – San Lorenzo, Paraguay : FCA-UNA, 2020.
viii, 79 p. : cuadros, figuras; 21 cm.

Incluye anexos y bibliografías.

ISBN 978-99925-218-1-6 (en línea)

1. Batata (*Ipomoea batatas*). 2. Batata - Variedades. 3. Batata - Importancia. 4. Batata - Características. 5. Batata - Manejo de cultivo. 6. Batata - Rendimiento. I. Santacruz Oviedo, Victoria Rossmary ed. II. Enciso-Garay, Cipriano Ramón ed. III. Bareiro Mendoza, José Félix ed. IV. Título.

CODFCA 11.20.324

CDD: 635.22

Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)



Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción
Casilla de Correos 1618. Tel: +59521 585606/09/13
Campus. San Lorenzo, Paraguay.

Los trabajos y opiniones que se publican en el libro son de exclusiva responsabilidad de los autores.

La publicación se realizó en el marco del Proyecto PINV15-152 cofinanciado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) con recursos del FEEI.

Equipo técnico

Directora del Proyecto e Investigadora principal

¹Dra. Victoria Rossmar O. (PRONII nivel I)

Investigadores asociados

¹Prof. Dr. Cipriano Ramon Enciso Garay. (PRONII nivel II)

¹Prof. M.Sc. Ing. Agr. José Félix Bareiro M.

¹Prof. Ing. Agr. Cesar Caballero

¹Prof. Lic. Fanni Ruiz

²Ing. Agr. Marta Bartrina

¹Prof. M.Sc. Mónica Gavilán

¹Prof. M.Sc. Claudio Moreno

Tesista de grado

Natalia Oviedo

Tesista de postgrado

Ing. Agr. Valeriano Espínola Almirón

Equipo administrativo

Lic. Miguel Arévalos, Dirección Administrativa

Lic. Erico Ovelar, Coordinación presupuesto

Lic. Angel Peña, Coordinación Administrativa de Proyectos

Miguel Ovelar, Asistencia Administrativa

1 Docente investigador, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

2 Investigadora del Centro de Investigación Hernando Bertoni, Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria. Caacupé, Paraguay.

Autores

Victoria Rossmary Santacruz Oviedo

Docente investigador, Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

Cipriano Ramón Enciso-Garay

Docente investigador, Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

César Caballero Mendoza

Docente investigador, Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

José Félix Bareiro Mendoza

Docente investigador, Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

Marta Inés Bartrina Scura

Investigadora del Centro de Investigación Hernando Bertoni
Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria. Caacupé, Paraguay.

Mónica Gavilán

Docente investigador, Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

Claudio Moreno

Docente investigador, Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

Natalia Oviedo

Tesista de Grado, Facultad de Ciencias Agrarias,
Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

Valeriano Espínola Almirón

Tesista de Postgrado, Facultad de Ciencias Agrarias.
Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

PRÓLOGO

La seguridad alimentaria es la base principal para lograr que un pueblo obtenga el acceso a otros derechos inalienables como la educación y salud. Conservar y mantener lo que la naturaleza prodiga debería ser un objetivo de gobiernos que poseen visión a largo plazo.

La batata por naturaleza es una especie particularmente noble ya que puede utilizarse de numerosas formas y aporta cantidades importantes de carbohidratos, vitaminas y minerales para la alimentación. Puede ser utilizada la planta entera: las hojas y ramas, que produce en gran cantidad, son habitualmente destinadas para consumo de animales; la raíz tuberosa es principalmente destinada para consumo humano en forma cocida, asada o frita. Su aplicación industrial también es relevante para la producción de dulces, almidón, harinas, y pigmentos.

Los trabajos para reunir en un banco de germoplasma y su conservación en el Paraguay datan de los años '80 a través de algunas cooperaciones mantenidas por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) con el Centro Internacional de la Papa (CIP) y el Instituto de Cooperación de Ultramar de Italia, lográndose realizar importantes colectas a nivel país y reunir una rica colección de aproximadamente 48 entradas que con el tiempo fue perdiéndose por diferentes razones, principalmente por falta de una política de conservación de recursos fitogenéticos. Estos materiales fueron caracterizados y se enviaron duplicados al banco de germoplasma de Centro Internacional de la Papa y batata (CIP) con sede en Perú.

Con este proyecto se ha logrado rescatar, reunir y someter a una nueva caracterización morfológica los materiales que se encuentran en las colecciones de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA/UNA) y del Centro de Investigación "Hernando Bertoni" del IPTA; las informaciones colectadas son de gran relevancia para sustentar nuevos esfuerzos de conservación de la colección y futuros trabajos de mejoramiento y/o trabajos de experimentación que permitan un estudio más integral de la especie, considerando aspectos como producción, principales plagas y enfermedades, composición química de las raíces, de manera a valorizar nuestro germoplasma local que trae consigo un elemento que destaca: la adaptación al medio.

Prof. Ing. Agr. Luis Guillermo Maldonado, Decano

Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional de Asunción

AGRADECIMIENTOS

El presente documento es el resultado del trabajo colaborativo entre la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA/UNA) y el Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA). Agradecemos también el cofinanciamiento del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) que hicieron posible obtener los recursos financieros para la ejecución del trabajo.

A todos los integrantes del equipo técnico que desde la formulación de la propuesta han estado presentes y a los que fueron sumándose durante la ejecución.

A los que acompañaron el trabajo como tesis y lograron completar con éxito sus tesis.

Al Equipo Administrativo por apoyar los numerosos desafíos que fueron presentándose durante la ejecución del proyecto.

¡¡GRACIAS!!

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	9
OBJETIVOS	10
COMPONENTE I. CARACTERIZACIÓN AGRO MORFOLÓGICA DE GENOTIPOS DE BATATA	11
REVISIÓN DE LITERATURA	11
MATERIALES Y MÉTODOS	16
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
CONCLUSIÓN	30
RECOMENDACIONES	30
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
ANEXO 1. ACTIVIDADES DE LA SEGUNDA PLANTACIÓN DE BATATA	33
COMPONENTE II. MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN IN VITRO DE 30 GENOTIPOS DE BATATA	38
ANEXO 2. COLECCIÓN <i>IN VITRO</i> DE BATATA CIHB/IPTA	41
COMPONENTE III. EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO POSCOSECHA DE GENOTIPOS SELECCIONADOS DE BATATA (<i>Ipomoea batatas</i> (L.) LAM)	45
ANEXO 3. REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA COLECCIÓN DE BATATA DE LA FCA/UNA	54

INTRODUCCIÓN

La batata actualmente es cultivada en alrededor de 100 países, ocupa el séptimo lugar entre los cultivos alimenticios, siendo superada apenas por el trigo, arroz, maíz, papa, cebada y mandioca (FAOSTAT, 2018). En Paraguay la superficie plantada es de alrededor de 5087,0 hectáreas, la producción de 50.520 toneladas y su rendimiento de 9.931 kg ha⁻¹(MAG, 2019).

La caracterización agronómica y morfológica de la batata realizada en esta investigación se basó en los descriptores desarrollados por el Dr. Huaman del Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú que es una de las más utilizada a nivel mundial.

De acuerdo a la definición de Huaman (1991) la caracterización es el registro de aquellos caracteres que son altamente heredables, que pueden ser detectados a simple vista y son expresados en todos los ambientes.

En este documento se presenta la caracterización morfológica y agronómica de alrededor de 40 características agronómicas y morfológicas de variedades de batata que fueron colectadas de diferentes zonas del país y mantenidas como una colección en la Facultad de Ciencias Agrarias/UNA.

Esta colección es parte de los recursos fitogenéticos de la FCA/UNA, que deben ser resguardados a fin de mantener la misma, ya que por diversos motivos algunas de las variedades locales ya no se encuentran disponibles. Aún queda explorar otras regiones del país, como la región Occidental o Chaco, donde algunos pueblos originarios utilizan este cultivo como fuente de alimento y mantienen pequeñas parcelas de producción y como recursos genéticos pueden constituirse en una importante fuente de resistencia y tolerancia a diferentes factores bióticos y abióticos.

La batata pertenece a la familia Convolvulaceae, es considerada una hortaliza de raíz tuberosa tropical, que constituye una rica fuente de alimentación humana y animal (Filgueira 2013), fuente de caroteno y vitaminas, además de importante materia prima para la industria del almidón y alcohol (Chávez et al. 2004).

De acuerdo a Martí (2018) en diversos países es consumida de una forma particular ya sea en trozos hervidos, dulces, salados, productos secos, mezclados con otros productos, como alimento para mascotas en bebidas, purés, salsas y condimentos y su consumo como almidón y derivados: Así también, se utiliza como fuente de bioplásticos de manera a reducir la contaminación ambiental. Es considerado alimento funcional ya que es una fuente de hidratos de carbono (25 a 35%) y fibras. La batata de color oscuro posee mayor contenido de fenólicos y antocianinas. Fuente de vitaminas C, B2, B6 y E, así como de potasio, cobre, manganeso y hierro, entre otras propiedades nutricionales.

Teow et al. (2007), concluyeron que las actividades antioxidantes pueden variar entre diferentes variedades de batata, siendo el color oscuro asociado con un alto contenido de antioxidantes. La batata de pulpa morada sería una saludable elección de alimentos para los consumidores, así como una fuente potencial de colorantes alimentarios naturales. Cobeña et al. (2017) señala que se considera a la batata como un alimento energético, sus raíces reservantes poseen de 25 a 30% de carbohidratos totales, de los cuales, el 98% es considerado de fácil digestión.

En el país, es un rubro de la agricultura familiar, cultivado en su mayoría por pequeños productores, en suelos degradados y con pocos insumos, los cuales presentan problemas de bajos rendimientos,

escasa adopción de tecnologías y genotipos mejorados. Por otro lado, en el país son escasas las investigaciones existentes sobre mejoramiento genético y nuevas tecnologías de cultivo de la batata, a pesar de su importancia desde el punto de vista de la seguridad alimentaria y como fuente de nutrientes y minerales.

OBJETIVOS

Los componentes principales de este trabajo estuvieron divididos de la siguiente manera:

Componente I. Evaluar las características agro-morfológicas de germoplasma de batata (*Ipomoea batatas* L) de la colección de la FCA e IPTA y obtener materiales preseleccionados con buenas características agronómicas para futuros programas de mejoramiento.

Componente II. Conservar *in vitro* genotipos de batata de la colección de germoplasma de la FCA/UNA y del IPTA.

Componente III. Evaluar la vida útil poscosecha de genotipos seleccionados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cobeña, G., Cañarte, E., Mendoza, A., Cárdenas, F. M., y Guzmán, A. M. (2017). *Manual técnico del cultivo de camote*. Manabí, Ecuador: INIAP Estación Experimental Portoviejo. Manual N° 106.
- Chávez, R., Galio, P., Rossel, G., Reynoso, D., Leva, H., y Vera, N. (2004). Caracterización morfológica y molecular de genotipos mejorados de camote (*Ipomoea batatas* L.) para ecosistemas árido-salino-bóricos. *Ciencia y Desarrollo*, (8), 84-106. <https://doi.org/10.33326/26176033.2004.8.155>
- FAOESTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2018). *FAOESTAT Statistics Database*. Recuperado de: <http://http.fao.org/faostat/en/#home>.
- Filgueira, F.A. R. (2013). *Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa, Brasil: Editora UVF. 421 p.
- Huaman, L. (1991). *Descriptors for sweet potato*. Rome: International Board for Plant Genetic Resources. 52 p.
- Martí, H. R. (2018). *Producción de batata*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones INTA.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). (2019). *Síntesis estadística: producción agropecuaria año agrícola 2018/2019*. San Lorenzo, Paraguay. 51 p. Recuperado de http://www.mag.gov.py/Censo/SINTESIS%202018_2019_vers._final_04.12.2019%20mod.pdf
- Teow, C. C., Truong, V. D., McFeeters, R. F., Thompson, R. L., Pecota, K. V., y Yencho, G. C. (2007). Antioxidant activities, phenolic and β -carotene contents of sweet potato genotypes with varying flesh colours. *Food chemistry*, 103(3), 829-838.

COMPONENTE I

CARACTERIZACIÓN AGRO MORFOLÓGICA DE GENOTIPOS DE BATATA

Victoria Rossmary Santacruz Oviedo

Cipriano Ramón Enciso-Garay

César Caballero Mendoza

José Félix Bareiro Mendoza

Objetivo del componente: evaluar las características agro-morfológicas de germoplasma de batata (*Ipomoea batatas* L) de la colección de la FCA/UNA e IPTA y obtener materiales preseleccionados con buenas características agronómicas para futuros programas de mejoramiento.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen

La batata pertenece a la familia de las Convolvulaceae, es un cultivo alimenticio importante, que es ampliamente cultivado en regiones tropicales, subtropicales y templadas. Las raíces de almacenamiento de la batata se utilizan como alimento básico, materia prima para la producción de alcohol y alimentación animal. La mayor diversidad se encontró en América Central revelada por el uso de marcadores moleculares que proporciona evidencia de que Centroamérica es el principal centro de diversidad y muy probablemente el centro de origen, considerando la riqueza de los parientes silvestres de la batata (Haug y Sun, 2000).

La batata fue introducida en Europa Occidental desde las Indias Occidentales después del primer viaje de Colón en 1492. En el siglo XVI, los portugueses exploradores transfirieron la batata a África, India, Sudeste Asia y las Indias Orientales, mientras que la transferencia directa de la planta fue hecha por galeones comerciales españoles desde México hasta Filipinas (Rossel et al., 2000).

La batata, recibe numerosas denominaciones: yety en Paraguay, kumara en Perú, Cara o jética en Brasil. La designación en otros idiomas es; “Batata doce” en portugués, “Batata” en italiano, “Patate Douce” en francés, “Sweet potato” en inglés (Cusumano y Zamudio, 2013). Según Marti (2018), la batata es una de las primeras plantas domesticadas por el hombre con evidencias en Perú de 8000 a 10.000 años atrás. Fue cultivada también por los mayas e incas e introducida por exploradores portugueses a África, India y al sudeste asiático en el siglo XVI. Colón introdujo el cultivo en Europa.

Taxonomía

La clasificación taxonómica de la batata según Huamán (1992), es la siguiente:

Tribu: Ipomoeae

Género: *Ipomoea*

Subgénero: *Quamoclit*

Sección: batatas

Especie: *Ipomoea batatas* (L.) Lam

La batata es una especie hexaploide con 90 cromosomas y con presencia de autoincompatibilidad, por lo que la única vía para producir frutos es la polinización cruzada (Cusumano y Zamudio (2013).

Linneo en 1753 describe a la planta de camote como *Convolvulus batatas*; posterior-mente, Lamarck en 1791, la clasificó dentro del género *Ipomoea* con base en la forma del estigma y a la superficie de los granos de polen; por consiguiente, el nombre se cambió a *Ipomoea batatas* (L.) Lam. (Huamán, 1992).

Estado del arte - Paraguay

Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2014), la batata es uno de los cultivos importantes en el Paraguay, sus raíces sirven de alimento para la población en diferentes formas (cocida, fritas, asadas, etc.). En cuanto a la utilización en la alimentación ocupa el segundo lugar de preferencia después de la mandioca, constituyéndose en una buena fuente de carbohidratos; las raíces como las ramas y hojas se pueden utilizar como forraje para la alimentación animal y como materia prima a las industrias para la fabricación de dulces.

La superficie sembrada de batata es de 5087,0 ha, con rendimiento 9,9 t ha⁻¹ (MAG, 2019), mientras que en Brasil llega hasta 35 t ha⁻¹ y en la Argentina de 15 a 20 t ha⁻¹. Es un cultivo rustico y adaptado a las condiciones de clima tropical y subtropical, con elevado potencial de desarrollo tecnológico, siendo originaria de las regiones tropicales de América Central y Sur (Pereira Júnior, et al., 2008; Silva y Lopes, 1995). Las zonas de mayor producción son los Departamentos Central, Cordillera, San Pedro, Concepción, Ñeembucú, Paraguari y algunas zonas del Chaco (DCEA, 2013).

En Paraguay es un rubro típico de la agricultura familiar, cultivado generalmente en suelos degradados, con pocos insumos, escasa adopción de tecnologías y genotipos mejorados, razón por la cual los rendimientos son bajos. Por otro lado, son escasos los trabajos de mejoramiento genético que se realiza en el país con este rubro, a pesar de su importancia desde el punto de vista de la seguridad alimentaria y como fuente de nutrientes.

La batata se propaga en forma vegetativa, siendo difícil en estas condiciones mantener a campo un año tras otro. La conservación de este cultivo realizan los propios agricultores y también los pueblos originarios que utilizan esta especie en su alimentación. Algunos de los materiales locales de Paraguay se consideran que han sido perdidos por diversas razones, entre las que pueden citarse la migración a las ciudades, cambio climático, plagas y enfermedades, disminución de comunidades de pueblos originarios, entre otros.

Por otro lado, es escasa la información científica existente acerca este cultivo en Paraguay, no existiendo reportes sobre plagas y enfermedades, especialmente virósicas que disminuyen el potencial de producción de la planta y también recomendaciones sobre tecnología de producción.

Morfología de la planta

La batata, conforme a Huamán (1991) se cosecha dependiendo del cultivar, entre 90-120 días (precoz), 121-140 días (intermedia) y más de 140 días (tardías).

Es una planta perenne cultivada como anual, es herbácea, con tallos generalmente rastreros que se expanden de manera horizontal sobre el suelo, con raíces abundantes y ramificadas. Las raíces gruesas tuberosas pueden ser de diversas formas y colores y constituye la parte comestible de la planta. Las hojas tienen numerosas formas, acorazonada, redondeada, reniforme, cordada, triangular, hastada,

lobulada y casi dividida aunque adoptando formas bastante variables, de color verde oscuro y brillante (Montaldo, 1991).

Sistema radicular

Según la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (Embrapa, 2008), la batata posee dos tipos de raíces: la de reserva o tuberosa, que constituye la principal parte de interés comercial, y la raíz absorbente, responsable de la absorción del agua y extracción de nutrientes del suelo. Las raíces tuberosas se forman desde el inicio del desarrollo de la planta, siendo fácil de identificar por la mayor espesura, por la poca presencia de raíces secundarias y por desarrollar nódulos; se distingue con facilidad en el pedúnculo proximal, una parte dilatada central o tuberización y el extremo distal delgado. Las raíces absorbentes se forman a partir del meristemo cambial, tanto en los nódulos y en los entrenudos. Son altamente ramificadas, favoreciendo la absorción de nutrientes.

El sistema radicular de la batata está compuesto de: a) raíces fibrosas, que absorben nutrientes y agua y sostienen a la planta y b) raíces reservantes que son raíces laterales en las que se almacenan los productos fotosintéticos y constituyen la parte comercial de mayor interés (Huamán, 1992).

Según Cusumano y Zamudio (2013), las raíces tuberosas o batatas, constituyen el objeto del cultivo comercial, se originan normalmente en los nudos de los tallos que se encuentran bajo tierra, pueden desarrollarse hasta adquirir una longitud de unos 30 cm y un diámetro de 20 cm.

De acuerdo a Marti (2018) el sistema radicular de la batata consta de distintos tipos de raíces, y su nomenclatura varía con los distintos autores. Básicamente hay tres tipos de raíces: fibrosas o finas, levemente engrosadas o tipo lápiz, y reservantes o tuberosas, que son las batatas. El mismo autor menciona que pueden presentar distintas formas, desde redondeada a oblonga larga. El cultivar es el factor que más incide en la forma. La disposición de las raíces reservantes en la planta es una característica varietal, importante como criterio de selección en mejoramiento. Puede ser en forma de racimo alrededor del tallo. Cuando el pedúnculo que une la raíz al tallo está ausente o es muy corto, las raíces forman un racimo cerrado. Si el pedúnculo es más o menos largo, forma un racimo abierto.

Tallo

Los tallos, que se expanden de manera horizontal sobre el suelo, son cilíndricos y de longitud variable de acuerdo a la cultivar y condiciones ambientales. Generalmente tienen entre 50 cm y 2 m de longitud, aunque hay casos en que pueden llegar a 5 m. Son de color predominantemente verde, aunque también pueden ser morados. Son comunes las combinaciones de verde con morado en la parte apical y en los nudos. Pueden ser glabros o pilosos. Los entrenudos son de longitud variable, desde unos pocos centímetros hasta 10 cm... Alta disponibilidad de agua y de nitrógeno tienden también a aumentar las ramificaciones, mientras que los fotoperíodos largos las disminuyen (Marti, 2014).

Según Huamán (1992), dependiendo de los cultivares el color de los tallos varía de totalmente verde a totalmente pigmentado con antocianinas (color rojo – morado). Los brotes apicales tiernos, y en algunos cultivares también los tallos, varían desde glabros (sin pelos) a muy pubescentes.

Hoja

Las hojas normales son simples de inserción aislada en el tallo, sin vaina, con peciolo largo y se separa en la inserción de la hoja en un nervio central y dos o más laterales. Las nervaduras de la cara inferior son de color verde o morada y vellosidad parecida al tallo, con un limbo muy desarrollado (Folquer, 1978).

El color de las hojas puede ser verde-amarillento, verde o con pigmentación morada en parte o en toda la lámina. Algunas variedades poseen las hojas de color morado cuando son jóvenes y de color verde cuando ya maduran. El tamaño de la lámina y el grado de pubescencia depende del cultivar y factores ambientales, siendo estos más numerosos en el envés de las hojas (Huamán, 1992).

Flores

Están agrupadas en inflorescencias de tipo racimo (3-7 flores), con un raquis de 5 a 20 cm de largo

y se sitúan en la axila de la hoja. Su color varía de púrpura a blanco. El cáliz está formado por cinco sépalos separados, la corola está compuesta por cinco pétalos soldados con figura embudiforme, el androceo posee cinco estambres soldados a la corola, el gineceo tiene dos carpelos y el ovario es supero. Las flores abren por la mañana y cierran por la tarde del mismo día, desprendiéndose la corola uno o dos días después (Folquer, 1978).

Fruto

Según Huamán (1992), el fruto de la planta de batata, es una cápsula redondeada, con diámetro de 3 a 7 mm que posee un apículo terminal dehiscente. Las cápsulas contienen de 1 a 4 semillas, la maduración toma de 25 a 40 días desde la fecundación.

Requerimientos edafoclimáticos

La batata es de origen subtropical por lo que necesita temperatura promedio de 24°C, y noches frescas. La temperatura nocturna es el factor más importante para el crecimiento de la batata. Por debajo de 10 °C deja de crecer. La temperatura del suelo para implantar el cultivo debe ser mayor a 16 °C, pero menor a 30 °C ya que estas promueven crecimiento de la parte aérea, disminuyendo el crecimiento de las raíces (Marti 2014, Folquer 1978).

Necesita de un ambiente húmedo (80-85% Humedad Relativa) y buena luminosidad. Tolera los fuertes vientos debido a su porte rastrero y a la flexibilidad de sus tallos. El fotoperiodo largo y de gran luminosidad estimula el crecimiento vegetativo de la batata; en cambio el fotoperiodo corto y la baja radiación favorecen a la floración y al engrosamiento de las raíces, requiere de precipitaciones de 550 a 680 mm distribuido durante el ciclo vegetativo. Es sumamente resistente a la sequía por su sistema radicular ramificado, aunque afecta considerablemente a la producción (Folquer, 1978)

Suelos

Según el MAG (2000), la batata produce bien en diferentes tipos de suelo. Se consideran ideales los arenos – arcillosos, con buen drenaje, fertilidad media a alta; pH entre 5,6 a 6,5.

En cuanto a los requerimientos edáficos, se adapta a suelos con diferentes características físicas, aunque prefiere aquellos que presenten buena aireación, buen drenaje, que sean livianos y con alto contenido de materia orgánica, tipo franco arenosos hasta franco arcillosos. Tolera los suelos moderadamente ácidos, con pH entre 4,5 y 7,7. Si el suelo es muy fértil, pesado y húmedo, el desarrollo de hojas y tallo es muy vigoroso, pero el rendimiento de raíces tuberosas es muy bajo al igual que su calidad. Las raíces de mejor calidad se obtienen en suelos arenosos (Carvalho da Silva et al., 2004).

Caracterización morfológica de germoplasma

Las características morfológicas de las plantas han sido utilizadas por el hombre desde el momento en que comenzó a recolectar semillas y a seleccionar especies vegetales que le podían servir para satisfacer sus necesidades básicas y por la identificación de características claves como colores, formas, olores y texturas le fue posible inferir sobre los usos potenciales de una especie en particular (Franco e Hidalgo, 2003).

El mismo autor menciona:

La caracterización de la variabilidad detectable visualmente, la cual se puede dividir en los tipos siguientes: (1) Las características responsables de la morfología y la arquitectura de la planta utilizadas en un principio para la clasificación botánica y taxonómica, aunque en muchas de ellas se pueden encontrar variantes. (2) Una serie de características relacionadas especialmente con aspectos de manejo agronómico y de producción de la especie que son de interés para mejoradores y agrónomos. En la mayoría de los bancos de germoplasma de programas existentes actualmente se hace una caracterización morfoagronómica en la que se fusionan estos dos primeros tipos. (3) Un grupo de características detectables visualmente que sólo se expresan como reacción a estímulos del medio ambiente. Estos pueden ser biótico como plagas y enfermedades; o

abióticos como sequías, deficiencias de minerales y cambios en temperatura, entre otros. Este tipo de caracterización se denomina evaluación y para su correcta cuantificación, generalmente, se requieren diseños experimentales separados de la caracterización morfoagronómica. El segundo nivel se refiere a la caracterización de la variabilidad que no es detectable por simple observación visual. Esta caracterización se denomina molecular porque se refiere a la identificación de productos y/o funciones internas de la célula. (Franco e Hidalgo, 2013, p. 8).

La caracterización morfológica de recursos fitogenéticos es la determinación de un conjunto de caracteres mediante el uso de descriptores definidos que permiten diferenciar taxonómicamente a las plantas. Algunos caracteres pueden ser altamente heredables, fácilmente observables y expresables en la misma forma en cualquier ambiente. Las características morfológicas se utilizan para estudiar la variabilidad genética, para identificar plantas y para conservar los recursos genéticos (Villareal, 2013).

Variabilidad genética de colecciones

La medición de los caracteres cualitativos y cuantitativos de alta heredabilidad, o que se transmiten a la descendencia del germoplasma en cualquier ambiente, se conoce como caracterización y permite determinar el grado de similitud entre las accesiones por medio de su apariencia morfológica o fenotipo y de variabilidad en la colección (Ligarreto, 2003).

Franco e Hidalgo (2003) mencionan que mediante la identificación taxonómica y caracterización morfológica de todas las accesiones de una colección es posible identificar copias de un mismo genotipo o cultivar. Estas copias son el producto de varias recolecciones de un mismo material mantenido por diferentes agricultores en una misma región geográfica, o de un mismo cultivar que ha sido llevado a diferentes regiones bajo nombres diferentes, también puede ser el resultado de donaciones de germoplasma o de la recolección de numerosas muestras de cultivares que crecen en diferentes áreas.

La detección de duplicados en una colección de germoplasma es tema de discusión en la conservación ex situ. La identificación propia de duplicados está en función de la valoración de los caracteres genéticos de una población o accesión. El germoplasma se preserva para su utilización posterior como una concentración de valores utilitarios, o bien, en función de su importancia como recurso genético, alimentario-nutricional, industrial, artesanal, medicinal, ceremonial y religioso, entre otros. Con esta premisa se pueden determinar los duplicados (Ligarreto, 2003).

En relación con el fenotipo, los caracteres que lo conforman corresponden en su gran mayoría a la descripción morfológica de la planta y su arquitectura. Estos caracteres se denominan descriptores morfológicos. Descriptores morfoagronómicos se corresponden a los caracteres morfológicos que son relevantes en la utilización de las especies cultivadas. Pueden ser de tipo cualitativo o cuantitativo y algunos curadores de bancos de germoplasma incluyen descriptores relacionados e rendimiento (Hidalgo 2003).

Evaluación agronómica

Diferentes estudios de la batata han mostrado una interacción significativa entre el genotipo y el ambiente en cuanto al rendimiento y los componentes de rendimiento (Adebola et al., 2013). En general la respuesta de los genotipos varía en diferentes ambientes (Matamoros 2014). Esta característica de la batata indica la necesidad de realizar estudios del comportamiento agronómico en diferentes regiones o zonas.

De acuerdo a Abadie y Berretas (2001) el objetivo principal de la caracterización es la identificación de las accesiones, mientras que el de la evaluación es conocer el valor agronómico de los materiales. Para la caracterización y evaluación se utilizan descriptores, que son caracteres considerados importantes y/o útiles en la descripción de una muestra. Los estados de un descriptor son los diferentes valores que puede asumir el descriptor, pudiendo ser un valor numérico, una escala, un código o un adjetivo calificativo”.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue llevada a cabo en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional de Asunción (UNA), Campus Universitario de San Lorenzo, cuyas coordenadas geográficas son 25°21' Sur y 57°27' Oeste, y altitud de 125 msnm. El suelo es tipo franco-arenoso de baja fertilidad. La zona presenta temperaturas mínimas medias de 24°C y temperaturas máximas medias de 32°C, y precipitación media anual de de 1.400 mm (FCA/UNA, 2010).

El experimento fue desarrollado durante el periodo comprendido entre los meses de noviembre de 2017 a mayo de 2018.

Para la caracterización agronómica¹ se utilizaron 30 genotipos provenientes de la colección de Batata del Campo Experimental de la FCA/UNA colectados de fincas de productores. Se incluyeron clones híbridos promisorios obtenidos por policruzas colectados por técnicos de la FCA y la Colección de Germoplasma de Batata del Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA) Caacupé. Todos los materiales de propagación fueron colectados de las parcelas de los campos experimentales de la FCA San Lorenzo e IPTA Caacupé, Departamento de Cordillera – Paraguay, respectivamente según Cuadro 1.

Diseño experimental y tratamientos

En el experimento fue utilizado el diseño de bloques completos al azar, con 30 tratamientos, donde cada genotipo corresponde a un tratamiento y 3 (tres) repeticiones, totalizando 90 (noventa) unidades experimentales (UE), separadas entre sí por calles de 2,00 m de ancho; la superficie total del experimento fue de 3.081 m². Cada unidad experimental estuvo constituida por cuatro hileras de 3,0 m de largo y 3,0 m de ancho (9,0 m²); con área útil de 6,0 m² con 11 plantas por cada hilera, separadas por una distancia de 1,00 m entre hileras y 0,30 m entre plantas, totalizando 44 plantas por unidad experimental.

La preparación del terreno se realizó en forma convencional mediante una arada profunda y dos rastreada un mes antes de la plantación y una semana antes se realizó una pasada de rastra, seguidamente utilizando un motocultor se procedió a la construcción de los camellones de 30 a 35 cm de altura, separadas por una distancia de 1,0 m entre sí, y luego fue realizada la plantación.

El material de propagación o esquejes fueron preparados en un vivero para su enraizamiento, para lo cual fue realizado el corte de los brotes terminales de 25 a 30 cm de largo de las plantaciones existentes de cada genotipo, conteniendo de 6 a 8 yemas; una vez enraizados, alrededor de 20 a 30 días fueron llevados al lugar definitivo. El trasplante de los esquejes enraizados fue realizado en los camellones preparados para el efecto introduciendo la parte basal del esqueje en la superficie superior del camellón, a una profundidad de 5 a 8 cm, a una distancia de 30 cm entre plantas y 1 m entre hileras.

La limpieza de la parcela se realizó acorde a la incidencia de las malezas de manera manual y control químico con herbicida total aplicadas de manera dirigida; la fertilización fue realizada a los 30 días después de la plantación, con una formulación de 30 – 90— 60 de NPK aplicando 10 g por planta; el manejo de plagas y enfermedades se realizó por observaciones semanales y de acuerdo a la incidencia de los mismos se procedió a su control.

En la caracterización agronómica de los clones, fueron utilizados los descriptores de batata propuestos por el IBPGR (The Internacional Board for Plant Genetic Resources), (Huaman, 1992), que agrupa caracteres de crecimiento y desarrollo. Las observaciones y mediciones de morfología se realizaron durante el desarrollo del cultivo y las evaluaciones de la raíz se efectuaron el mismo día de la cosecha del cultivo.

Diseño experimental y tratamientos

Caracteres morfológicos evaluados:

- Forma de la hoja madura (perfil general de la hoja, tipo de lóbulos, número de lóbulos, forma del lóbulo central, tamaño de la hoja madura, pigmentación de las nervaduras del envés.

¹ Datos agronómicos y algunos datos de morfología de raíz fueron publicados en la tesis de maestría de Producción Vegetal de la FCA/UNA del Ing. Agr. Valeriano Espinola.

- Color del follaje (color de la hoja madura, color de la hoja inmadura, longitud del peciolo, pigmentación del peciolo)
- Cobertura del suelo
- Entrenudo del tallo (longitud del entrenudo y diámetro del entrenudo)
- Pigmentación de los tallos (color predominante de los tallos, color secundario de los tallos, pubescencia del ápice del tallo).
- Características de floración (habito de floración, color de la flor, forma del limbo, posición del estigma).

Cuadro 1. Colección de germoplasma de batata.

Numero de orden	Clones	Origen
T1	Morotí	IAN
T2	Taiwanés	FCA-Horticultura
T3	Morado	Nueva Italia,
T4	Pyta (Mercado)	Nueva Italia
T5	Sa'y jú	Capiatá
T6	Morotí Guazú	Yaguarón
T7	Boli	Chaco Central
T8	Pyta Uruguayo	Nueva Italia
T9	Roxa	Colección IPTA
T10	Pyta guazú	Colección IPTA
T11	Yety Mandió	Colección IPTA
T12	Japones-1	Colección IPTA
T13	Taiwanés 2	Colección IPTA
T14	Princesa	Colección IPTA
T15	Uruguayo	Colección IPTA
T16	Japonesa-2	Colección IPTA
T17	Dacosta	Colección IPTA
T18	Yety Paraguay	Colección IPTA
T19	Andai	Colección IPTA
T20	Ib-003	Híbridos Obtenidos por Poli cruzas, FCA.
T21	Ib-005	Híbridos Obtenidos por Poli cruzas, FCA.
T22	Ib -006	Híbridos Obtenidos por Poli cruzas, FCA
T23	Ib -010	Híbridos Obtenidos por Poli cruzas, FCA
T24	Ib -011	Híbridos Obtenidos por Poli cruzas, FCA
T25	Ib -012	Híbridos Obtenidos por Poli cruzas, FCA.
T26	Ib -018	Híbridos Obtenidos por Poli cruzas, FCA
T27	Ib -019	Híbridos Obtenidos por Poli cruzas, FCA
T28	Ib -020	Híbridos Obtenidos por Poli cruzas, FCA
T29	Ib -022	Híbridos Obtenidos por Poli cruzas, FCA
T30	Ib -023	Híbridos Obtenidos por Poli cruzas, FCA

Cuadro 2. Tratamientos utilizados en la investigación.

T1. Morotí	T11. Yety Mandió	T21. Ib - 005
T2. Taiwanés	T12. Japones - 1	T22. Ib - 006
T3. Morado	T13. Taiwanés 2	T23. Ib - 010
T4. Pyta	T14. Princesa	T24. Ib - 011
T5. Sa'y jú	T15. Uruguayo	T25. Ib - 012
T6. Morotí Guazú	T16. Japones - 2	T26. Ib - 018
T7. Boli	T17. Dacosta	T27. Ib - 019
T8. Pyta Uruguayo	T18. Yety Paraguay	T28. Ib - 020
T9. Roxa	T19. Andai	T29. Ib - 022
T10. Pyta guazú	T20. Ib - 003	T30. Ib - 023

Características agronómicas cualitativas evaluadas:

Rendimiento de raíces comerciales: fueron pesadas en una balanza digital tipo reloj, con capacidad para 50 kg, con rango de 200 g, las raíces clasificadas como comerciales, son aquellas que superaron 50 g, bien formadas y sin pudriciones, y el resultado expresado en kg ha⁻¹.

Rendimiento de raíces no comerciales: fueron pesadas en una balanza digital tipo reloj, con capacidad para 50 kg, con rango de 200 g, todas las raíces clasificadas como no comerciales, aquellas que no alcanzaron 50 g y el resultado expresado en kg ha⁻¹.

Rendimiento total de raíces: se determinaron mediante la sumatoria del peso de raíces comerciales y no comerciales; el resultado expresado en kg ha⁻¹.

Número total de raíces comerciales por planta: fueron clasificadas las raíces de acuerdo al tamaño, y se consideraron raíces comerciales aquellas de tamaño mayor a 50 gramos y el resultado expresado en unidades por planta.

Número de raíces no comerciales por planta: fueron considerados raíces no comerciales aquellas que presentaron pesos inferiores a 50 gramos y raíces con defectos y el resultado expresado en unidades por planta.

Número total de raíces por planta: fueron determinados mediante el conteo de todas las raíces, una vez que fueron clasificados en comerciales y no comerciales, y la cantidad total se dividió por la cantidad de plantas cosechadas en cada unidad experimental; el resultado expresado en unidades promedio por planta.

Biomasa - masa de parte aérea (tallo, hojas y peciolo): la parte aérea fue cortada y separada de las hileras, y fue pesada con una balanza digital tipo reloj con capacidad de 50 kg, con rango de peso cada 50 gramos y el resultado se expresó en kg ha⁻¹.

Para la caracterización morfológica de raíces se tuvieron en cuenta las siguientes características:

Raíz reservante (frescas) (forma de la raíz reservante, defectos de la superficie de la raíz, grosor de la corteza)

- Color de la piel (color predominante, intensidad del color)
- Color de la carne (color predominante de la carne, color secundario, distribución del color secundario)
- Variabilidad de la forma de la raíz
- Variabilidad del tamaño de raíz.
- Agrietamiento de la raíz
- Producción de látex
- Oxidación de la raíz.

La cosecha fue realizada a los 150 días después de la plantación, en forma manual, siendo las raíces lavadas, agrupadas y etiquetadas de acuerdo al genotipo correspondiente. En las evaluaciones fueron consideradas las plantas de las dos hileras centrales del área útil, descartando una planta en cada extremo de la hilera, quedando la muestra constituida por 18 plantas de cada unidad experimental. Se procedió a cortar toda la parte aérea y a la cosecha del sistema radicular de forma manual. Luego de la evaluación de las raíces, los genotipos seleccionados fueron colocados en bolsas y enviados al Laboratorio de Calidad de Agroalimentaria de la FCA/UNA para su evaluación poscosecha.

Una vez obtenidos los datos de las características agronómicas cuantitativas de cada variable, los valores fueron analizados estadísticamente y los que presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, fueron sometidos a la prueba de comparación de medias por el test de Scott Knott al 5% de probabilidad de error. Para las características agronómicas cualitativas se realizaron un análisis descriptivo de cada característica.

Conservación a campo

Para resguardar la colección, la conservación de los genotipos se realizó de tres maneras: en una

parcela de la FCA/UNA, a) directamente a campo, b) en macetas de 20 litros (2 macetas por genotipo). Posteriormente se preparó una réplica completa de los genotipos y se procedió al c) trasplante en el Centro Agronómico Departamental en la localidad de J.A. Saldívar donde se mantiene hasta la fecha.

En esta localidad, las plantas fueron afectadas por heladas del mes de agosto del 2020, por lo que se procedió a cosechar las raíces mantenidas en camellones y plantar nuevamente en camellones preparados en Centro Agronómico Departamental en la localidad de J.A. Saldívar (Anexo 1)

Componente II. Mantenimiento y conservación in vitro de 30 genotipos de batata

Este trabajo se llevó a cabo a partir del mes de julio del 2018, en el Departamento de Cultivo de Tejidos del Centro de Investigación “Hernando Bertoni” (CIHB) de Caacupé, dependiente del Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA), ubicado sobre la Ruta 2, Km 48,5 Departamento de Cordillera, entre las coordenadas geográficas 25°23'16.38" latitud Sur, 57°11'22.24" longitud Oeste y altitud de 228 msnm.

Para iniciar este trabajo se prepararon plantines de los 30 genotipos en el vivero de la FCA/UNA. Una vez desarrolladas las ramas, fueron trasladados hasta el invernadero del Laboratorio de Biotecnología del CIHB/IPTA.

Segunda plantación - Evaluación complementaria

Durante el segundo semestre de 2018 y el primero de 2019 se realizó una nueva plantación de los 30 genotipos de batata (Cuadro 3) en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA/UNA). A pesar de que el cultivo fue establecido en el campo el 15 de noviembre de 2018, precedentemente se realizaron varias actividades preparatorias como se citan a continuación.

Adquisición de bandejas plásticas de 50 celdas, sustrato para enraizamiento de esquejes; los mismos insumos fueron enviados al laboratorio de Biotecnología del IPTA-Caacupé, donde se multiplicaron los genotipos. Para la plantación en bandejas, se cosecharon ramas laterales de plantas del campo y se colocaron en bandejas de 50 celdas, utilizando sustrato comercial. Se enraizaron en total 10 ramas por cada genotipo. En cada bandeja fue realizada la plantación de cinco variedades, totalizando 500 plantines.

El 3 de octubre de 2018 se cortaron 50 esquejes de los 30 genotipos incluidos en el primer experimento. El número de esquejes cortados responde a la necesidad de implantar una hilera de 13 plantas por genotipo con 3 repeticiones en bandejas de 50 celdas, se procedió a destinar una bandeja para cada genotipo. El cultivo en las bandejas se realizó el 4 de octubre de 2018.

La implantación de la parcela experimental se realizó el 15 de noviembre; se plantaron una hilera de 13 plantas cada una, con 3 repeticiones. Los 30 genotipos que se muestran en el Cuadro 3 corresponden a los genotipos que componen la colección de la FCA/UNA y los que fueron proveídos por el IPTA-Caacupé (desde el G1 hasta el G19); los diez genotipos siguientes (desde el G 20 al G 30) son híbridos naturales obtenidos por policruza dentro de la colección y que fueron colectados en los años anteriores por el Profesor Ing. Agr. César A. Caballero.

A la parcela experimental anteriormente mencionada, se sumó una réplica de 19 genotipos (Cuadro 4) con la característica diferente de que fueron regenerados por cultivo *in vitro*. A este grupo de plantas se le asignó un nuevo número de genotipo (G 31, G 32,.....G 49) y una sigla identificativa “Iv CIHB” que significa *In vitro* CIHB (Centro de Investigación Hernando Bertoni. Sin embargo, no deben ser consideradas como genotipos diferentes de los que se cuentan en la colección.

Posterior a la implantación, la parcela experimental tuvo algunos tratamientos culturales requeridos como carpidas, aporque, fertilización, corte de ramas para evitar el entrecruzamiento, habiéndose observado crecimiento y desarrollo normal de las plantas.

La misma formó parte, como una de las estaciones del Día de Campo organizado por la Carrera de Ingeniería Agronómica (Anexo 1).

La cosecha de los genotipos se llevó a cabo entre el 10 y 12 de abril, a los 146 días de su implantación, tomándose las debidas precauciones para que el cultivo cumpla una función de conservación del germoplasma de la FCA/UNA.

Cuadro 3. Genotipos de batata implantados en la segunda plantación.

Cód. Tratamiento	Nombre	Cód. Tratamiento	Nombre	Cód. Tratamiento	Nombre
G 1	Morotí	G 11	Yety Mandió	G 21	IbFCA 005
G 2	Taiwanés	G 12	Japonesa 1	G 22	IbFCA 006
G 3	Morado	G 13	Taiwanés	G 23	IbFCA 010
G 4	Pyta	G 14	Princesa	G 24	IbFCA 011
G 5	Saý jú	G 15	Uruguayo	G 25	IbFCA 012
G 6	Blanco G	G 16	Japonesa 2	G 26	IbFCA 018
G 7	Bolí	G 17	Dacosta	G 27	IbFCA 019
G 8	Pyta Uruguayo	G 18	Yety Paraguay	G 28	IbFCA 020
G 9	Roxa	G 19	Andaí	G 29	IbFCA 022
G 10	Pytá Guasú	G 20	IbFCA 003	G 30	IbFCA 023

En esta actividad no se realizó evaluación agronómica, debido a que en el periodo del cultivo se tuvo altas temperaturas que no favoreció el buen desarrollo y/o tuberización de las raíces, sumado al uso de bandejas de 50 celdas para la producción de plantines, si bien es practica su utilización, cuando mantenidas en ella por tiempo mayor al ideal pueden afectar el normal desarrollo de las raíces. Es necesario realizar evaluaciones con uso de bandejas para obtener resultados definitivos sobre tiempo de permanencia de plantines en las mismas (Anexo 1).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización morfológica y agronómica

La variabilidad genética y la diversidad deben ser descritas y medidas si va a incorporarse efectivamente en estrategias de mejora y el manejo de la genética vegetal recursos Bouvet et al. (2004). La batata es altamente heterocigótica y de polinización cruzada en el que muchos y los rasgos muestran variación continua. adó que es altamente heterocigoto, hay una gran variabilidad dentro de la especie, que está disponible para la explotación por los fitomejoradores (Jones et al., 1986). Por lo tanto, aplicando medidas cuantitativas y cualitativas métodos de enfoques para explotar esta extensa variabilidad, (que depende de buenas estimaciones de los caracteres fenotípicos, genéticos y agronómicos) es de primordial importancia (Fongod, Mih y Nkwatoh, 2012).

Cuadro 4. Genotipos segunda plantación provenientes *in vitro* del CIHB.

Genotipos	Nombre
G 31	Iv CIHB1 Morotí
G 32	Iv CIHB4 Pyta
G 33	Iv CIHB7 Boli
G 34	Iv CIHB10 Pyta Guasú
G 35	Iv CIHB11 Jety Mandió
G 36	Iv CIHB12 Japonesa 1
G 37	Iv CIHB13 Taiwanés
G 38	Iv CIHB15 Uruguayo
G 39	Iv CIHB19 Andaí
G 40	Iv CIHB20 IbFCA 003
G 41	Iv CIHB21 IbFCA 005
G 42	Iv CIHB22 IbFCA 006
G 43	Iv CIHB23 IbFCA 010
G 44	Iv CIHB24 IbFCA 011
G 45	Iv CIHB25 IbFCA 012
G 46	Iv CIHB26 IbFCA 018
G 47	Iv CIHB27 IbFCA 019
G 48	Iv CIHB28 IbFCA 020
G 49	Iv-CIHB30 IbFCA 023

Cuadro 5. Caracterización morfológica de la hoja.

Nº de orden	Forma de la hoja madura						Color del follaje			
	Perfil general de la hoja	Tipo de lóbulos	Número de lóbulos	Forma del lóbulo central	Tamaño de la hoja madura	Pigmentación de las nervaduras del envés	Color de la hoja madura	Color de la hoja inmadura	Longitud del peciolo	Pigmentación del peciolo
1	Lobulada	Moderados	3	Semi elíptico	Mediana	Verde	Verde	Morada en ambas superficies	Corto	Verde
2	Lobulada	Profundos	5	Elíptico	Mediana	Verde	Verde con borde morado	Morada en ambas superficies	Corto	Verde
3	Cordada	Muy Superf	1 (diente)	Dentado	Mediana	Nervadura princ mayorm o totalmente morada	Verde con nerv moradas en el haz	Morada en ambas superficies	Intermedio	Verde con morado cerca del tallo y de la hoja
4	Lobulada	Moderados	5	Semi elíptico	Mediana	Verde	Verde	Verde con borde morado	Intermedio	Verde
5	Lobulada	Superficial	5	Semi elíptico	Mediana	Verde	Verde con borde morado	Verde con borde morado	Intermedio	Verde con morado cerca de la hoja
6	Lobulada	Profundos	5	Lanceolado	Mediana	Manchas moradas en varias nervaduras	Verde con borde morado	Mayormente morada	Corto	Verde con manchas moradas a lo largo del peciolo
7	Lobulada	Moderados	5	Lanceolado	Mediana	Nervadura princ mayorm o totalmente morada	Verde	Morada en ambas superficies	Corto	Verde con morado cerca de la hoja
8	Cordada	Sin lóbulos	1 (diente)	Ausente	Mediana	Nervadura princ mayor o totalmente morada	Verde con borde morado	Ligeramente morada	Intermedio	Algunos peciolos morados, otros verdes
9	Hastada	Sin lóbulos	1 (diente)	Ausente	Grande	Mancha morada en base de nervadura principal	Verde con borde morado	Verde con borde morado	Intermedio	Verde
10	Lobulada	Profundos	5	Lanceolado	Mediana	Mancha morada en base de nervadura principal	Verde con borde morado	Verde con borde morado	Intermedio	Verde con morado cerca de la hoja
11	Lobulada	Profundos	5	Elíptico	Mediana	Verde	Verde con borde morado	Morada en ambas superficies	Corto	Verde
12	Lobulada	Moderados	5	Semi elíptico	Mediana	Nervadura princ mayorm o totalmente morada	Verde con borde morado	Ligeramente morada	Intermedio	Total o mayormente morado
13	Lobulada	Profundos	3	Semi elíptico	Mediana	Manchas moradas en varias nervaduras	Verde con borde morado	Morada en ambas superficies	Corto	Verde con morado cerca del tallo y de la hoja
14	Lobulada	Profundos	5	Lanceolado	Mediana	Nervadura princ mayorm o totalmente morada	Verde con borde morado	Mayormente morada	Intermedio	Verde con morado cerca de la hoja
15	Lobulada	Superficial	3	Semi elíptico	Mediana	Verde	Verde	Morada en ambas superficies	Corto	Algunos peciolos morados, otros verdes
16	Cordada	Sin lóbulos	1 (diente)	Ausente	Mediana	Mancha morada en base de nervadura principal	Verde	Verde con borde morado	Largo	Verde
17	Cordada	Sin lóbulos	1 (diente)	Ausente	Mediana	Nervadura princ mayorm o totalmente morada	Verde en el haz, morada en el envés	Morada en ambas superficies	Intermedio	Total o mayormente morado
18	Cordada	Sin lóbulos	1 (diente)	Ausente	Mediana	Nervadura princ mayorm o totalmente morada	Verde con borde morado	Morada en ambas superficies	Corto	Algunos peciolos morados, otros verdes
19	Lobulada	Moderados	3	Semi elíptico	Mediana	Verde	Verde con borde morado	Verde con borde morado	Intermedio	Verde
20	Lobulada	Moderados	3	Semi elíptico	Mediana	Verde	Verde	Verde con borde morado	Corto	Verde
21	Lobulada	Moderados	3	Semi elíptico	Mediana	Verde	Verde	Verde con borde morado	Intermedio	Verde con morado cerca de la hoja
22	Lobulada	Superficial	3	Semi elíptico	Mediana	Manchas moradas en varias nervaduras	Verde	Verde con borde morado	Intermedio	Verde con morado cerca de la hoja
23	Triangular	Sin lóbulos	1 (diente)	Ausente	Mediana	Manchas moradas en varias nervaduras	Verde	Verde con borde morado	Intermedio	Verde con morado cerca del tallo y de la hoja
24	Lobulada	Moderados	5	Semi elíptico	Mediana	Manchas moradas en varias nervaduras	Verde	Verde con borde morado	Intermedio	Verde con morado cerca del tallo y de la hoja

(continúa)...

Cuadro 5. Caracterización morfológica de la hoja. (Continuación).

N° de orden	Forma de la hoja madura						Color del follaje			
	Perfil general de la hoja	Tipo de lóbulos	Número de lóbulos	Forma del lóbulo central	Tamaño de la hoja madura	Pigmentación de las nervaduras del envés	Color de la hoja madura	Color de la hoja inmadura	Longitud del peciolo	Pigmentación del peciolo
25	Lobulada	Moderados	3	Semi elíptico	Mediana	Verde	Verde	Verde con borde morado	Intermedio	Verde
26	Lobulada	Moderados	3	Semi elíptico	Mediana	Verde	Verde	Morada en ambas superficies	Muy largo	Verde
27	Lobulada	Profundos	5	Lanceolado	Mediana	Manchas moradas en varias nervaduras	Verde	Verde con borde morado	Corto	Verde con morado cerca de la hoja
28	Lobulada	Superficial	3	Semi elíptico	Mediana	Verde	Verde	Verde con borde morado	Intermedio	Verde
29	Cordada	Sin lóbulos	1 (diente)	Dentado	Mediana	Verde	Verde	Verde con borde morado	Intermedio	Verde
30	Lobulada	Moderados	3	Semi elíptico	Mediana	Verde	Verde	Morada en ambas superficies	Intermedio	Verde

En el Cuadro 5 se incluyen los diferentes descriptores de la hoja a partir de la cual pueden observarse la gran diversidad existente entre los diferentes genotipos.

Para la evaluación de la forma de la hoja madura, se pudo constatar que 22 genotipos presentaron hojas lobuladas, seis genotipos hojas cordadas, un genotipo hoja hastada y otro genotipo hoja triangular. Para el tipo de lóbulos, para 11 genotipos fue moderado, siete genotipos profundos, un genotipo muy superficial, y cuatro genotipos, superficial y siete sin lóbulos.

Para la forma del lóbulo central, 15 genotipos presentaron semi-elíptico, dos genotipos elípticos, dos dentado, cinco genotipos lanceolados, en seis genotipos ausente. Para la característica tamaño de la hoja madura, 29 genotipos presentaron hoja mediana y un genotipo hoja grande. Para la característica pigmentación de las nervaduras del envés, 14 genotipos presentaron verde, siete genotipos presentaron nervadura principal mayormente o totalmente morada, seis genotipos con manchas moradas en varias nervaduras y en tres genotipos manchas moradas en nervadura principal (Cuadro 5).

Para la característica color del follaje se encuentra cuatro características: Para el color de la hoja madura 16 genotipos presentaron coloración verde, 11 genotipos verde con borde morado, un genotipo verde con nervaduras moradas en el haz, un genotipo verde en el haz, morada en el envés; un genotipo verde con nervaduras moradas en el envés. Para el color de la hoja inmadura 10 genotipos presentaron morada en ambas superficies, 15 genotipos verde con borde morado; dos genotipos mayormente morada, tres ligeramente morada. Para longitud del peciolo nueve genotipos presentaron peciolo corto, 18 genotipos peciolo intermedio, un genotipo largo y un genotipo muy largo. Para pigmentación del peciolo 13 genotipos presentaron color verde, cuatro genotipos verde con morado cerca del tallo y de la hoja, siete genotipos verde con morado cerca de la hoja, un genotipo verde con manchas moradas a lo largo del peciolo, tres genotipos con algunos peciolos morados, otros verdes y dos con total o mayormente morado (Cuadro 5).

En el Cuadro 6 se presenta la caracterización de la floración de los 30 genotipos de batata, dos genotipos presentaron habito de floración 7 (profuso), 11 genotipos de habito de floración 3 (Ralo), tres genotipos de habito floración 5 (Moderado) y 14 genotipos fueron 0 (Ninguno).

Para el color de la flor 15 genotipos presentaron el número 5 (limbo morado pálido con garganta morada) 14 genotipos no presentaron floración y un genotipo presento el número 5 (morado). Con relación a la forma del limbo 16 genotipos presentaron el número 7 (redondeado), y 14 genotipos el número 0 (Cuadro 6).

Respecto a la posición del estigma 14 genotipos no presentaron floración (0); dos genotipos presentaron 1 (inserto); tres genotipos presentaron 3 (igual); cinco genotipos presentaron 5 (ligeramente exerto) y seis genotipos presentaron 7 (exerto).

Cuadro 6. Caracterización de la floración de genotipos de batata.

Genotipos	Habito de floración	Color de la flor	Forma del Limbo	Posición del estigma
	0 (Ninguno), 3 (Ralo), 5 (Moderado), 7 (Profuso)	1 (Blanco, 2 (Limbo blanco con garganta morada), 3 (Limbo blanco con un anillo morado palido y garganta morada), 4 (Limbo morado palido con garganta morada 5 (Morado) 6 (Otro)	3 Semi-estrellado 5 Pentagonal 7 Redondeado	1 Inserto 3 Igual 5 Liger.exerto 7 Exerto
Morotí	7	4	7	5
Taiwanes	3	4	7	3
Morado	0	0	0	0
Pyta	0	0	0	0
Sa'y jú	0	0	0	0
Blanco guazú	0	0	0	0
Boli	3	4	7	7
Pyta Uruguayo	0	0	0	0
Roxa	3	4	7	7
Pyta Guazú	0	0	0	0
Yety Mandió	3	4	7	5
Japones -2	0	0	0	0
Taiwanes	3	4	7	5
Princesa	0	0	0	0
Uruguayo	5	4	7	3
Japonesa -	3	4	7	7
Dacosta	0	0	0	0
Yety Paraguay	0	0	0	0
Andai	3	4	7	5
Ib - 003	5	4	7	7
Ib - 005	3	4	7	7
Ib - 006	3	4	7	3
Ib - 010	0	0	0	0
Ib - 011	0	0	0	0
Ib - 012	7	5	7	7
Ib - 018	0	0	0	0
Ib - 019	3	4	7	7
Ib - 020	0	0	0	0
Ib - 022	3	4	7	1
Ib - 023	5	4	7	5

En el Cuadro 7 puede observarse las características de la raíz reservante como variabilidad de la forma, variabilidad del tamaño, agrietamiento, producción de látex y oxidación. Con relación a la variabilidad de la forma de raíz, nueve genotipos presentaron 3 (uniforme), 13 variedades presentaron 5 (ligeramente variable) y cinco genotipos presentaron 7 (moderadamente variable) (Cuadro 7, Anexo 3).

En la evaluación de agrietamiento de la raíz, 13 variedades presentaron 0 (ausente), seis variedades presentaron 7 (pocos agrietamientos), cinco genotipos presentaron 5 (número medio de agrietamientos), dos genotipos presentaron 7 (muchos agrietamientos) (Cuadro 7).

Con relación a la producción de látex, que se refiere a la cantidad relativa de látex después de cortar transversalmente raíces reservantes de tamaño mediano se observó que cinco genotipos presentaron 3 (poco), cinco genotipos presentaron 5 (algo) y 17 genotipos presentaron 7 (abundante) (Cuadro 7).

Para la evaluación de oxidación de las raíces reservantes, que Huaman (1991) menciona como la cantidad relativa de color marrón debido a la oxidación observada entre 5-10 segundos después de cortar transversalmente raíces reservantes. En esta investigación, se observó que 16 genotipos presentaron 3 (poca), ocho genotipos presentaron 5 (algo), y 3 genotipos presentaron 7 (abundante) (Cuadro 7).

Para la caracterización del tallo (Cuadro 8) se evaluaron cinco variables, además se presenta datos de cobertura del suelo de la planta a los 120 días. Para la característica cobertura del suelo siete genotipos presentaron cobertura alto y 23 genotipos cobertura total.

Cuadro 7. Datos raíz reservante de la batata.

Nº de orden	Genotipo	Variabilidad	Variabilidad	Agrietamiento	Producción	Oxidación
		de la forma de la raíz 3 uniforme 5 Lig. Variable 7 Moder.variable	del tamaño 3 uniforme 5 Lig. Variable 7 Moder.variable	de la raíz (0) Ausente 3(Pocos agrietamientos (5) Número medio de agrietamientos (7) Muchos agrietamientos	de látex (3) poco (5) algo (7) abundante	(3) poca (5) algo (7) abundante
1	Moroti	3	3	3	5	3
2	Taiwanes	5	5	3	5	3
3	Morado	5	7	3	7	3
4	Pyta	5	7	5	3	3
5	Sa'y jú	5	7	5	7	3
6	Blanco guazú	7	7	7	7	3
7	Boli	5	7	5	5	3
8	Pyta Uruguayo	5	5	3	3	3
9	Roxa	7	7	0	3	3
10	Pyta Guazú	7	7	0	3	5
11	Yety Mandió	7	7	3	5	5
13	Taiwanes	5	3	3	7	5
14	Princesa	5	5	5	7	3
15	Uruguayo	3	0	0	7	3
18	Yety Paraguay	5	0	0	3	3
19	Andai	3	0	0	5	5
20	Ib - 003	3	3	0	7	7
21	Ib - 005	3	3	0	7	7
22	Ib - 006	3	3	3	7	7
23	Ib - 010	3	3	0	7	5
24	Ib - 011	5	5	0	7	5
25	Ib - 012	3	3	0	7	5
26	Ib - 018	3	3	0	7	5
27	Ib - 019	5	5	0	7	3
28	Ib - 020	7	7	7	7	3
29	Ib - 022	5	5	5	7	3
30	Ib - 023	5	5	0	7	3

Para las características de entrenudo del tallo, la longitud de entrenudos presentó 15 genotipos intermedio, 13 genotipos corto, dos largos. Para diámetro del entrenudo, 22 genotipos fueron clasificados como delgado y ocho genotipos intermedios. La característica pigmentación de los tallos, para color predominante de los tallos, cinco genotipos presentaron verde con algunas manchas moradas, 16 genotipos presentaron color verde, dos genotipos color moderadamente morado, cinco Verde con muchas manchas moradas, un genotipo totalmente morado oscuro y un genotipo moderadamente morado oscuro (Cuadro 8).

Para el color secundario del tallo siete genotipos con ápice morado, ocho genotipos con nudos morados, tres genotipos con base verde, un genotipo con base morada, un genotipo con ápice verde y 10 genotipos ausente.

Para pubescencia del tallo, 18 genotipos presentaron ausente, tres genotipos ralo, cuatro genotipos denso, cinco genotipos moderado (Cuadro 8).

En el Cuadro 9 se observa la caracterización morfológica de raíces. Se consideraron las características de raíz reservante, grosor de la corteza, color de la piel y color de la carne. Para la raíz reservante ocho genotipos presentaron la forma 2; cuatro genotipos la forma 1; 12 genotipos la forma 3 y un genotipo la forma 5. Cinco genotipos no presentaron formación de raíz reservante.

Para el grosor de la corteza 10 genotipos fueron mayores a 4; cuatro genotipos de 1 a 2; cinco genotipos de 2 a 3; 5 genotipos menor a 1 y cuatro genotipos de 3-4.

Cuadro 8. Caracterización morfológica del tallo de la planta de batata.

No. Orden	Variedades	Cobertura del suelo	Entrenado del tallo		Pigmentación de los tallos		
			Longitud del entrenado	Diámetro del entrenado	Color predominante de los tallos	Color secundario de los tallos	Pubescencia de ápice del tallo
1	Morotí	Alto	Intermedio	Delgado	Verde con algunas manchas moradas	Ápice morado	Ausente
2	Taiwanés1	Total	Corto	Delgado	Verde	Ápice morado	Ausente
3	Morado	Total	Intermedio	Intermedio	Moderadamente morado	Nudos morados	Ralo
4	Pyta	Total	Intermedio	Delgado	Verde	Base verde	Ralo
5	Sa'y jú	Total	Largo	Delgado	Verde con algunas manchas moradas	Base verde	Denso
6	Blanco guazú	Total	Corto	Intermedio	Verde con muchas manchas moradas	Ápice morado	Ralo
7	Boli	Alto	Corto	Delgado	Verde con muchas manchas moradas	Ápice verde	Ausente
8	Pyta Uruguayo	Alto	Intermedio	Delgado	Verde con muchas manchas moradas	Nudos morados	Moderado
9	Roxa	Total	Intermedio	Delgado	Verde	Ausente	Denso
10	Pyta Guazú	Total	Intermedio	Intermedio	Verde	Nudos morados	Denso
11	Yety Mandiό	Total	Corto	Intermedio	Verde	Ápice morado	Ausente
12	Japonesa-2	Total	Intermedio	Delgado	Moderadamente morado	Ápice morado	Moderado
13	Taiwanés2	Total	Corto	Delgado	Verde con muchas manchas moradas	Base morada	Moderado
14	Princesa	Total	Intermedio	Delgado	Verde con muchas manchas moradas	Nudos morados	Ausente
15	Uruguayo	Alto	Corto	Delgado	Verde	Ápice morado	Ausente
16	Japonesa-	Total	Intermedio	Intermedio	Verde	Ausente	Denso
17	Dacosta	Alto	Largo	Delgado	Totalmente morado oscuro	Ausente	Moderado
18	Yety Paraguay	Total	Intermedio	Delgado	Moderadamente morado oscuro	Base verde	Moderado
19	Andai	Total	Corto	Delgado	Verde	Ausente	Ausente
20	Ib - 003	Total	Corto	Delgado	Verde	Ausente	Ausente
21	Ib - 005	Total	Corto	Delgado	Verde	Ausente	Ausente
22	Ib - 006	Total	Corto	Delgado	Verde con algunas manchas moradas	Nudos morados	Ausente
23	Ib - 010	Alto	Corto	Intermedio	Verde	Nudos morados	Ausente
24	Ib - 011	Total	Corto	Delgado	Verde con algunas manchas moradas	Nudos morados	Ausente
25	Ib - 012	Alto	Intermedio	Intermedio	Verde con algunas manchas moradas	Ausente	Ausente
26	Ib - 018	Total	Intermedio	Delgado	Verde	Ausente	Ausente
27	Ib - 019	Total	Intermedio	Delgado	Verde	Nudos morados	Ausente
28	Ib - 020	Total	Intermedio	Intermedio	Verde	Ausente	Ausente
29	Ib - 022	Total	Intermedio	Delgado	Verde	Ausente	Ausente
30	Ib - 023	Total	Corto	Delgado	Verde	Ápice morado	Ausente

Para el color de la piel, color predominante 15 genotipos presentaron color crema; cinco genotipos color morado oscuro; un genotipo anaranjado; dos genotipos amarillos, cuatro genotipos color rojo morado.

Para intensidad del color siete genotipos presentaron color pálido, 11 genotipos color oscuro y 10 genotipos color intermedio.

Para el color de la carne, el color predominante se encontró que: nueve genotipos color 4; tres genotipos color 3; dos genotipos color 7; tres genotipos color 5; nueve genotipos color 2; un genotipo color 9 (Cuadro 9).

Evaluación agronómica

Para las variables el rendimiento comercial de raíz, rendimiento no comercial y rendimiento total de raíces presentaron diferencias estadísticamente significativas (Cuadro 10).

Para el rendimiento de raíz comercial las mayores medias se encontraron en los genotipos Yety Mandiό, Taiwanés Ib-019 (32.187, 50 a 38. 604); siendo diferente de los tratamientos Morotí, Taiwanés, Morado, Pyta, Boli, Pyta Uruguayo, Pyta Guazú, Uruguayo, Ib-005, Ib-0010, Ib-019, Ib-020, Ib-022 y Ib-023 con medias ente 176.56 a 26.343 kg ha⁻¹) y a su vez diferente a los demás tratamientos.

El menor rendimiento comercial se obtuvo con los genotipos en Sa'y ju, Blanco Guazu, Dacosta, Yety Paraguay, Andai, lb-003, lb-006, lb-011, lb-012, lb-018 con medias entre 5.187 kg ha⁻¹ a 16.208 kg ha⁻¹(Cuadro 10).

Estos resultados presentan similitudes con los obtenidos por Chávez (2015), quien evaluando el comportamiento agronómico de cinco variedades de batata en el Departamento Central, también encontró diferencias significativas en el rendimiento de raíces comerciales, no comerciales y totales.

Fuglie (2007) menciona que para las condiciones de clima tropical llama la atención la posibilidad de encontrar raíces que se ambienten bien a diferentes condiciones ambientales y que el rendimiento permita el cultivo como una alternativa viable.

Para el rendimiento de raíz no comercial, las mayores medias se encontraron en los genotipos Moroti, Taiwanés, Morado Yety Mandio, Sa'y jú, Boli, Pyta Uruguayo, Pyta Guazu, Yety , Uruguayo, Dacosta lb-019, lb-022 e lb-023 con medias entre 4.770 y 2.302 kg ha⁻¹, siendo diferentes de Pyta Blanco Guazú Yety Paraguay, Andai, lb-003, lb-005, lb-006, lb-010, lb-011, lb-012, lb-018, lb-020, con medias entre 723,96 y 1875 kg ha⁻¹(Cuadro 10).

Cuadro 9. Caracterización morfológica de raíces de batata.

No. Orden	Genotipos	Raíz reservante (frescas)		Color de la piel			Color de la carne	
		Forma de la raíz (Según Fig. 1)	Grosor de la corteza menor a 1mm; 1-2 mm; 2-3 mm, 3-4 mm, mayor a 4 mm	Color predominante: (1) Blanco (2) Crema (3) Amarillo (4) anaranjado (5) Marron-anaranjado (6) rosado (7) Rojo (8) rojo-morado (9) morado oscuro	Intensidad del color: (1) pálido; (2) intermedio; (3) oscuro	Color predominante de la carne	Color secundario: (0) Ausente; (1) Blanco; (2) Crema; (3) amarillo; (4) anaranjado; (5) marron-anaranjado; (6) rosado; (7) rojo; (8) Rojo-morado; (9) morado oscuro.	Distribución del color secundario (Según Fig. 2) 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.
1	Morotí	2	> 4	2	1	4	0	0
2	Taiwanés	2	> 4	2	3	4	4	2
3	Morado	1	3 a 4	9	3	9	9	9
4	Pyta	2	< 1	9	3	3	3	0
5	Sa'y jú	2	1 a 2	2	3	7	4	9
6	Blanco guazú	3	< 1	2	2	3	0	0
7	Boli	2	< 1	2	3	5	5	1
8	Pyta Uruguayo	1	< 1	9	3	5	4	8
9	Roxa	sd	1 a 2	2	1	2	0	0
10	Pyta Guazú	3	1 a 2	2	1	2	0	0
11	Yety Mandió	3	< 1	4	2	7	3	2
12	Japones-2	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd
13	Taiwanés	sd	2 a 3	3	3	5	4	1
14	Princesa	3	2 a 3	2	1	2	0	0
15	Uruguayo	3	> 4	3	1	4	0	0
16	Japonesa -	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd
17	Dacosta	sd	1 a 2	2	2	2	0	0
18	Yety Paraguay	2	2 a 3	2	1	2	0	0
19	Andai	3	2 a 3	9	3	2	0	0
20	lb - 003	3	2 a 3	9	3	4	0	0
21	lb - 005	1	> 4	2	3	4	0	0
22	lb - 006	3	3 a 4	8	3	4	0	0
23	lb - 010	3	> 4	8	2	4	0	0
24	lb - 011	3	3 a 4	8	2	2	0	0
25	lb - 012	2	3 a 4	8	2	2	3	3
26	lb - 018	3	> 4	2	2	2	0	0
27	lb - 019	2	> 4	2	2	4	2	5
28	lb - 020	5	> 4	2	1	3	3	6
29	lb - 022	1	> 4	2	2	4	4	2
30	lb - 023	3	> 4	2	2	2	3	6

Cuadro 10. Rendimiento promedio de raíces comercial, no comercial y total de 30 genotipos de batata, FCA – UNA 2018.

N° de orden	Genotipos	Rendimiento de raíces (kg ha ⁻¹)		
		Rendimiento Comercial	Rendimiento no comercial	Rendimiento total
T1	Morotí	21.270,92 B	3.625,00 A	24.895,83 B
T2	Taiwanés	20.114,58 B	4.770,83 A	24.885,42 B
T3	Morado	17.875,00 B	3.322,92 A	21.197,92 B
T4	Pyta	24.906,25 B	723,96 B	25.630,21 B
T5	Sa'y jú	5.187,50 C	2.854,17 A	8.041,67 C
T6	Blanco guazú	9.218,75 C	1.416,67 B	10.635,42 C
T7	Boli	24.947,92 B	2.645,92 A	27.593,75 B
T8	Pyta Uruguayo	24.250,00 B	3.041,67 A	27.291,67 B
T10	Pyta Guazú	17.656,25 B	2.854,17 A	20.510,42 B
T11	Yety Mandió	32.187,50 A	4.031,25 A	36.218,75 A
T13	Taiwanés	34.541,67 A	3.416,67 A	37.958,33 A
T15	Uruguayo	24.500,00 B	3.052,08 A	27.552,08 B
T17	Dacosta	4.854,17 C	2.302,08 A	7.156,25 C
T18	Yety Paraguay	7.020,83 C	1.770,83 B	8.791,67 C
T19	Andai	16.208,33 C	1.531,25 B	17.739,58 C
T20	Ib - 003	72.08,33 C	989,58 B	8.197,92 C
T21	Ib - 005	18.322,92 B	1.890,62 B	20.213,54 B
T22	Ib - 006	9.593,75 C	1.062,50 B	10.656,25 C
T23	Ib - 010	19.937,50 B	1.552,08 B	21.489,58 B
T24	Ib - 011	10.177,17 C	1.875,00 B	12.052,00 C
T25	Ib - 012	15.864,58 C	1.739,75 B	17.604,17 C
T26	Ib - 018	13.416,67 C	1.166,67 B	14.583,33 C
T27	Ib - 019	38.604,17 A	3.218,75 A	41.822,92 A
T28	Ib - 020	26.343,75 B	1.697,92 B	28.041,67 B
T29	Ib - 022	20.895,83 B	3.854,17 A	24.750,00 B
T30	Ib - 023	19.354,17 B	3.302,08 A	22.656,25 B
CV (%)		32,31	18,50	28,06

Medias seguidas de la misma letra en la columna no difieren entre sí por el test de Scott Knoot al 5 % de probabilidad de error.

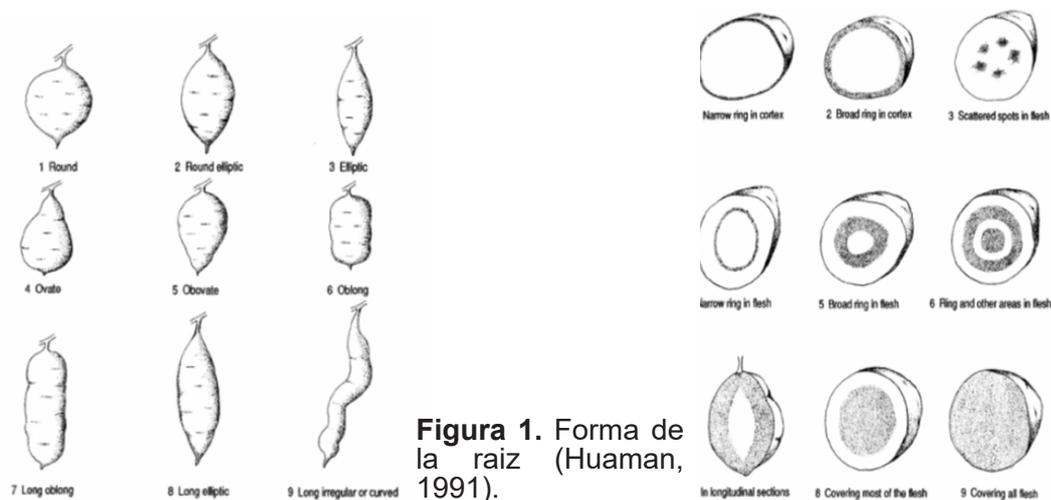


Figura 1. Forma de la raíz (Huaman, 1991).

Figura 2. Distribución del color secundario de la pulpa (Huaman, 1991).

Con relación al rendimiento total, los genotipos Yety Mandió, Taiwanés e Ib-019 presentaron medias entre 36.218 y 41.822, siendo diferentes de Morotí, Taiwanés 2 (T13), Morado, Pyta, Boli, Pyta Uruguayo, Uruguayo, Ib-005, Ib-010, Ib-020, Ib-022 e Ib-023 con medias entre 27.593 y 20.213 kg ha⁻¹. Las menores medias presentaron Sa'y jú, Blanco Guazu, Dacosta, Yety Paraguay, Andai, Ib-003, Ib-006, Ib-011, Ib-012 e Ib-018 con medias entre 7.156 y 14. 583 kg ha⁻¹ (Cuadro 10).

Según Suni y Marin (1994) para la característica de rendimiento existe un componente ambiental muy alto que influye en los primeros 30 días de formación de raíces. Esta afirmación puede observarse en el trabajo ya que existieron algunas variedades que no llegaron a formar raíces como fueron los genotipos Roxa, Japonesa-2. Algunos genotipos tuvieron valores mayores a 25 t ha⁻¹ que pueden ser consideradas en los programas de selección.

Matamoros et al. (2014) encontraron rendimiento variable entre los genotipos de batata ente 6 y 48 t ha⁻¹ similares s los encontrados en esta evaluación.

Número de raíces

Los genotipos con mayor media del número comercial de raíces fueron Pyta Uruguayo, Ib-019, Ib-023 que presentaron medias de 4,04; 4,79; 2.97 respectivamente (Cuadro 11).

Cuadro 11. Número promedio de raíces comerciales, no comerciales y total por planta de 30 genotipos de batata, FCA – UNA 2018.

Nº de orden	Genotipos	Número de raíces por planta			Biomasa
		Número Comercial	Número Comercial*	Número total	
T1	Morotí	2,38 C	1,78 A	4,16 B	15.802,08 B
T2	Taiwanés	2,89 B	3,22 A	6,12 A	29.302,08 B
T3	Morado	2,91 B	2,90 A	5,82 A	36.593,75 A
T4	Pyta	2,29 C	0,50 B	2,79 B	33.791,67 A
T5	Sa'y jú	1,19 C	3,07 A	4,26 B	31.145,92 B
T6	Blanco guazú	1,34 C	0,93 B	2,27 B	50.531,25 A
T7	Boli	2,30 C	1,38 B	3,69 B	27.770,92 B
T8	Pyta Uruguayo	4,04 A	2,33 A	6,38 A	33.250,00 A
T10	Pyta Guazú	2,03 C	1,09 B	3,12 B	37.562,17 A
T11	Yety Mandió	2,66 B	2,13 A	4,80 A	27.979,17 B
T13	Taiwanés	2,38 C	2,37 A	4,75 A	36.593,75 A
T15	Uruguayo	1,87 C	1,85 A	3,72 B	23.083,33 B
T17	Dacosta	1,30 C	1,82 A	3,12 B	32.395,83 B
T18	Yety Paraguay	2,00 C	1,89 A	3,89 B	27.479,17 B
T19	Andai	2,23 C	0,78 B	3,01 B	37.208,33 A
T20	Ib - 003	1,65 B	0,88 B	2,53 B	34.520,83 A
T21	Ib - 005	1,86 B	1,57 B	3,43 B	43.020,83 A
T22	Ib - 006	1,57 B	0,87 B	2,43 B	40.281,25 A
T23	Ib - 010	3,21 B	1,14 B	4,35 B	23.041,67 B
T24	Ib - 011	1,71 C	1,32 B	3,04 B	31.041,67 B
T25	Ib - 012	2,51 C	1,24 B	3,75 B	29.145,83 B
T26	Ib - 018	2,04 C	0,86 B	2,90 B	28.500,00 B
T27	Ib - 019	4,79 A	2,19 A	6,98 A	22.802,08 B
T28	Ib - 020	2,69 B	1,26 B	3,95 B	34.312,50 A
T29	Ib - 022	2,97 A	2,37 A	5,34 A	35.406,25 A
T30	Ib - 023	1,99 C	1,55 B	3,54 B	36.197,92 A
C.V (%)		25,00	17,49	22,61	11,93

Medias seguidas de la misma letra en la columna no difieren entre sí por el test de Scott Knoot al 5 % de probabilidad de error.

Menor número de raíces no comercial por planta presentaron los genotipos Blanco Guazu, Boli, Pyta Guazu,, Andai,, Ib-003, Ib-003, Ib-005, Ib-006, Ib-010, Ib-011, Ib-012, Ib-018, Ib-020 y Ib-023 con medias entre 0,78 y 1,57 raíces (Cuadro 11).

El mayor número total de raíces por planta presentaron los genotipos Taiwanés, Morado, Pyta Uruguayo, Yety Mandió, Taiwanés 2, Ib-019 y Ib-022 siendo diferentes estadísticamente de los demás genotipos evaluados (Cuadro 11).

En trabajos realizados por Macias et al. (2011) encontraron número de raíces comerciales entre 34 a 80 en 15 genotipos estudiados, muy diferentes a los encontrados en este trabajo.

Con relación a biomasa, los genotipos que presentaron mejores medias fueron Morado, Pyta, Blanco Guazú, Pyta Uruguayo, Pyta Guazú, Taiwanés, Andai, Ib-003. Ib-005, Ib-020, Ib-022, Ib-023, con valores entre 33.250 a 50.531 kg ha⁻¹ (Cuadro 11).

Tique (2009) reportó medias entre 18 y 34 t ha⁻¹ en siete clones de batata en Colombia, valores similares a los encontrados en este estudio. En trabajos realizados por Macias et al. (2011) encontraron rendimiento de masa verde de batata entre 26 t ha⁻¹ y 74 t ha⁻¹, valores que se encuentran en el rango de lo encontrado en este trabajo. Por otro lado Cobeña et al. (2017), encontraron altos rendimientos de follaje estudiando 16 variedades de batata, valores entre 56 y 102 t ha⁻¹ superiores a los rendimientos de este estudio. La productividad alta de biomasa es un componente importante para el aprovechamiento en la alimentación animal. De acuerdo a Tique et al. (2009), la producción de biomasa fresca es un indicativo importante en términos de la eficiencia de la especie en el aprovechamiento de los recursos ambientales y genéticos de que dispone. Así mismo, brinda una idea de su potencialidad, en función de la cantidad de material fresco que puede aportar para diferentes usos.

Segunda plantación – Actividades complementarias

Cosecha y evaluación de materiales

La cosecha se llevó a cabo entre el 10 y 12 de abril, a los 146 días de su implantación. Los resultados agronómicos no fueron satisfactorios, posiblemente debido a diversos factores adversos que no permitieron que las plantas expresaran su potencial productivo. Sin embargo, la cosecha permitió validar las características morfológicas registradas en la primera evaluación.

Considerando estos resultados, se resolvió mantener el cultivo tomándose las debidas precauciones para que el cultivo cumpla una función de conservación a campo del germoplasma de la FCA.

Actividades para el mantenimiento de la colección

Las actividades realizadas en el período de mayo y julio de 2019 para el mantenimiento de la Colección Nacional de Batata fueron las siguientes:

1. Considerando que luego de la cosecha realizada en abril quedó remanente en el campo por lo menos cuatro plantas de cada hilera-genotipo, en buen estado de desarrollo, se resolvió replantar las nueve plantas cosechadas de tal modo que se complete nuevamente la hilera. De esta manera, la colección completa está en el campo, como un seguro mantenimiento hasta futura acción de evaluación.
2. Paralelamente, se adquirieron 60 macetas plásticas de aproximadamente 10 litros, que fueron destinadas a la plantación de otra réplica de la colección: 2 macetas x genotipo x 4 plantas cada maceta, totalizando 8 plantas por genotipo. Las macetas fueron cargadas con un sustrato conteniendo una mezcla de suelo superficial de terreno agrícola y estiércol vacuno estacionado, en la proporción de 1:1, enriquecido en la parte superficial con sustrato comercial.
3. El 19 de junio, se colectaron los esquejes de cada genotipo, fueron sometidos a limpieza, y plantados en las macetas.

Por lo tanto, a esta fecha, la colección de batata cuenta con dos formas de resguardo: una a campo, mediante mantenimiento del cultivo anterior; y otra, en macetas, bajo media sombra, protegida de eventuales heladas.

4. Considerando que la batata generalmente no produce raíces reservantes en recipientes, las plantas de esta réplica solamente tienen el objetivo de mantener la colección, y servir de fuente de colecta de esquejes-semilla para las próximas plantaciones.

5. La otra forma de mantenimiento de la colección, a campo abierto, en el suelo, es una muestra apta para aplicar las metodologías de caracterización morfológica y agronómica.

CONCLUSIÓN

Los rendimientos altos, por encima de 10 t ha⁻¹ encontrados en este trabajo indican el potencial productivo de cada genotipo que será útil en programas de mejoramiento genético.

Por otro lado, destacando el color de la pulpa crema o morada y el color de la piel morada sobresalen los siguientes materiales: Morado, Pyta, Boli, Pyta uruguayo, Pyta Guazu, Andai, Ib-003, Ib – 006, Ib-010, Ib-012, los cuales, por la pigmentación oscura poseen mayor valor nutricional.

Entre los genotipos de color de piel y pulpa clara pueden ser considerados Moroti, Sa'y jú, Yety Mandi, Uruguayo, Yety Paraguay y Ib-018.

La conservación de la colección se mantiene a campo, siendo necesaria el mantenimiento anual de la misma, para evitar pérdidas de los genotipos.

RECOMENDACIONES

Considerando los trabajos a campo realizados se observan la importancia de realizar los siguientes estudios en el cultivo de la batata:

- Estudios sobre plagas y enfermedades que afectan al cultivo, en especial plagas que causan daños a las raíces y disminuyen el valor comercial.
- Estudios de virosis que afectan al cultivo
- Que los organismos públicos competentes puedan incluir la batata para multiplicación in vitro y ofrecer a los productores plantas libres de virus
- Realizar evaluaciones de producción de plantines en bandejas
- Evaluar mejor época de cultivo a nivel nacional
- Realizar estudios con macro y micronutrientes para mejorar calidad de las raíces

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abadie, T., y Berretta, A. (2001). Caracterización y evaluación de recursos fitogenéticos. En Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, *Estrategia en recursos fitogenéticos para los países del cono sur* (91-10). San José, Costa Rica.
- Adebola, P. O., Shegro, A., Laurie, S. M., Zulu, L. N., y Pillay, M. (2013). Genotype x environment interaction and yield stability estimate of some sweet potato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam] breeding lines in South Africa. *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, 5(9), 182-186.
- Austin, D. F. (1979). An infrageneric classification for *Ipomoea* (Convolvulaceae). *Taxon*, 28 (4), 359-361.
- Bouvet, J. M., Fontaine, C., Sanou, H., y Cardi, C. (2004). An analysis of the pattern of genetic variation in *Vitellaria paradoxa* using RAPD markers. *Agroforestry Systems*, 60, 61–69.
- Bareiro, J. F. 05 de setiembre de 2012. Batata. Abc Rural. Recuperado de <https://www.abc.com.py/edicion-impres/suplementos/abc-rural/batata-447650.html>
- Brune, S., da Silva, J. B. C., y de Freitas, R. A. (2005). *Novas técnicas de multiplicação de ramas de batata-doce*. Embrapa Hortaliças-Circular Técnica (INFOTECA-E).

- Carvalho Da Silva, J.; Lopes, C.; Magalhaes, J. (2004). *Cultura da batata doce*. Brasil: EMBRAPA-Hortalizas. 44 p. Sistema de Produção.
- Castillo Matamoros, R., Brenes Angulo, A., Esker, P., y Gómez-Alpizar, L. (2014). Evaluación agronómica de trece genotipos de camote (*Ipomoea batatas* L.). *Agronomía Costarricense*, 38(2), 67-81.
- Cobeña Ruiz, G., Cañarte Bermúdez, E., Mendoza García, A., Cárdenas Guillen, F., Guzmán Cedeño, A. (2017). Manual técnico del cultivo de camote. QUITO, Ecuador: Humus Editorial. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/330968472_manual_tecnico_del_cultivo_de_camote
- Cusumano, C., y Zamudio, N. (2013). *Manual técnico para el cultivo de batata (camote o boniato) en la provincia de Tucumán (Argentina)*. Tucumán, Argentina: Ediciones INTA.
- Chávez, R., Gallo, P., Rossel, G., Reynoso, D., Leva, H., y Vera, N. (2006). Caracterización morfológica y molecular de genotipos mejorados de camote (*Ipomoea batatas* L.) para ecosistemas Árido-Salino-Bórico. *Revista Ciencia y Desarrollo*, 8(1), 84-115.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria). (2008). *Informacoes técnicas sobre a cultura da batata*. Dourados – MS, Brasil: Embrapa. 267 p.
- DCEA (Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias). 2013. *Síntesis de la producción agropecuaria: Periodo 2012/2013*. San Lorenzo, Paraguay: MAG. 54 p.
- Filgueira, F.A. R. (2013). *Novo manual de olericultura: Agrotecnología moderna na produção e comercialização de hortaliças* (3 ed. rev. ampl.). Viçosa, Brasil: UFV.
- Fongod, A. G. N., Mih, A. M., y Nkwatoh, T. N. (2012). Morphological and agronomic characterization of different accessions of sweet potatoes (*Ipomoea batatas*) in Cameroon. *International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science*, 2(6), 234-245.
- Franco, T. L., y Hidalgo, R. (eds.). (2003). Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. *Boletín Técnico* no. 8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia. 89 p.
- Folquer, F. (1978). *La batata (camote): estudio de la planta y su producción comercial* (No. 635.22 F6B3 SB211. S9). San José: IICA.
- Fuglie, K. (2007). Prioridades para la investigación de la batata en países en desarrollo: Resultados de una encuesta. *Horticultural Science*, 42 (5). 1200 -1206
- Hidalgo R. 2013. Variabilidad genética y caracterización de especies vegetales. En Franco, T. L., y Hidalgo, R. (eds.). (2003). *Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos*. Boletín Técnico no. 8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia. 89 p.
- Huaman, L. (1991). *Descriptors for sweet potato*. Rome: International Board for Plant Genetic Resources. 52.
- Huamán, Z. (1992). *Botánica sistemática y morfología de la planta de batata o camote*. International Potato Center.
- Huang, J. C., Sun, M. (2000). Genetic diversity and relationship of sweet potato and its wild relatives in *Ipomoea* series *Batatas* (Convolvulaceae) as revealed by inter-simple sequence repeat (ISSR) and restriction analysis of chloroplast DNA, *Theor Appl Genet*, 100, 1050-1060.
- Huamán, Z. (1992). Botánica, origen, evolución y biodiversidad de la batata o camote. En Centro Internacional de la Papa, *Manual de manejo de germoplasma de batata*. Lima, Perú. 29 p. Fascículo 1. Recuperado de <http://www.inia.cl/medios/biblioteca/seriesinia/NR16805.pdf>
- Ligarreto, G. (2003). Caracterización de Germoplasma: Caso 2 análisis de la variabilidad genética en frijol. En Franco, T. L., y Hidalgo, R. (eds.). *Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos* (40-49). Roma, Italia: IPGRI.
- Macías Figueroa, C. M., Cobeña Ruiz, G., Álvarez, H., Castro Luzardo, L., y Cardenas Guillen, F. M. (2011). Caracterización agronómica de germoplasma de camote (*Ipomoea batatas* L.) en Manabí.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). (2016). *Síntesis estadísticas: producción agropecuaria año*

- agrícola 2015/2016*. San Lorenzo, Paraguay: Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias. 51 p.
- Marti, H. R., Mitidieri, M. S., Di Feo, L. D. V., Segade, G., Constantino, A., Chiandussi, M. C., & Filippi, M. (2014). Producción agroecológica de batata para el gran cultivo y la huerta familiar.
- Martin, F. W., y Jones, A. (1986). Breeding sweet potatoes. *Plant breeding reviews*, 4(10), 313-345.
- Matamoros, C., R., Brenes Angulo, A., Esker, P., y Gómez-Alpizar, L. (2014). Evaluación agronómica de trece genotipos de camote (*Ipomoea batatas* L.). *Agronomía Costarricense*, 38(2), 67-81.
- Montaldo, A. (1991). *Cultivo de raíces y tubérculos tropicales* (2 ed.). San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Ospina, B., Cadavid, L., y Alban, A. (2004). El cultivo del camote: un aliado de la yuca para la tropicalización avícola en Colombia. En *Clayuca*. Recuperado de http://www.clayuca.org/public_articul.htm
- Pereira Júnior, L. R., Oliveira, A. P., Gama, J. S. N., Campos, V. B., Razerres, S. S. (2008). Parcelamento do esterco bovino na produção de batata-doce. *Revista Verde*, 3, (3), 12-16.
- Rossel, G., Kriegner, A., y Zhang, D. P. (2000). From Latin America to Oceania: The historic dispersal of sweet potato re-examined using AFLP. *CIP Program Report 1999–2000*, 315-321.
- Silva, J. B. C., Lopes, C. A. (1995). *Cultivo da batata-doce* (3. ed). Brasília: Embrapa Hortaliças. 18 p. (Instruções técnicas de CNP Hortaliças, n.7).
- Suni, M., y Marín, M. (1994). Characterization of high yielding clones of sweetpotatoes. En *10th Symposium of the International Society for Tropical Root Crops, ISTRC*. 13-19 de Noviembre, Salvador, Brasil.
- UNA, FCA (Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias). (2010). *Anuario Meteorológico*. San Lorenzo, Paraguay. 50 p.
- Tique, J., y Chaves, B., y Zurita, J. (2009). Evaluación agronómica de diez clones promisorios CIP y dos materiales nativos de *Ipomoea batatas* L. *Agron Colomb* 27, 151-158.eyes, 2009; Lardizabal y Medlicott, 2010; Mamani, 2011; García et al., 2014).

ANEXO 1

1.1 ACTIVIDADES DE LA SEGUNDA PLANTACIÓN DE BATATA



Foto 1. Cargado de bandejas.



Foto 2. Plantación de esquejes.



Foto 3. Vista aérea de la segunda plantación de batata (centro) FCA/UNA 2018-2019.



Foto 4. Cosecha manual, agrupamiento y etiquetado de genotipos y evaluación.



Foto 5. Cosecha manual, agrupamiento y etiquetado de genotipos y evaluación.



Foto 6. Participación en día de campo-Stand cultivo de batata.

1.2 ACTIVIDADES DE CONSERVACIÓN EN MACETAS Y CAMPO



Foto 7. Conservación en macetas-Campo Experimental de la FCA/UNA-2018.

La Facultad de Ciencias Agrarias posee un campo experimental en J.A. Saldivar, Departamento Central llamado Centro hortícola de J.A. Saldivar.

Este Centro recibe numerosas visitas de productores hortícolas de la zona, por lo cual su ubicación es estratégica,

Se procedió a llevar una copia completa de los materiales de batata para su conservación en campo ya que también cuenta con sistema de riego permanente para la época de clima más riguroso, principalmente enero. El transplante se realizó el 08 de noviembre del 2019.

Los trabajos de conservación a campo se realizan en forma continua, en agosto del 2020 se efectuó el mantenimiento de la colección de batata, posterior a heladas en la zona de J.A. Saldivar que afectaron el cultivo de la batata (parte aérea).



Foto 8. Consevación en campo. J.A. Saldivar FCA/UNA 2019.



Foto 9. Colecta de raíces de batata y preparación de suelo.

Posterior a la marcación y etiquetado de genotipos, se procede a la plantación de raíces de batata-septiembre 2020.



Foto 10. Parcela de conservación en campo -Noviembre 2020.

COMPONENTE II

MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN IN VITRO DE 30 GENOTIPOS DE BATATA

Marta Inés Bartrina Scura

Responsable principal del Laboratorio de Biotecnología del Centro de Investigación Hernando Bertoni del Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (CIHB/IPTA)

Colaboradores en el Laboratorio del CIHB/IPTA

Helen Fatecha R.

M. Lourdes Garcia

Juan E. Benegas

INTRODUCCIÓN

Las estrategias de conservación *ex situ*, en campo, presentan el riesgo de pérdida por condiciones climáticas adversas, ataque de agentes patógenos, altos costos asociados al manejo agronómico, preparación de terreno, insumos y dificultad del manejo e intercambio de material. No obstante, las técnicas de cultivo de tejidos vegetales permiten mantener las plántulas en bancos de germoplasma *in vitro*, libres de patógenos, en espacio reducido, a bajo costo y condiciones controladas que facilitan el manejo a corto y largo plazo de material vegetal, particularmente, de especies con propagación vegetativa (Morales, 2015).

La conservación *in vitro* de batata permite el intercambio de germoplasma y su disponibilidad para programas de mejoramiento genético Rayas et al. (2019). La misma ofrece la posibilidad de almacenar un elevado número y variedad de muestras en un área reducida y facilita el acceso a ellas para su evaluación. Sus condiciones asépticas garantizan mayor sanidad de las muestras y en consecuencia permiten incrementar el intercambio de materiales vegetales sanos. Sin embargo, para establecer cualquier estrategia de conservación *in vitro*, se hace indispensable el dominio de una metodología de propagación que garantice altos porcentajes de supervivencia (Garcia-Aguila et al., 2007).

En lo referente a las condiciones agroecológicas, la batata como especie cultivada y silvestre posee una amplia variabilidad genética que se expresa en la adaptación a condiciones ambientales diversas. Adicionalmente, su manejo agronómico resulta más económico que el de otros cultivos, en términos de menores requerimientos de fertilizantes y plaguicidas (Tique et al., 2009).

La conservación de los recursos fitogenéticos garantiza su posible utilización como fuente de variación genética potencialmente útil, a la vez que evita la pérdida de diversidad genética en la agricultura, con la consiguiente reducción del material vegetal disponible para el uso de las generaciones presentes y futuras (Morales-Tejón et al., 2016).

El objetivo principal de este componente fue la conservación *in vitro* de 30 genotipos de batata.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización de la investigación

El trabajo se llevó a cabo a partir del mes de julio del 2.018, en el Departamento de Cultivo de Tejidos del Centro de Investigación “Hernando Bertoni” (CIHB) de Caacupé, dependiente del Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA), ubicado sobre la Ruta 2, Km 48,5 Departamento de Cordillera, entre las coordenadas geográficas 25°23'16.38" latitud Sur, 57°11'22.24" longitud Oeste y 228 msnm.

Materiales

Los materiales usados para este trabajo consistieron en plantas *in vitro* de batata que fueron regeneradas con anterioridad, en número de 10 tubos aproximadamente por variedad.

Cada planta fue debidamente etiquetada para evitar confusiones. El medio de cultivo utilizado para este trabajo fue el de Murashige y Skoog (1962). (Anexo 2-Foto 1).

Métodos

El método del cultivo *in vitro*, se basa en cultivar asépticamente ápices meristemáticos provenientes de plantas madres en un medio nutritivo artificial. A diferencia de los métodos tradicionales de propagación, con esta técnica es posible obtener altas tasas de multiplicación de plantas de alta calidad genética - sanitaria. Mediante la adición de reguladores del crecimiento al medio de cultivo, se estimula la multiplicación y la obtención de plantas completas debido a la totipotencia inherente en las células vegetales.

Selección de la planta donadora: La planta donadora no proviene del invernadero o del campo; porque se utilizan plántulas regeneradas *in vitro*, que presenten un buen desarrollo y entrenudos con yemas viables.

Desinfección de los explantes: Los principales microorganismos asociados a la contaminación son hongos, bacterias, y levaduras (Cassells, 1991). Es por esa razón que los materiales a ser introducidos *in vitro*, tienen que ser desinfectados. No es necesario proceder a la desinfección del material en este caso, ya que proviene de un cultivo *in vitro*, lo que garantiza la ausencia de agentes contaminantes. Pero en el caso de que el material sea proveniente del campo o invernadero; se debe proceder a la debida desinfección en la campana de flujo laminar con alcohol al 70% por unos segundos, luego se sumergen en una solución de hipoclorito de sodio y agua destilada al 0,5 % por 10 minutos y posteriormente se enjuagan tres veces con agua destilada estéril (Anexo 2-Foto 2 y 3).

Establecimiento: Con la disección microscópica de los tejidos meristemáticos en condiciones asépticas dentro de la campana de flujo laminar con la ayuda de un estereoscopio y una lámpara de luz alógena, se procedió al corte de los meristemas. Los meristemas así exisados con un tamaño aproximado de 0,5 mm., se colocaron en un tubo de ensayo con el medio de cultivo de M.S. Murashige & Skoog (1962) suplementado con sacarosa, vitaminas y agar - agar. El corte de los ápices meristemáticos de cada variedad se realizó en julio del año 2.017. A cada variedad se le asigna un código de manera a facilitar la identificación de los mismos y son llevadas a la sala de crecimiento con 16 horas de luz y temperatura de 23°C. Aproximadamente a los cuatro meses se logra la total regeneración de las plántulas en condiciones *in vitro*.

Multiplicación de las plantas: Una vez lograda la regeneración de los meristemas en plántulas, se procedió al cambio de medio de cultivo fresco cada tres semanas. Esto es con el fin de contar con una interesante cantidad de plantas por variedad y asegurar así la permanencia de las mismas. Se realiza mediante el corte de nudos con una yema axilar que tiene el potencial de regenerar una planta completa (Anexo 2 -Foto 4).

En la sala de crecimiento permanecen en condiciones de 16 horas de luz y con temperatura controladas de 25 a 28 °C. En caso de observar la presencia o sospecha de algún tipo de contaminación deben de ser inmediatamente descartado el material.

Conservación y renovación de la colección: La conservación a largo plazo es doblemente importante. En un cultivo propagado clonalmente es de vital importancia que los propágulos no sufran alteraciones genéticas, no importa que estas sean pequeñas, ya que se pueden acumular en el cultivo de una generación a otra y pueden originar cambios mayores que afectarían la uniformidad y la producción. Las variedades multiplicadas son inspeccionadas regularmente en la sala de crecimiento. De observarse cualquier contaminación debe de ser descartado, también en esta etapa. En los muchos años de investigación

se ha logrado el desarrollo de medios de propagación de batata para optimizar el crecimiento rápido *in vitro*. Pero en el caso de la conservación el objetivo es limitar el crecimiento a un mínimo manteniendo la vitalidad de los cultivos (Lizarraga 1990). Una vez que la colección está estable en cuanto a cantidad de muestras se desea conservar los germoplasmas introducidos, las plántulas se pasan a un medio con el uso de retardantes hormonales del crecimiento como ABA (ácido abscísico) o reguladores osmóticos con la adición de azúcares poco asimilables como el manitol o sorbitol. La dificultad que se presenta en este caso es que al tener diferentes genotipos cada uno de ellos puede reaccionar en forma distinta ante las mismas condiciones (Anexo 2 - Fotos 5,6,7, y 8). En julio del año 2018 se inició la conservación *in vitro* de las plántulas propiamente dicha.

RESULTADOS

A través de la realización de este trabajo se logró la captura *in vitro* de los genotipos de batata libres de enfermedades. Las plantas que fueron regeneradas en la primera fase fueron multiplicadas en invernadero, en bandejas con sustratos comercial y llevada a campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias para su evaluación.

La colección de germoplasma de batata consiste en 20 tubos de ensayo por cada número de entrada, los cuales permanecen guardados en condiciones *in vitro* en sala de crecimiento del Departamento de Cultivos de tejidos del CIHB (Anexo 2-Fotos 5 y 6).

El germoplasma guardado exitosamente corresponde a las entradas: 1, 3, 4, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 y 30.. Los germoplasmas que no lograron regenerarse en la primera fecha, fueron nuevamente exisados a partir de las plantas madres mantenidas en invernadero. De ser requerido, cualquiera de los genotipos puede ser fácilmente propagado y contar con una cantidad ilimitada de plántulas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cassells, A. C., (1991). Problem in tissue culture: culture contamination. En Debergh, P., Zimmerman, R. H. (eds)., *Micropropagation* (p. 31-45). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. (1983). *El cultivo de meristemas para la conservación de germoplasma de yuca in vitro: Guía de estudio para ser usada como complemento de la Unidad Audiotutorial sobre el mismo tema*. Colombia: CIAT. 44 p. (serie 04sc-05.03).
- García-Águila, L., De Fera, M., Acosta, K. (2007). Aspectos básicos de la conservación *in vitro* de germoplasma vegetal. *Biotecnología Vegetal*, 7(2).
- Lizarraga, R., Espinoza, N., Dodds, J. H. (1990). *Cultivo de tejidos de Ipomoea batatas: Micropropagación y Conservación*. Lima: Centro internacional de la Papa. 22 p. (Guía de información CIP).
- Macgayver Bonilla Morales, M., Mancipe Murillo, C., y Aguirre Morales, A. C. (2015). Conservación *in vitro*: Una perspectiva para el manejo de los recursos fitogenéticos. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 6(1).
- Morales-Tejón, A., Morales-Rodríguez, A., Rodríguez-del-Sol, D. (2016). Efectos de la consanguinidad en caracteres de boniato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) *Rev Agricultura Tropical* 2(1):18-28.
- Murashige, T., Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, 15:473-497
- Pérez Ponce, J. N. (ed). (1998). *Propagación y mejora genética de plantas por Biotecnología*. Santa Clara, Cuba: Instituto de Biotecnología de las Plantas. 400 p.
- Rayas Cabrera, A., López Torres, J., Medero Vega, V. R., Basail Pérez, M., Santos Pino, A., y Gutiérrez Sánchez, Y. (2019). Conservación *in vitro* de cultivares de *Ipomoea batatas* (L.) Lam por crecimiento mínimo con el uso de manitol. *Biotecnología Vegetal*, 19(1), 43-51. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2074-86472019000100043&lng=es&tlng=es
- Roca, W. M., Mroginski, L. (1991). *Cultivo de tejidos en la agricultura: fundamentos y aplicaciones*. Cali, Colombia. 968 p.
- Rodríguez, A. M., Tejón, A. M., del Sol, D. R., Vargas, I. J. P., y Méndez, C. A. (2017). Origen, evolución y distribución del boniato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.): Una revisión. *Agricultura Tropical*, 3(1).
- Tique, J, y Chaves, B., Zurita, J. H. (2009). Evaluación agronómica de diez clones promisorios CIP y dos materiales nativos de *Ipomoea batatas* L. *Agronomía Colombiana* 27(2): 151-158.C9m

ANEXO 2

COLECCIÓN *IN VITRO* DE BATATA CIHB/IPTA

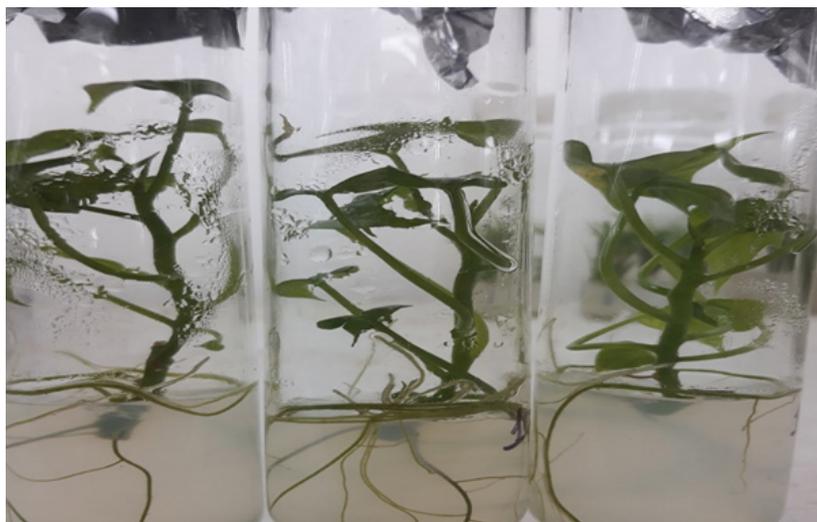


Foto 1. Plántulas *in vitro* regeneradas de batata.



Foto 2. Operario en la campana de flujo laminar.

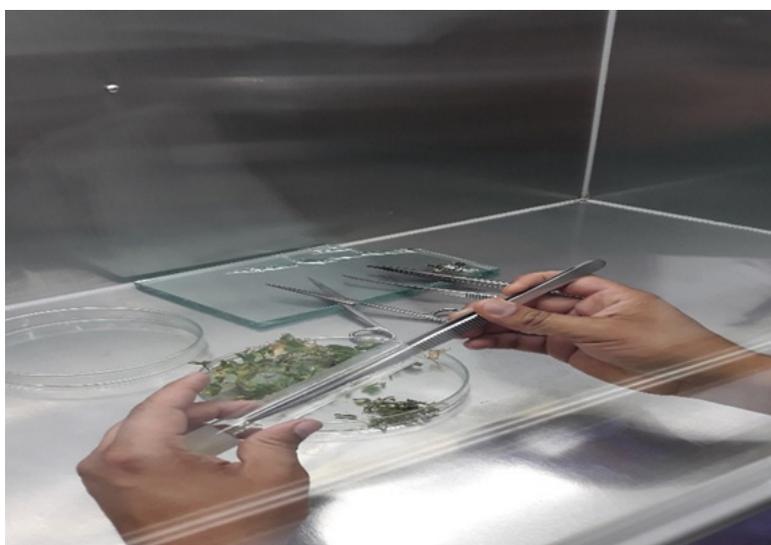


Foto 3. Micro propagación de las plántulas.



Foto 4. Sala de crecimiento de los cultivos.

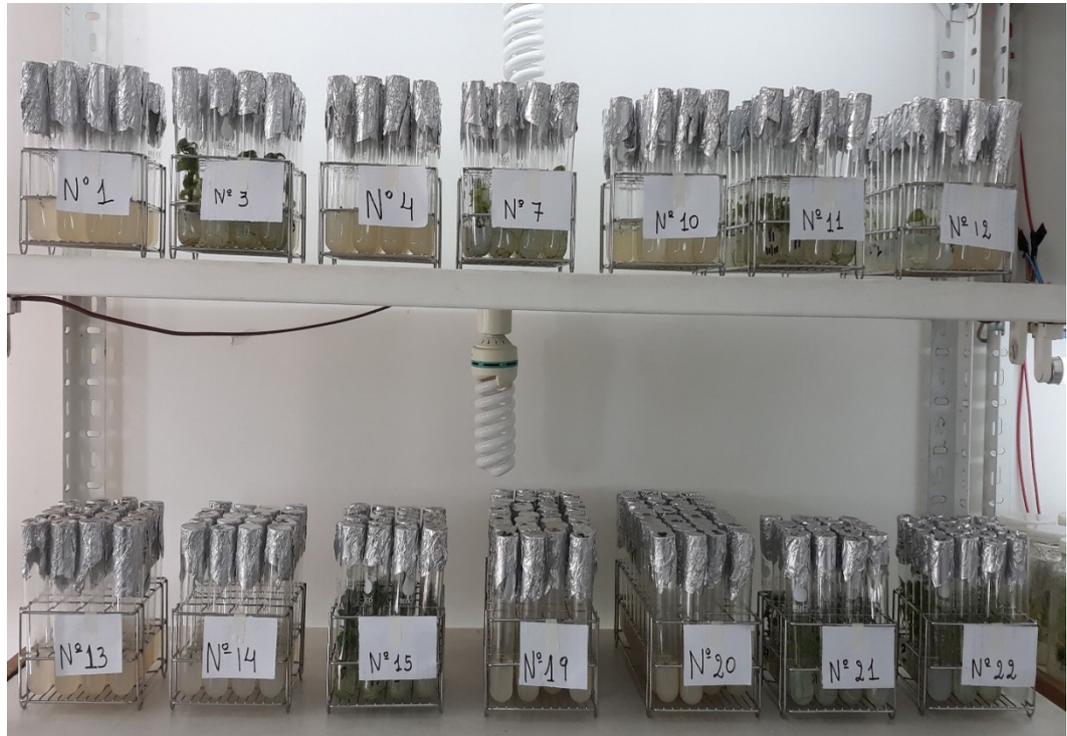


Foto 5. Colección de germoplasma de batata en sala de cultivo.



Foto 6. Colección de germoplasma de batata en sala de cultivo.



Foto 7. Conservación *in vitro* de variedades de batata.



Foto 8. Conservación *in vitro* de variedades de batata.

COMPONENTE III

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO POSCOSECHA DE GENOTIPOS SELECCIONADOS DE BATATA (*Ipomoea batatas* (L.) LAM)

Mónica Gavilán

Claudio Morno

Natalia Oviedo

RESUMEN

De acuerdo con el escenario socioeconómico actual, el eje de la innovación y el punto clave para mejorar el rendimiento de todas las técnicas de conservación es el requisito de sostenibilidad, para satisfacer la demanda de competitividad de la cadena de suministro de alimentos. La mejora del manejo poscosecha de los rubros alimentarios y en particular de la batata puede realizarse a través de la elección de prácticas de conservación de la calidad tales como mantener la cadena de frío, permitiendo que el tiempo de vida útil sea económicamente más rentable, reduciendo las pérdidas alimentarias al mínimo. Considerando como eje este punto se propuso como objetivo “determinar la vida útil Poscosecha de los genotipos de batata”. Se planteó una investigación descriptiva en su primera fase, para lo cual se prepararon muestras de 14 genotipos cultivadas en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de Asunción y se sometieron a dos tipos de almacenamiento (temperatura ambiente y temperatura de refrigeración). De acuerdo a los resultados obtenidos y en las condiciones en que se realizó la investigación; se puede concluir que el tiempo de vida útil estimado para las condiciones ambientales de comercialización habituales de la batata en los puntos de venta fue de una semana, pudiendo aumentar la vida poscosecha a un mes, si se almacena en ambiente refrigerado en seco, sin perder la cadena de frío en el punto de comercialización.

Palabras clave: textura, pérdida de peso, cadena de frío, vida útil.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Laboratorio de Calidad Agroalimentaria de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, Campus Universitario, Km 10,5, San Lorenzo.

La población de estudio es de 14 genotipos de batatas cultivadas en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de Asunción, en el Campus Universitario de la ciudad de San Lorenzo.

La investigación se realizó durante el año 2018 en el Laboratorio de Calidad Agroalimentaria de la FCA/UNA, con el financiamiento del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

El material genético incluido en estudio correspondió a las raíces reservantes de batata, provenientes de la colección del Campo Experimental de la FCA/UNA, durante el periodo agrícola de 2018.

La muestra para el estudio fueron 6 (seis) kilogramos de los genotipos que se presentan a continuación

(Cuadro 1).

Procedimiento para el Análisis de vida útil y variables analizadas

Para el análisis de vida útil, se prepararon muestras de cada genotipo y se sometieron a dos tipos de almacenamiento (temperatura ambiente y temperatura de refrigeración), totalizando 28 muestras, 14 para temperatura ambiente y 14 para temperatura de refrigeración.

Cada raíz se introdujo a bolsas identificadas con el tipo de almacenamiento y el código del genotipo.

Durante 30 días se registró el comportamiento de las raíces en cada tipo de almacenamiento se midieron las variables de la siguiente forma:

Peso

Se procedió a pesar y registrar desde el día uno, cada tres días los pesos de las muestras, para posteriormente obtener los datos de pérdida de peso diaria y pérdida total.

Textura

f) Con ayuda del probador de dureza digital para frutas y vegetales FHT – 1122, se midió y registro el comportamiento de la textura de las raíces para cada tipo de almacenamiento.

g) El modelo del tamaño del penetrometro, se eligió teniendo en cuenta que las raíces de la batata tienen consistencia dura, por lo que eligió el tamaño de 7,9mm (según la guía, es el utilizado para vegetales duros)

h) La medición consistió en sostener la fruta contra una superficie dura y presionar la punta en la pulpa a una velocidad uniforme (durante 3 segundos) y luego registrar la lectura de pantalla.

Daños

También se fotografiaron las muestras semanalmente para registrar los cambios y daños

Se evaluaron de los agentes causales del daño de las raíces

La última parte de la investigación será la obtención de resultados, el análisis de los mismos, la realización de la comparación, contrastación y posterior comunicación de los resultados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de vida útil, se basa en determinar las características que afectan la seguridad y calidad de los alimentos, para poder estimar el tiempo de la comercialización y consumo apto.

Para conocer la vida útil de los genotipos de batatas, se tuvo en cuenta los factores principales; el peso, la textura y los cambios que se pueden presentar en la superficie, por causa de golpes, microorganismos o por el ambiente de almacenamiento.

Peso

El registro de la pérdida de peso, se realizó tres veces por semana, durante 30 días. Para luego calcular la pérdida de peso diaria y total. El promedio de la temperatura ambiente registrada durante el periodo de análisis fue de 22.05 °C, mientras que para la temperatura de refrigeración fue de 6°C.

En el Cuadro 2, se puede apreciar que, en temperatura ambiente, el promedio registrado de pérdida de peso diaria fue de 0, 36%, mientras que el promedio de pérdida total 10, 82 %, lo que indica la alta sensibilidad al medio ambiente.

Según el SIMA (Servicio de Información de Mercados Agropecuarios), la batata se comercializa a Gs. 2000, el kilo, en el Mercado de Abasto de Asunción (aunque este precio es muy variante, dependiendo

Cuadro 1. Genotipos evaluados.

a)	Morado
b)	Pyta
c)	Boli
d)	Pyta uruguayo
e)	Japonés
f)	Taiwanés
g)	Princesa
h)	Jety Paraguay
i)	Andai
j)	Ib 011
k)	Ib 019
l)	Ib 020
m)	Ib 022
n)	Ib 023

Cuadro 2. Pérdida de peso temperatura ambiente.

Genotipo	Pérdida de peso diario (%)	Pérdida de peso total (%)
Morado	0,30	8,97
Pyta	0,14	4,19
Boli	0,19	5,61
Pyta uruguayo	0,47	14,2
Japonés	0,47	14,18
Taiwanés	0,42	12,67
Princesa	0,32	9,57
Jety Paraguay	0,56	16,84
Andai	0,26	7,78
Ib 011	0,41	12,37
Ib 019	0,27	8,23
Ib 020	0,64	19,15
Ib 022	0,34	10,18
Ib 023	0,25	7,55
Promedio	0,36	10,82

Cuadro 3. Pérdida de peso temperatura refrigeración.

Genotipo	Pérdida de peso diario (%)	Pérdida de peso total (%)
Morado	0,01	0,4
Pyta	0,02	0,67
Boli	0,13	3,85
Pyta uruguayo	0,10	2,93
Japonés	0,11	3,21
Taiwanés	0,15	4,37
Princesa	0,02	0,47
Jety Paraguay	0,04	1,1
Andai	0,09	2,71
Ib 011	0,09	2,75
Ib 019	0,11	3,22
Ib 020	0,10	2,86
Ib 022	0,08	2,49
Ib 023	0,04	1,3
Promedio	0,08	2,31

de la oferta, calidad y época del año), y en algunos supermercados precios que van desde Gs 5000 a 8000 Gs por kilo).

El precio promedio anual de la batata es aproximadamente Gs 5000 por Kg, teniendo en cuenta el porcentaje de pérdida promedio total, esto representaría Gs 541.000 por cada tonelada de batata.

Los genotipos que presentaron mayor porcentaje de pérdida de peso en temperatura ambiente son; pyta uruguayo, japonés, taiwanés, jety Paraguay, Ib 011 e Ib 020, con porcentajes mayores al 10%.

Mientras que las variedades pyta y boli mostraron menor porcentaje de pérdida, menor que el 5%.

Para el caso de las evaluaciones realizadas en las muestras refrigeradas, se muestran los promedios de las pérdidas de peso diario y pérdida de peso total que son 0,08% y 2,31%, respectivamente (Cuadro 3). Merma menor a la registrada a temperatura ambiente.

Los genotipos que presentaron mayor porcentaje de pérdida de peso en temperatura de refrigeración son; boli, japonés y taiwanés, con porcentajes mayores al 3%.

Textura

La textura es un atributo de calidad crítico en la selección de alimentos frescos, por lo que la manipulación y el procesado involucran desafíos especiales a la industria, ya que el consumidor se ha formado opciones específicas con respecto a la textura.

La textura, se puede conocer mediante una evaluación sensorial o medidas instrumentales, como en este caso. Es importante conocer esta cualidad de las raíces de batatas, ya que incide en la aplicación culinaria y su utilización industrial.

En el Cuadro 4, se puede notar que las variedades; Morado, Pyta uruguayo, Taiwanés, Princesa, Jety Paraguay, Andai, y los clones híbridos Ib 011, Ib 020 e Ib 022, aumentaron en kgf/cm², por lo que puede afirmar que se endurecieron. Esto puede ser por diversos factores, principalmente por la pérdida de agua, que ocasiona la deshidratación de los tejidos durante el almacenamiento.

Mientras que las variedades Pyta, Boli, Japonés, y los clones híbridos Ib 019 e Ib 023 disminuyeron en Kgf/cm², esto indica que se produjo ablandamiento, que se puede haber dado por la presencia de microorganismos o porque las raíces son más susceptible a la humedad.

Cabe señalar que la resistencia textural se vincula con la calidad culinaria, es decir, con el tiempo de cocción requerido para que el tejido alcance el ablandamiento para su consumo directo, siendo ideal para los consumidores que buscan alimentos de fácil y rápida preparación (García-Méndez et al.. 2016).

Por su parte, en condiciones refrigeradas (Cuadro 5), puede observar que 7 genotipos sufrieron endurecimiento; Morado, Princesa, Jety Paraguay, Andai, Ib 011, Ib 019 e Ib 022, mientras que otros 7 presentaron textura blanda; Pyta, Boli, Pyta uruguayo, Japones, Taiwanes, Ib 020 e Ib 023.

Aunque mayor es la cantidad e genotipos que presentaron textura blanda, a comparación de las raíces a temperatura ambiente, la diferencia de kgf/cm² no es tan significativa, entre la condición inicial y final, ay que presentan menor variación.

Cuadro 4. Comportamiento de la textura de las batatas en temperatura ambiente.

Genotipo	Condición Inicial Kgf/cm ²	Condición Final Kgf/cm ²
Morado	7,97	9,60
Pyta	8,28	6,60
Boli	6,39	5,82 ^a
Pyta uruguayo	8,62	10,3
Japonés	9,21	7,80
Taiwanés	9,93	11,77
Princesa	8,28	8,93
Jety Paraguay	10,06	12,65
Andai	8,60	9,67
Ib 011	7,55	8,91
Ib 019	8,34	7,52
Ib 020	7,73	8,37
Ib 022	7,27	10,9
Ib 023	8,19	7,76 ^b

Cuadro 5. Comportamiento de la textura de las batatas en temperatura de refrigeración.

Genotipo	Condición Inicial Kgf/cm ²	Condición Final Kgf/cm ²
Morado	0,8	9,80
Pyta	8,05	6,75
Boli	7,90	5,72
Pyta uruguayo	8,99	8,53
Japonés	8,49	7,39
Taiwanés	6,92	6,52
Princesa	7,08	8,85
Jety Paraguay	8,61	8,65
Andai	7,38	9,69
Ib 011	8,18	8,42
Ib 019	8,27	10,6
Ib 020	7,90	7,67
Ib 022	7,85	10,8
Ib 023	8,64	7,72

Cuadro 6. Daños registrados en almacenamiento ambiente.

Día de observación	Cambios presentados
Día 1	Raíces sanas, enteras, textura firme, con algunos daños físicos causados en el momento de la cosecha, sin daños por microorganismos
Día 7	Todas las raíces presentan deshidratación, pérdida de color, acentuación de las cicatrices La variedad Boli presenta microorganismos en la superficie de la raíz.
Día 11	Mayor decoloración, grietas marcadas y resaltantes Empiezan a tener brotes Arrugamiento de la superficie Oscurecimiento de la piel Olor desagradable y textura blanda
Día 21	Presencia de microorganismos en la superficie Oscurecimiento de la raíz Necrosis Presencia de brotes Pérdida de color
Día 30	Deshidratación, pérdida de pigmentación, cicatrices profundas, ataque de microorganismos, oscurecimiento

Un factor incidente es que el equipo utilizado, realiza refrigeración húmeda, lo que explica, el mayor número de raíces blandas, a comparación de las raíces a temperatura ambiente. Esto también demuestra la alta susceptibilidad de la batata a la humedad.

García et al., 2014, menciona que la batata a temperatura ambiente, durante 30 días, tienden a incrementar su endurecimiento.

Daños en la superficie

Existen diferentes tipos de daños que se pueden dar durante el almacenamiento, debido a diversos factores.

Los daños registrados en las raíces de batata fueron principalmente de manejo, tales como los golpes sufridos por la cosecha, por la susceptibilidad del ambiente; tecnología de poscosecha tales como control de temperatura y humedad; y microorganismos.

En el Cuadro 6 se presentan en detalle de los tipos de daños que se registraron cualitativamente en almacenamiento a temperatura ambiente.

Es importante mencionar que tanto el tamaño como el peso de estas tuberosas, representan indicadores de la calidad comercial, que normalmente son utilizados para estandarizar el empaque y satisfacer las preferencias de los consumidores. De aquí el interés de que exista la menor variación de las mismas al seleccionar y clasificar el producto para los fines de comercialización (Castillo et al., 2014).

Aunque se entiende que estas variables son una característica intrínseca del modelo de crecimiento y desarrollo de las raíces, la variabilidad genética sobre estos parámetros físicos depende de la adaptación a los modelos de siembra, condiciones ambientales (sequía, humedad, salinidad, tipo de suelo) y manejo agronómico (Tique et al., 2009; Castillo et al., 2014).

Por su parte, en almacenamiento refrigerado se puede decir que a partir del día 7 empiezan a presentarse los fenómenos que comprometen la calidad, tales como la exudación y posterior al día 11 empiezan los cambios relacionados a degradación de nutrientes tales como oscurecimiento, olores desagradables entre otros (Cuadro 7).

En referencia a la calidad poscosecha de la batata, esta se establece en función a la preferencia de los consumidores para su uso y preparación culinaria (fritura, cocción, entre otras) a partir de una raíz reservante entera, libre de daños y con características físicas de peso, forma, color y textura, de conveniencia para el consumo. Sin descartar la importancia de la composición química (contenido de azúcares totales, almidón proteína, entre otras), nutricional y organoléptica, como indicadores de la calidad global y de la potencialidad que estos tengan para el uso agroindustrial (Zaccari et al., 2007; Tique et al., 2009; Vargas y Hernández, 2013; Yépez y Estévez, 2014).

Estos resultados permiten identificar claramente que el uso de frío en la cadena de almacenamiento y distribución de la batata permitiría disponibilizar el rubro en el mercado por un mayor periodo de tiempo. Se destaca asimismo que esta práctica lograría reducir las pérdidas poscosecha de manera eficiente.

Cuadro 7. Daños registrados en almacenamiento refrigerado.

Día de observación	Cambios presentados
Día 1	Raíces sanas, enteras, textura firme, con algunos daños físicos causados en el momento de la cosecha, sin daños por microorganismos
Día 7	La superficie de algunas raíces empiezan a liberar agua
Día 11	Oscurecimiento de la raíz Olor desagradable Oscurecimiento de las cicatrices
Día 21	Presencia de microorganismos Textura blanda Superficie pegajosa y húmeda
Día 30	Las raíces con superficie oscura, húmeda y pegajosa

CONSIDERACIONES FINALES

De acuerdo a los resultados obtenidos y en las condiciones en que se realizó la investigación; se puede concluir que el tiempo de vida útil estimado para las condiciones ambientales de comercialización habituales de la batata en los puntos de venta fue de una semana, pudiendo aumentar la vida poscosecha a un mes, si se almacena en ambiente refrigerado en seco, sin perder la cadena de frío en el punto de comercialización.

Al tratarse de órganos subterráneos en, donde se deposita material de reserva; éstas les confieren, en general, una elevada capacidad de conservación, que constituye su principal característica desde el punto de vista del comportamiento Poscosecha. Sin embargo, el uso de frío permitiría lograr una reducción importante de pérdidas alimentarias, tanto cuantitativas como cualitativamente.

LITERATURA CONSULTADA

- Achata, A., Fano, G., Goyas, H., Chiang, O., Andrade, M. (1990). *El Camote (Batata) en el Sistema Alimentario de Perú: El caso de Valle de Cañete*. Lima, Perú: Centro Internacional de la Papa. 63 p.
- Artilles, G., Herrera, N., Giménez, H. (2016). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- A KRÜSS Optronic. (2004). *Refractómetro: Medición Brix en la industria de bebidas y zumos*. Alemania. Recuperado de <http://www.agrarias.uach.cl/wp-content/uploads/2016/04/art07>
- Badui, S. (2006). *Química de los alimentos* (4 ed.). México: Pearson Educación. 736 p.
- Baltes, W. (2007). *Química de los alimentos*. Zaragoza, España: Acribia. 476 p.
- Barberan, T. (2003). Los polifenoles de los alimentos y la salud. *Alimentación, Nutrición y Salud*, 10 (2), 41-53.
- Bareiro, J. (2015). Batata: raíces y hojas para múltiples usos. *Revista Técnica Enlace Agrario*, 1: 16-17.
- Carrillo, M., Reyes, A. (2013). Vida útil de los alimentos Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5063620.pdf>
- Castillo Matamoros, R., Brenes Angulo, A., Esker, P., y Gómez-Alpizar, L. (2014). Evaluación agronómica de trece genotipos de camote (*Ipomoea batatas* L.). *Agronomía Costarricense*, 38(1), 67-81.
- Castro, L. (2011). *El cultivo de la batata: Una oportunidad agroalimentaria para pequeños productores de clima cálido*. Convenio SENA - SAC. Recuperado de <https://sac.org.co/wp-content/uploads/2013/05/Cartilla-Batata.pdf>.
- Centro Internacional de la Papa. (2015). El camote y la nutrición. Lima, Perú. Recuperado de <https://cipotato.org/es/sweetpotat>
- Chacón, A., Reyes, Y. (2009). Efecto del empaque sobre la textura y el color del camote (*Ipomoea batatas* L.) durante el proceso de curado. *Agron Mesoam*, 20:47-57.
- Conita, A. (1991). *Raíces y tubérculos*. San José, Costa Rica. 132 p. Serie ITTA n° 14.
- Cusumano, C., Zamudio, N. (2013). *Manual técnico para el cultivo de batata (Camote o moniato) en la provincia de Tucumán (Argentina)*. Tucumán, Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 48 p. Recuperado de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-manual_batata.pdf
- Dias, A., Silveira, S., Matsumoto, H., Bomfim, C., Rodrigues, y Melo, T. (2007). Physical and sensorial characteristics of sweetpotato clones. *Ciênc Agrotec*, 31(6):1760-1765.
- Dirección de Censo y Estadísticas Agropecuarias. (2014). *Síntesis estadísticas: Producción agropecuaria año agrícola 2013/2014*. Asunción, Paraguay. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Recuperado de <http://www.mag.gov.py/Censo/SINTESIS%202014-texto%20completo.pdf>
- Doportó, M., Mugridge, A., Chaves, A., García, M., y Viña, S. (2010). Valor nutritivo y parámetros fisiológicos relativos a la conservación postcosecha de raíces de ahípa (*Pachyrhizus ahípa*). *Rev Iber Tecnología Postcosecha*, 11(1): 75-81.

- FAO. (1993). *Prevención de pérdidas de alimentos poscosecha: Frutas, hortalizas, raíces y tubérculos*. Roma, Italia: FAO. Colección FAO: Capacitación, N° 17/2. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/T0073S/T0073S00.htm#Contents>.
- Fioreze, R., Morini, B. (2000). Yam (*Dioscorea* sp.) drying with different cuts and temperatures: Experimental and simulated results. *Cien Tecn Alim*, 20: 262-266.
- Fliert, E., y Braun, A. (2001). *Escuela de campo de agricultores para el manejo integrado del cultivo de camote*. Louis Dineen, Indonesia: Centro Internacional de la Papa. 264 p.
- Folquer, F. (1978). La batata (camote): Estudio de la planta y su producción comercial. Buenos Aires, Argentina: Hemisferio Sur. 146 p.
- Fuenmayor, F., Segovia, V., Albarrán, J., y Cabaña, W. (2004). Banco de germoplasma de batata (*Ipomoea batata*). *Agron Mesoam*, 27(2):287-300.
- García-Mendez, A. D., Pérez-Darniz, M. Y., García-Mendez, A. A., Madriz-Izturiz, P M. (2016). Caracterización postcosecha y composición química de la batata (*Ipomoea batatas* (L.) Lamb.) variedad Topera. *Agron Mesoam*, 27(2): 287-300.
- García, A., Pérez, M., García, A. (2014). Evaluación del comportamiento postcosecha de la batata (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) en condiciones de almacenamiento comercial. *Rev Iber Tecnol Postcosecha*, 15:177-186.
- García, M., y Segovia, Y. (2013). Manual de histología vegetal. Recuperado de https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/33039/1/N%C3%BAm.%20151_Manual%20Histologia%20Vegetal.pdf
- González, V., y García, A. (2015). *Evaluación de la calidad postcosecha de la batata (Ipomoea batatas (L.) Lam) para el procesamiento culinario (Chips) y agroindustrial (Rallada)*. Tesis de grado. Aragua, Venezuela: Universidad Central de Venezuela.
- Guizar, A., Montañés, J., García, I. (2008). Parcial caracterización de nuevos almidones obtenidos del tubérculo de camote del cerro (*Dioscorea* spp). México: Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81311226011>
- 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. *Agron Costarricense*, 33(1):77-89.
- Huamán, Z. (1991). *Descriptores de la batata*. Lima, Perú: Centro Internacional de la Papa. 134 p
- Jáuregui, D., Moreno, A. (2004). La biomineralización del Oxalato de Calcio en plantas: Retos y Potencial. México: Departamento de Bioquímica, Instituto de Química, UNAM. Recuperado de http://www.facmed.unam.mx/publicaciones/ampb/numeros/2004/03/2004_107_18-23_David_Jauregui.pdf
- Lardizabal, R., y Medlicott, A. (2010). *Compendio de manuales de producción de frutas y hortalizas: El cultivo del camote*. Honduras: Programa de Entrenamiento y Desarrollo de Agricultores MCA-H/EDA. 460 p. Recuperado de http://www.agronegocioshonduras.org/wp-content/uploads/2014/06/compendio_de_11_manuales.pdf
- Linares, E., Bye, R., Rosa-Ramírez, D., y Pereda-Miranda, R. (2008). El camote: CONABIO. *Biodiversitas*, 81, 11-15.
- La lista de plantas. (2013). *Taxonomía de Ipomoea batatas*. Recuperado de <http://www.theplantlist.org/1.1/browse/A/Convolvulaceae/Ipomoea/>
- Mamani, R. (2011). *Curado de camote para fines de exportación*. Recuperado de <http://innovacion-integral-2011.blogspot.com/>
- Martí, H. (2004). Effects of storage time and boiling on root tuber colour in two sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) cultivars. *Span J Agric Res Journal*, 4: 570-575.
- Martí, H., Corbino, G., Chludil, H. (2011). La batata: el redescubrimiento de un cultivo. Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Recuperado de <http://www.cienciahoy.org.ar/ch/ln/hoy121/Batatas.pdf>

- Martí, H., Mittidiei, M., Valle, Di Feo, L., Segade, G., Constatino, A. (2014). Producción agroecológica de batata para el gran cultivo y la huerta familiar. Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Recuperado de <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-intasp-marti-et-al-manual-cultivo-de-batata-2014.pdf>
- Montaldo, A., Montilla, J., Perdomo, D., Luciani, J., y Mantilla, J. (1992). Investigación y mejora de los cultivos de raíces y tubérculos en Venezuela. *Rev Fac Agron* (Maracay), 8:1-19.
- Montes, A., Hernández, R., Oropeza, C., Díaz, E., y Arias, J. (2010). Composición mineral y comparación de raíces. *Agron Mesoam*, 27(2):287-300.
- Mora, E., y Rojas, J. (2007). Los cultivos líderes de la agricultura venezolana (1984-2005). *Agroalimentaria*, 25:33-44.
- Morales, C. (2008). *Clasificación de calidad sensorial de papas fritas tipo chips mediante visión computacional*. Trabajo M.Sc. Santiago, Chile: Universidad de Chile.
- Pérez, E., y Pacheco, E. (2005). Características químicas, físicas y tecnológicas de la harina y el almidón nativo aislado de Ipomeas batatas. *Act Cientí Venezolana*, 56:12-20.
- Quirien, E., Ress, D., y Aked, J. (2003). Sensory characteristics of five sweet potato cultivars and their changes during storage under tropical conditions. *Food Qual Pref*, 14(1): 673-680.
- Ramos, V., Valdivia, B, y Montañez, J. (2012). Alternativas para reducir la absorción de aceite en papas fritas. Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila. Recuperado de <http://www.posgradoeinvestigacion.uadec.mx/AQM/No.%207/5.html>
- Rodríguez, G. (2008). Caracterización de variedades de batata (*Ipomoea batata*) con el fin de desarrollar un puré que sea fuente para la elaboración de productos preformados en MCCAIN Colombia. Tesis de grado. Bogotá, Colombia: Universidad de la Salle.
- Rodríguez, G. (1984). *La batata y su cultivo*. Madrid, España: Neografis. 95 p.
- Rettig, M., Hen, A. (2014). El color de los alimentos una calidad medible. Chile: Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. Recuperado de <http://www.agrarias.uach.cl/wp-content/uploads/2016/04/art07-Mathias.pdf>
- Sangronis, E., Teixeira, P., Otero, M., Guerra, M., y Hidalgo, G. (2006). *Manaca, batata y ñame: posibles sustitutos del trigo en alimentos para dos etnias del Amazonas venezolano*. ALAN, 56:122-128.
- Scott, G., Rosergrant, M., Ringler, C. (2000). Raíces y tubérculos para el siglo 21: Tendencias, proyecciones y opciones de política. Lima, Perú: Centro Internacional de la Papa. 64 p.
- Tapia, M. (2001). *Origen y domesticación de las especies alimenticias en la región andina*. Santiago de Chile: FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación). 32 p.
- Tique, J., Chaves, B., y Zurita, J. (2009). Evaluación agronómica de diez clones promisorios CIP y dos materiales nativos de *Ipomoea batatas* L. *Agron Colomb*, 27, 151-158.
- USAID. (2007). Boletín técnico de postcosecha: Manejo postcosecha de camote "Bush buck". Lima, Cortes, Honduras: USAID-RED. 6 p.
- Valverde Acha, G. J. (2014). Capacidad antioxidante del extracto acuoso de tres variedades tipo amarillo, naranja y morado de *Ipomoea Batatas* (camote). Tesis Lic. en Nutrición. Lima, Perú: UNMSM. 36 p.
- Vargas, P., y Hernández, D. (2013). Harinas y almidones de yuca, ñame, camote y ñampí: Propiedades funcionales y posibles aplicaciones en la industria alimentaria. *Tecnol Marcha*, 26:37-45.
- Villar Vera, L. (2009). Cultivo de batata. Asunción: Paraguay: Dirección de Educación Agraria, Ministerio de Agricultura y Ganadería. Recuperado de <https://bibliotecadeamag.wikispaces.com/file/view/Cultivo+de+Batata.pdf>
- Villafañe, R. (1998). Efectos de déficit hídricos sobre el rendimiento y calidad de la batata (*Ipomea batatas* (L.)). *Rev Agron Trop*, 48(4):489-500.
- Yépez, L., y Estévez, N. (2014). Determinación de las características físicas y químicas del camote (*Ipomea batatas*) de la variedad de pulpa morada. Tesis de grado. Ecuador: Universidad Técnica del Norte.
- Zaccari, F., Galiotta, G., y González, H. (2007). Caracterización de la pulpa fresca de materiales genéticos de boniato (*Ipomoea batata* L.) producidos en Uruguay. En, UPCT y AITEP, editores, Resúmenes V Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones. Cartagena, Colombia: Editorial Grupo Post-recolección y Refrigeración, p. 550.

ANEXO 3

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA COLECCIÓN DE BATATA DE LA FCA/UNA Imágenes de cobertura vegetal, floración, ramas y raíces reservantes

Genotipo 1. MOROTÍ



Genotipo 2. TAIWANÉS



Genotipo 3. MORADO



Genotipo 4. PYTA



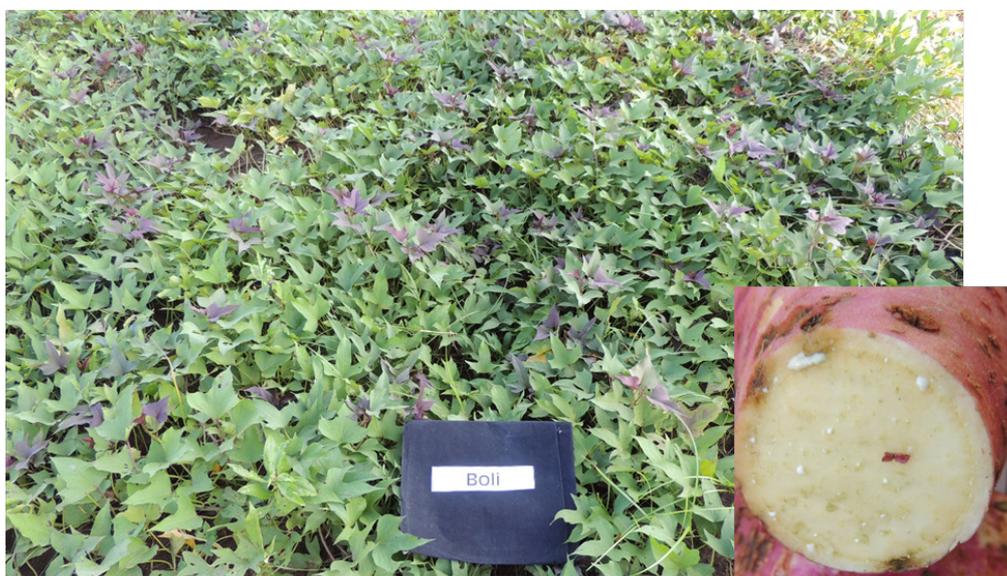
Genotipo 5. SA'Y JÚ



Genotipo 6. BLANCO GUAZÚ



Genotipo 7. BOLI



Genotipo 8. PYTA URUGUAYO



Genotipo 9. ROXA. *Tuberización de raíces - ausente.*



Genotipo 10. PYTA GUAZÚ



Genotipo 11. YETY MANDIÓ



Genotipo 13. TAIWANÉS 2



Genotipo 14. PRINCESA



Genotipo 15. URUGUAYO



Genotipo 16. JAPONESA. Tuberización de raíces - ausente.



Genotipo 18. YETY PARAGUAY



Genotipo 19. ANDAI



Genotipo 21. Ib-005



Genotipo 22. Ib-006



Genotipo 23. Ib-010



Genotipo 25. Ib-012



Genotipo 26. Ib-018



Genotipo 27. Ib-019



Genotipo 28. Ib-020



Genotipo 29. Ib-022



Genotipo 30. Ib-023





La publicación se realizó en el marco del Proyecto PINV15-152 cofinanciado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) con recursos del FEEI.



ISBN: 978-99925-218-1-6

