

Producción de **batata**

Héctor R. Martí



 **INTA** // Ediciones

Colección
EDUCACIÓN SUPERIOR

Producción de batata

Héctor R. Martí



Secretaría
de Agroindustria



Ministerio de Producción y Trabajo
Presidencia de la Nación

Ediciones INTA. Buenos Aires, 2018.

Producción de batata

Héctor R. Martí

1ra. Edición

Ediciones INTA

Diciembre de 2018

ISBN 978-987-521-963-2

Producción de batata / Héctor Rubén Martí ... [et al.] ; coordinación general de Carlos Parera ; Roberto Rodríguez. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Ediciones INTA, 2018.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-521-963-2

1. Horticultura. 2. Batata. I. Martí, Héctor Rubén II. Parera, Carlos, coord. III. Rodríguez, Roberto, coord.
CDD 635.22

Diseño:
Área de Comunicación Visual
Gerencia de Comunicación e Imagen Institucional

*Este libro
cuenta con licencia:*

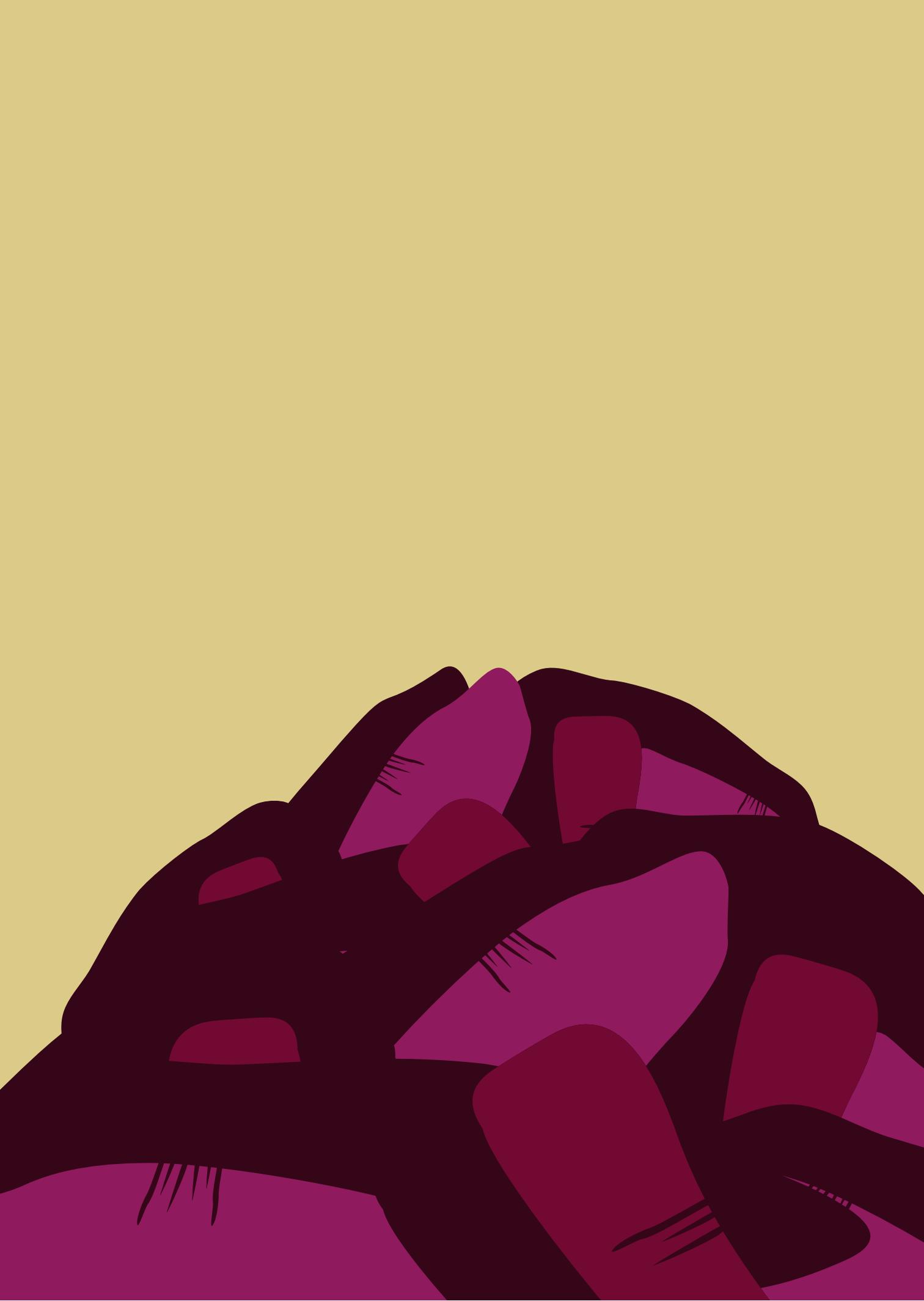


Es ingeniero agrónomo egresado de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (1976). Realizó estudios de posgrado en la Universidad de Georgia (EUA), donde alcanzó los grados de M Sc (1989) y PH D (1991).

Actualmente es investigador del Grupo Ingeniería de Cultivos de la Estación Experimental Agropecuaria San Pedro (Buenos Aires, Argentina) del INTA. Fue coordinador del Área de Investigación y director (interino) de dicha unidad. Desde 1992 es responsable de la investigación sobre el cultivo de batata, centrando su actividad en el mejoramiento genético.

Ha coordinado varios proyectos de investigación a nivel nacional. Reúne más de 100 trabajos entre libros, otras publicaciones y presentaciones en congresos de la especialidad, nacionales e internacionales. Ha patrocinado la inscripción de cuatro cultivares de batata (Colorado INTA, Gringo INTA, Criolla INTA, y Boni INTA).

Ha sido docente invitado en la Maestría en Horticultura, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo. Es integrante del comité editorial del Journal of Plant Nutrition ●



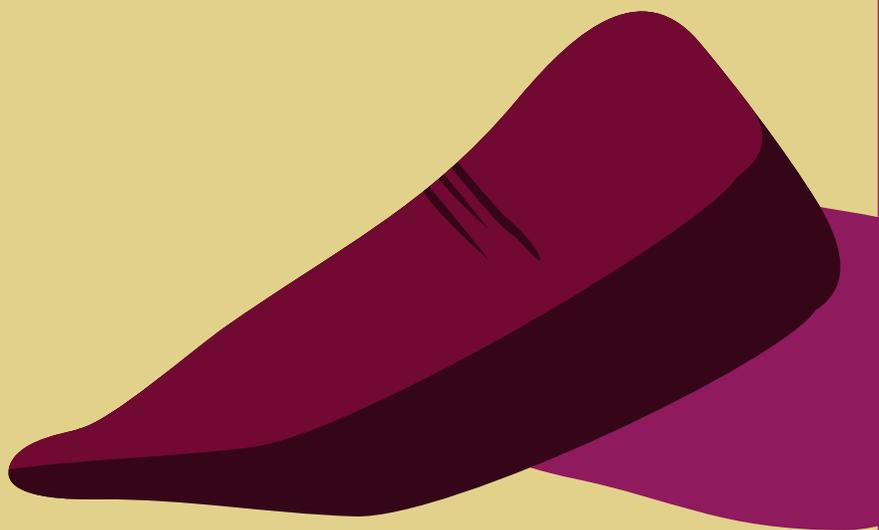
La **Asociación Argentina de Horticultura (ASAHO)**, principal institución responsable de la promoción del conocimiento de las hortalizas, se ha propuesto elaborar una serie de fascículos bajo la denominación Colección Horticultura Argentina, destinados a la enseñanza de la especialidad en el país. A esta iniciativa se sumó el **Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)**, que, a través de un convenio específico con la ASAHO, hace posible la edición de esta colección.

La misma está compuesta por fascículos de **Horticultura General** y **Horticultura Especial**. Estos se proponen como base para el estudio de cada tema, y tienen como autores y responsables de edición a los principales profesionales de organismos públicos y empresas privadas o mixtas, con gran experiencia en la materia. Ellos han donado sus derechos de autor para contribuir con los estudiantes y técnicos en el desarrollo de la actividad.

ASAHO e INTA desean que estos fascículos formen parte de la biblioteca de consulta de todos aquellos que abracen esta disciplina ●

Ing. Agr. Roberto Rodríguez
Coord. Editorial ASAHO

Ing. Agr. Carlos Parera
Coord. Editorial INTA



Capítulo 1..... 8**Generalidades**

Héctor R. Martí, Martín Ferrari, Graciela B. Corbino, Julieta Gabilondo

- 1.1. Taxonomía y relaciones filogenéticas
- 1.2. Importancia económico-social y zonas de cultivo
- 1.3. Características del sector
- 1.4. Valor alimenticio

Capítulo 2..... 13**Anatomía y morfología de los órganos involucrados en el manejo**

Héctor R. Martí

- 2.1. Tallos
- 2.2. Hojas
- 2.3. Raíces
- 2.4. Flores y frutos

Capítulo 3..... 20**Bases ecofisiológicas de la producción**

Héctor R. Martí

- 3.1. Ciclo de cultivo
- 3.2. Factores ambientales
- 3.3. Factores genéticos
- 3.4. Fisiología de la tuberización
- 3.5. Fisiología del estrés

Capítulo 4..... 29**Destino de la producción y cultivares**

Héctor R. Martí

- 4.1. Destino de la producción
- 4.2. Cultivares

Capítulo 5..... 35**Orientaciones para el manejo del cultivo**

Héctor R. Martí, Claudio Budde, Armando Constantino, Liliana D. V. Di Feo, Mariel S. Mitidieri, Gonzalo Segade, Julieta Gabilondo

- 5.1. Preparación del suelo
- 5.2. Producción de material de propagación
- 5.3. Trasplante
- 5.4. Manejo del riego
- 5.5. Manejo de las plagas animales
- 5.6. Manejo de las enfermedades fúngicas y bacterianas
- 5.7. Manejo de las enfermedades causadas por virus

- 5.8. Manejo de las malezas
- 5.9. Manejo de la cosecha y la poscosecha
- 5.10. Producción de batata para semilla

Capítulo 6..... 78

Tipificación, empaque y comercialización

Héctor R. Martí

- 6.1. Tipificación
- 6.2. Empaque
- 6.3. Comercialización

Capítulo 7..... 81

Calidad

Héctor R. Martí

- 7.1. Composición química
- 7.2. Calidad nutritiva
- 7.3. Calidad culinaria
- 7.4. Calidad funcional

Capítulo 8..... 90

Procesamiento e industrialización

Héctor R. Martí , Julieta Gabilondo

- 8.1. Productos a partir de batata en trozos
- 8.2. Dulces, jaleas, y caramelos
- 8.3. Harina y preparados en polvo
- 8.4. Productos de panificación
- 8.5. Alimentos para mascotas
- 8.6. Bebidas
- 8.7. Purés, salsas, y condimentos
- 8.8. Helados
- 8.9. Almidón y derivados
- 8.10. Biocombustibles
- 8.11. Bioplásticos

Capítulo 9..... 96

Misceláneas

Héctor R. Martí , Julieta Gabilondo

- 9.1. Nombres
- 9.2. La batata como techo verde
- 9.3. Batatas al espacio
- 9.4. Cuestión de género
- 9.5. La batata más grande

Bibliografía..... 99

Generalidades

Héctor R. Martí, Martín Ferrari, Graciela B. Corbino, Julieta Gabilondo

1.1. Taxonomía y relaciones filogenéticas

La batata (*Ipomoea batatas* L (Lam.)) pertenece a la familia de las Convolvuláceas. Tiene 90 cromosomas y es la única hexaploide de la familia. Dentro del género *Ipomoea* se encuentran especies diploides y tetraploides. Algunos autores favorecen la hipótesis de que es un autopoliploide derivado de *Ipomoea trifida*, mientras que otros se inclinan por la que postula que es un alopoliploide, con dos genomas homólogos y un tercer genoma homeólogo. La poliploidía y el elevado número de cromosomas, sumado a la autoincompatibilidad e incompatibilidad cruzada entre distintos genotipos limitan el mejoramiento genético del cultivo.

En el género *Ipomoea* se han reportado dos grupos de compatibilidad. *Ipomoea batatas* se encuentra ubicada (junto con *Ipomoea trifida* e *Ipomoea litoralis*) en el grupo de las autoincompatibles y de hecho es considerada una especie altamente autoincompatible. Sin embargo existen diferencias varietales entre dichas especies para este carácter, habiéndose reportado algunas variedades autocompatibles. Las autoincompatibilidades e incompatibilidades cruzadas en batata inhiben el progreso del mejoramiento pues padres con caracteres deseados pueden pertenecer a un mismo grupo de incompatibilidad, y por lo tanto, no ser capaces de producir semillas viables cuando son cruzados.

La autoincompatibilidad es una estrategia reproductiva que aparece en muchas familias vegetales, a fin de evitar la autofecundación y promover el cruzamiento exogámico, manteniendo de esta manera la diversidad genética en las poblaciones. La batata presenta un sistema de autoincompatibilidad homomórfico esporofítico. Homomórfico significa que no depende de la morfología del estilo y los estambres. A pesar de que manifiesta heterostilia (diferente longitud de estilos y estambres), esta no está asociada a la expresión de incompatibilidad y por lo tanto no afecta a su fertilidad. Esporofítico significa que el sistema de incompatibilidad está determinado por el genotipo del esporofito (la planta). Se pueden distinguir en la especie tres tipos de cruzamientos compatibles dependiendo del éxito de la fertilización: fertilidad recíproca (la polinización ocurre en ambos sentidos), incompatibilidad recíproca (hay incompatibilidad en ambas direcciones) e incompatibilidad unilateral (solo la polinización prospera cuando el genotipo en cuestión es usado como femenino y no como

masculino, y viceversa). La presencia de la incompatibilidad unilateral indica la existencia de relaciones de dominancia entre alelos involucrados en el control de la autoincompatibilidad. Además la compatibilidad cruzada o la incompatibilidad entre genotipos están determinadas por los genes dominantes presentes. Por lo tanto todos los cruzamientos son fértiles excepto aquellos que tengan un gen dominante en común.

La batata también presenta problemas de esterilidad, que se da cuando la planta no es capaz de producir gametas normales y viables. Se sugiere que la causa del problema de esterilidad en batata recae sobre la naturaleza de su biología floral. El cultivo es hexaploide con 90 cromosomas. A pesar de que los cromosomas se aparean normalmente, ocurren considerables asociaciones secundarias, lo que indica que existe una homología parcial entre los genomas del cultivo. Así es que las gametas no siempre llevarán una dotación balanceada de material cromosómico. La baja germinación de las semillas y la debilidad de las plántulas podrían ser causadas por dichos desbalances. La esterilidad puede también ser ocasionada por factores tales como anomalías cromosómicas o acción génica (genes de esterilidad), los cuales pueden surgir debido a mutaciones espontáneas. También puede ser causada por una desorientación del tubo polínico o impedida por fallas en la unión estigma – estilo o estilo – ovario, donde el pasaje del tubo polínico es mecánicamente difícil.

1.2. Origen y distribución geográfica

La batata es una planta de origen americano. Si bien no se sabe exactamente el lugar de origen, se postula que este estaría entre la zona de Yucatán (México), y el río Orinoco en Venezuela. En esa región se halla la mayor diversidad genética de esta especie. Otra hipótesis es que el centro de origen está en los territorios actuales de Perú y Ecuador. Es una de las primeras plantas en ser domesticadas por el hombre. Hay evidencias de restos de batatas en el Perú de 8.000 a 10.000 años atrás. Era cultivada por los mayas y los incas. De América la batata se difundió a Oceanía probablemente en tiempos prehistóricos a través de navegantes polinesios al regresar de Sudamérica (Línea kumara, Figura 1.1). Esto explicaría los nombres similares que tiene la batata para los quechuas de Perú, "cumar", y como se la denomina en Nueva Zelanda, "kumara". Se han hallado restos de batatas carbonizadas en Nueva Zelanda que datan de 1000 años atrás. Colón la llevó a Europa al regreso de sus viajes en el siglo XV (Línea batata, Figura 1.1), y de Europa exploradores portugueses la llevaron a África, India y al sudeste asiático en el siglo XVI. En ese siglo también la batata fue llevada por los españoles desde México a Filipinas (Línea camote, Figura 1.1).

1.3. Importancia económico-social y zonas de cultivo

En Argentina se plantan entre 10.000 y 12.000 ha de batata. Esta hortaliza es importante económicamente en algunas comunidades donde los productores se han especializado en su cultivo, como las zonas de San Pedro (Buenos Aires), Jesús María (Córdoba), Romang (Santa Fe), General Belgrano, El Espinillo, y General Güemes (Formosa), Bella Vista (Corrientes), Colonia Molina (Mendoza), la costa del Uruguay en Entre Ríos, y varias zonas en Tucumán. En

Figura 1.1.

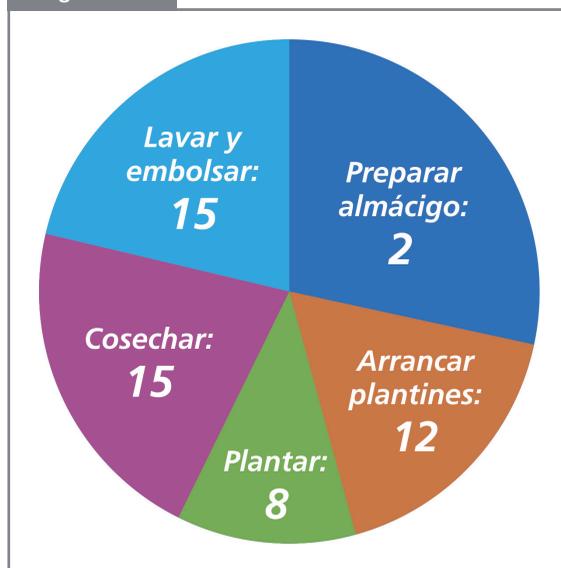


Centros de origen (en verde) y líneas de dispersión de la batata en el mundo (Elaborada a partir de datos de Roullier et al., 2013). Referencias: Línea "Kumara": dispersión por navegantes polinesios en tiempos prehistóricos. Línea "Camote": dispersión por galeones españoles alrededor de 1520. Línea "Batata": dispersión por navios portugueses via África y las Molucas, alrededor de 1500. —> Evento principal - - -> Evento secundario.

esas zonas es importante por la mano de obra que demanda, especialmente para la cosecha y el lavado de la producción. Se estima que a lo largo del año se necesitan aproximadamente 52 jornales por hectárea, incluyendo el lavado y embolsado de la producción (Figura 1.2.). También es un cultivo muy importante en las huertas familiares en muchas comunidades del norte del país (Chaco, Formosa, Tucumán, Corrientes), donde es cultivada para autoconsumo.

La producción de batata en la Argentina está principalmente a cargo de pequeñas y medianas empresas, en su mayoría familiares. Existen unas pocas empresas grandes, que plantan 100 o más hectáreas, y tienen equipamiento e instalaciones para el lavado, almacenamiento y transporte. Venden

Figura 1.2.



Mano de obra (jornales/ha) que demanda el cultivo de batata.

su producción especialmente a grandes cadenas de supermercados, y en segundo término en el Mercado Central de Buenos Aires. Estos productores funcionan también como acopiadores, comprando a otros productores para ofrecer batata todo el año. Los productores medianos y pequeños generalmente no tienen instalaciones de lavado, y venden su producción “en chacra”, con la cosecha a cargo del comprador. Solo una pequeña fracción contrata el servicio de lavado.

Más del 90 % de la producción es para consumo fresco, y el resto para la fabricación de dulce principalmente, y una ínfima porción va para procesado como bastones listos para freír, o como chips fritos. La exportación es incipiente, y representa una enorme oportunidad para toda la cadena de la batata, dado que el comercio internacional de ese producto viene creciendo sostenidamente desde hace más de 10 años. Argentina debe resolver algunos problemas tecnológicos que afectan a la calidad del producto y poder así acceder a los mercados internacionales, como el manejo poscosecha y el control de plagas y enfermedades.

1.4. Valor alimenticio

La batata es reconocida como fuente de alimento humano y animal. Se puede aprovechar tanto la raíz como el follaje en fresco. También se utiliza como materia prima para la industria. Es una fuente económica de hidratos de carbono (25-30 %) y un alimento saludable debido a varios de sus componentes, entre ellos la fibra dietaria que actúa previniendo el cáncer de colon. Existen diferentes colores de pulpa las cuales difieren en su composición química. Mientras las de color púrpura poseen mayor contenido de fenólicos y antocianinas, las amarillas y anaranjadas son más ricas en carotenos. Por tal motivo se consideran funcionales.

Los compuestos fenólicos y las antocianinas son moléculas antioxidantes con valor farmacéutico, que actúan como protectores en la prevención y tratamiento de enfermedades crónicas. Los carotenoides, tales como β -caroteno, son fuente de provitamina A, compuesto que en el organismo humano se transforma en vitamina A. Solo 125 g de raíces frescas de la mayoría de las variedades de pulpa naranja contienen suficiente β -caroteno para proporcionar la dosis diaria de provitamina A a un niño en edad preescolar. Su biodisponibilidad en las batatas es superior a la de la zanahoria y vegetales de hojas verdes.

Casi todos los cultivares son excelente fuente de vitaminas C, B2, B6 y E, así como de potasio, cobre, manganeso, y hierro. Se menciona su efecto antidiabético y sus bajos tenores en grasa y ausencia de colesterol. Las proteínas, aunque moderadas (1,7 %), tienen un perfil de aminoácidos muy adecuado para su aprovechamiento, y son ricas en metionina, un aminoácido normalmente escaso en el reino vegetal.

Las propiedades nutricionales y funcionales de la batata varían significativamente entre los distintos cultivares. Por lo tanto, los productos elaborados a partir de estos difieren en calidad nutritiva y funcional, lo que hace necesario evaluar cultivares que se adapten al proceso de elaboración de cada producto de interés. Generalmente, en la Argentina la batata se consume asada, al horno, hervida o frita, o en el típico dulce que constituye un postre, aunque en el mundo posee varios otros usos. Las hojuelas o chips fritos, similares a los fa-

bricados con papa, son un producto muy difundido en varios países. A partir de batata se pueden obtener harinas con las cuales se fabrican panes, con el atractivo que contienen un mayor valor nutritivo que los elaborados con harina de trigo. Si bien el carecer de gluten puede resultar un inconveniente para este propósito, podrían ser adecuadas para celíacos o personas que padecen algún otro tipo de alergias al trigo. Deshidratada como harina o en pequeños trozos puede utilizarse para integrar sopas y comidas para niños. En Japón, donde la batata se utiliza principalmente como materia prima para almidón, se aprovechan los residuos de la industria, como fibra dietaria con funciones fisiológicas. Esta cultura por años ha utilizado la batata en el tratamiento de la diabetes y otras enfermedades. En dicho país, con batatas de pulpa morada, se elaboran productos tales como jugos, cervezas y colorantes para alimentos. El Shochu, un licor tradicional, se fabrica utilizando variedades de batata ricas en antocianinas y carotenos, las cuales les otorgan sabores frutales no hallados en la bebida tradicional. Las raíces también pueden ser usadas en la obtención de productos de fermentación tales como: vino, etanol, ácido láctico, acetona y butanol.

Anatomía y morfología de los órganos involucrados en el manejo

Héctor R. Martí

La batata es una especie perenne, cultivada como anual, y de hábito de crecimiento erecto, semierecto o prostrado, este último es el más común. Se la cultiva por sus raíces de reserva engrosadas ("batatas", "camotes").

2.1. Tallos o "guías"

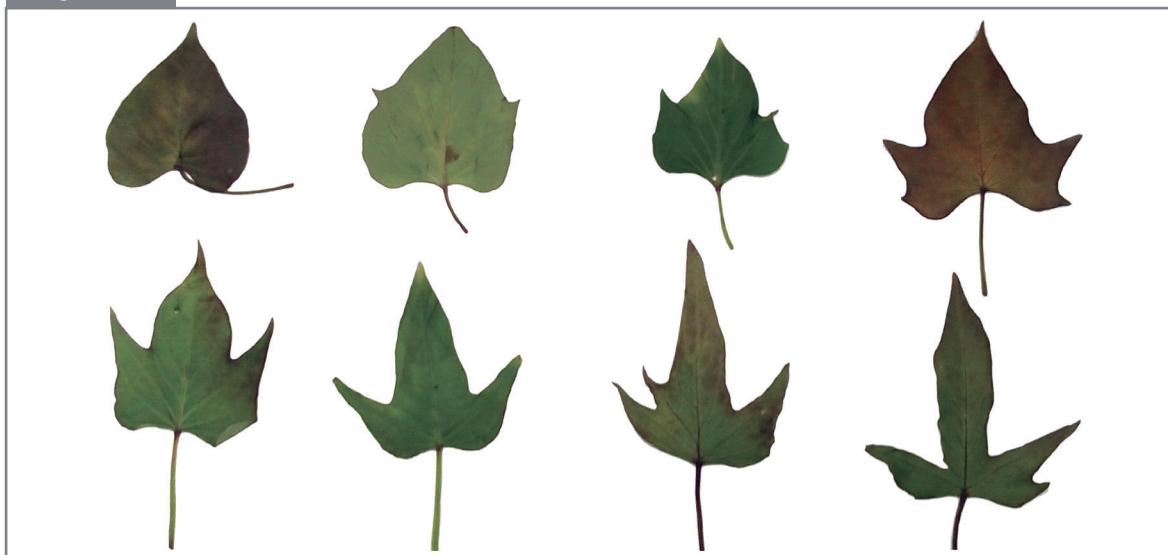
Los tallos, llamados comúnmente "guías", se expanden generalmente de manera horizontal sobre el suelo, son cilíndricos y de longitud variable de acuerdo al cultivar y a las condiciones ambientales. Generalmente tienen entre 50 cm y 2 m de longitud, aunque hay casos en que pueden llegar a 5 m. Son de 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. Presentan casi siempre ramificaciones primarias, secundarias y terciarias. El número total de ramificaciones varía entre 3 y 30 y depende del material genético y del ambiente. A menor densidad de plantación generalmente aumentan las ramificaciones, y también se inician antes. Alta disponibilidad de agua y de nitrógeno tienden también a aumentar las ramificaciones, mientras que los fotoperíodos largos las disminuyen.

En los nudos de los tallos se encuentran primordios radiculares capaces de emitir raíces adventicias con potencial de convertirse en batatas. Esos primordios se encuentran a ambos lados de donde se insertan las hojas, en número de 4 a 10 por nudo, dependiendo del cultivar. Esas estructuras aparecen tanto en hojas desarrolladas como en jóvenes y se originan en el procambium. Se pueden ver a simple vista como pequeñas protuberancias. Esos primordios también se forman en la zona del corte realizado para extraer la guía de la planta. Es importante que esos primordios no se dañen en el material que va a usarse para plantar, pues de su integridad depende el número de raíces que tendrá la planta y consecuentemente el rendimiento. Los primordios dañados pueden producir raíces, pero estas son tetrarcas en su estructura y no tienen potencial de producir batata. Generalmente los de las hojas más jóvenes aparecen más sanos y sin daño, lo que explicaría en parte por qué se obtiene mayor rendimiento cuando se utilizan los extremos apicales de las guías en comparación con material de plantación extraído de la parte media o basal.

2.2. Hojas

Las hojas son simples y están arregladas en espiral sobre los tallos. La batata presenta una gran diversidad de formas de hoja. Básicamente se reconocen siete: redondeada, reniforme (forma de riñón), cordada (forma de corazón), triangular, hastada (con tres lóbulos con el central en forma de lanza con los lóbulos basales más o menos divergentes), lobulada, y casi dividida (Figura 2.1). Incluso dentro de una misma planta, en algunos cultivares las hojas varían su forma a medida que se desarrolla la planta (Figura 2.2.).

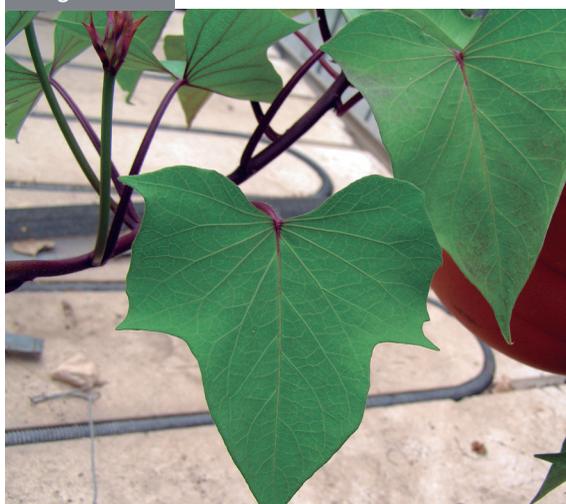
Figura 2.1.



Algunas de las diversas formas de hoja de la batata. Fotografía: Héctor Martí.

El color predominante de las hojas es verde en sus distintas tonalidades. Muchos cultivares presentan las hojas jóvenes de color morado. Al igual que los tallos, las hojas pueden ser glabras o pubescentes. Las nervaduras son palmadas, de color verde o morado, o de una combinación de ambos colores. Los pecíolos también son de longitud variable entre 6 y 33 cm. A medida que se desarrolla la planta los pecíolos de las hojas nuevas son más largos, de manera que las hojas jóvenes son las que interceptan la mayor cantidad de luz y sombrean a las más viejas. Los pecíolos también tienen la habilidad de crecer girando de manera de interceptar la mayor cantidad de radiación posible.

Figura 2.2.



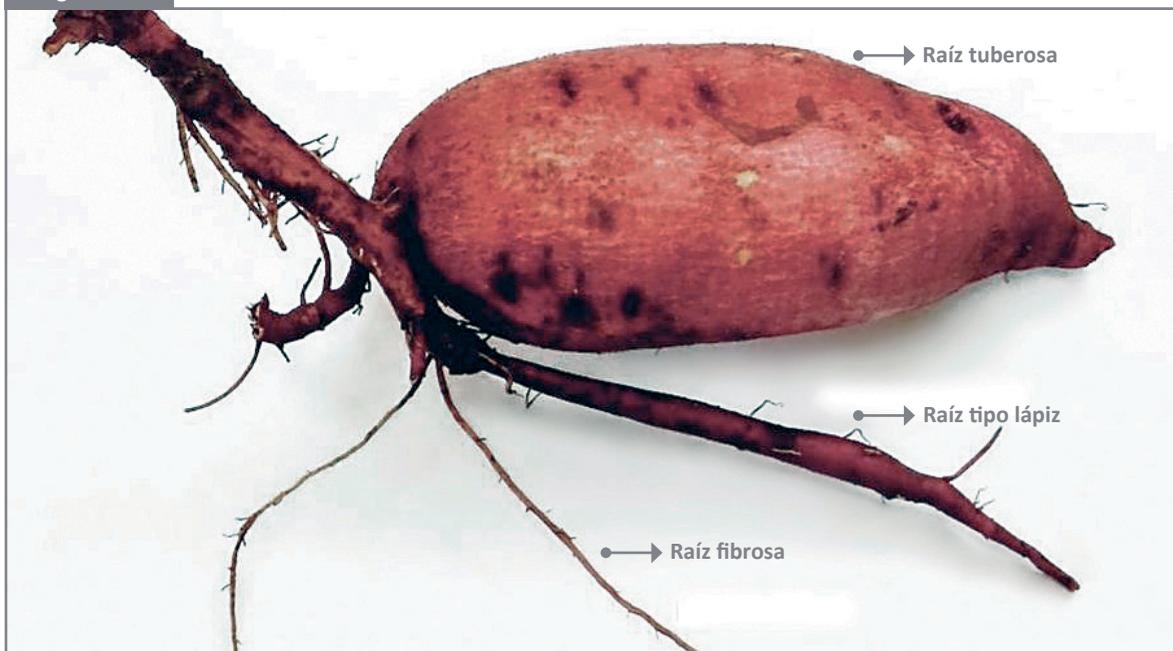
Dimorfismo foliar en batata "Colorado INTA".
Fotografía: Héctor Martí.

La cantidad de hojas por planta varía entre 60 y 300. La caída de hojas es normal, y la planta pierde aproximadamente el 50 % de sus hojas. Antes de caer los nutrientes son removidos de las hojas, de manera que disminuye el peso específico de la hoja (varía entre 2 y 4 g.cm⁻²).

2.3. Raíces

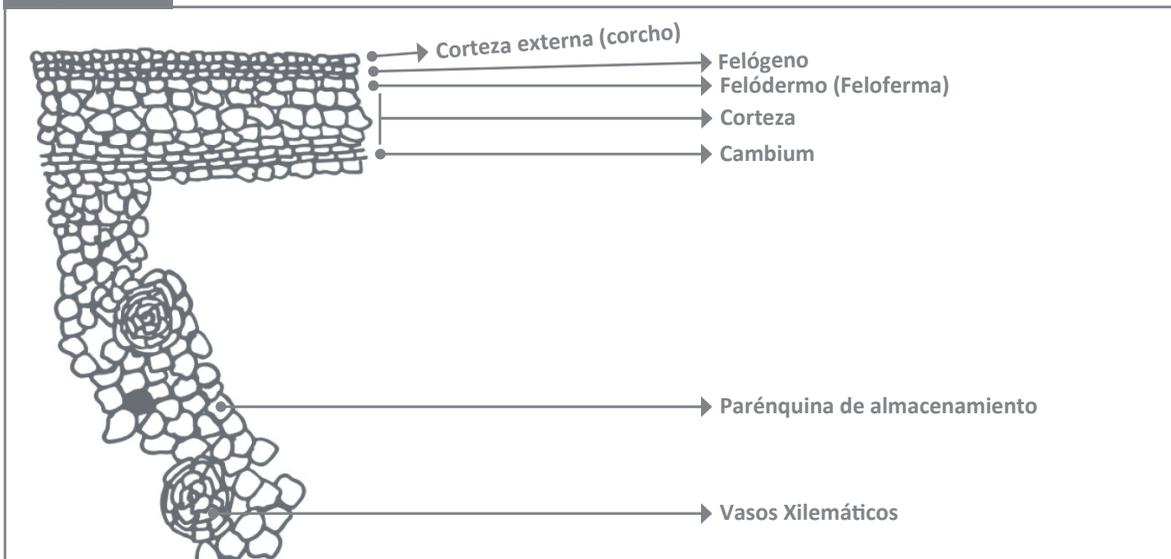
El sistema radicular de la batata consta de distintos tipos de raíces, y su nomenclatura varía con los distintos autores. Básicamente hay tres tipos de raíces: fibrosas o finas, levemente engrosadas o tipo lápiz, y reservantes o tuberosas, que son las batatas (Figura 2.3). Las fibrosas son las que primero aparecen, son finas, muy ramificadas, son tetrarcas en su anatomía, con elementos xilemáticos ocupando el centro de la raíz. Estas raíces cumplen la función de absorción de agua y nutrientes, y no tienen potencial de convertirse en raíces de reserva. Las raíces levemente engrosadas o tipo lápiz son pentarcas, hexarcas o heptarcas en estructura, y con la región central ocupada por tejido parenquimático. Si bien muestran cierto tipo de engrosamiento, y potencialmente podrían haberse convertido en raíces de reserva por factores ambientales como exceso de nitrógeno, falta de oxígeno o temperaturas inadecuadas, o por su posición en la planta, no se desarrollan como tales. Las raíces de reserva tienen inicialmente la misma estructura que las raíces tipo lápiz, pero luego si las condiciones son favorables, engrosan hasta formar las batatas. Ese engrosamiento se debe a la acción de un cámbium anómalo que aparece alrededor de los vasos xilemáticos, y que genera tejido parenquimático rico en almidón. De esa manera quedan los vasos xilemáticos dispersos en la masa de parénquima (Figura 2.4).

Figura 2.3.



Tipos de raíces de la batata. Fotografía: Héctor Martí.

Figura 2.4.



Anatomía de la raíz tuberosa. Dibujo de Carla Chiandussi, adaptado de: Woolfe, 1992. *Sweetpotato, an untapped food resource*. International Potato Center and Cambridge University press.

Desde el punto de vista morfológico, en la raíz de reserva se distinguen: a) el extremo proximal que la une al tallo mediante un pedúnculo y en el cual se encuentran muchas yemas adventicias de donde se originan los brotes, b) una parte central engrosada, y c) el extremo distal o cola (Figura 2.3.).

Las yemas adventicias localizadas en las partes central y distal brotan más tardíamente que aquellas localizadas en el extremo proximal.

Las batatas 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. En otros cultivares, las raíces reservantes se forman a una distancia considerable del tallo y pueden ser dispersas o muy dispersas (Figura 2.5). Este tipo de distribución de raíces no es el más adecuado, pues dificulta la cosecha.

La superficie de las raíces reservantes generalmente es lisa, pero algunos cultivares muestran defectos tales como "piel de cocodrilo", venas prominentes, constricciones horizontales y hendiduras longitudinales o surcos (Figura 2.6). Sobre la superficie se encuentran las lenticelas, que en algunos cultivares se destacan sobre la superficie, especialmente cuando la batata sufre algún período de anegamiento.

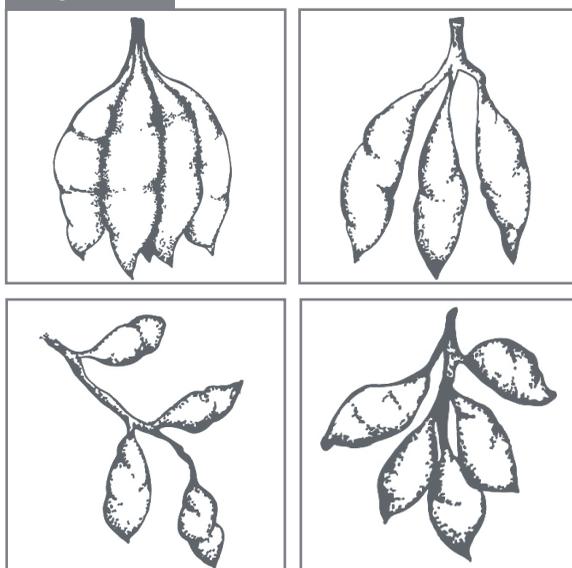
La batata presenta diversidad de colores de piel y pulpa. La piel puede ser blanca, cremosa, cobre o morada en distintas tonalidades. La pulpa presenta colores blanco, crema, amarillo, anaranjado y morado (Figura 2.7).

Figura 2.6.



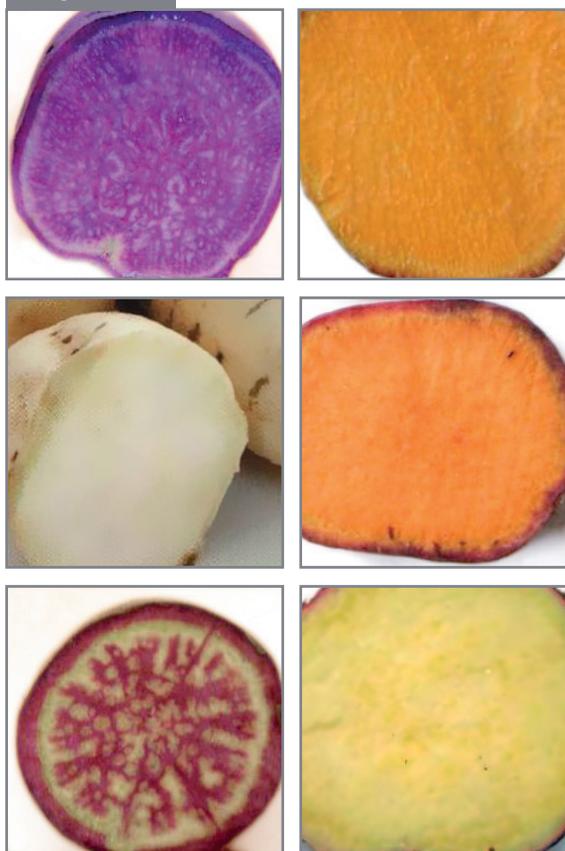
Batata defectuosa con venas. Fotografía: Héctor Martí.

Figura 2.5.



Tipos de agrupamiento de las batatas en la planta.
Dibujo de Carla Chiandussi.

Figura 2.7.



Diversidad de colores de pulpa de la batata.
Fotografía: Héctor Martí.

Figura 2.8.



Flor de batata mostrando sus partes.
Fotografía: Héctor Martí.

2.4. Flores y frutos

La flor de la batata es la típica “campanilla” de la familia Convolvulaceae. La corola tiene cinco pétalos soldados que forman un tubo, generalmente de color lila o lavanda, de entre 28 y 63 mm de altura y 26 a 56 mm de diámetro (Figura 2.8).

En la base de la corola hay dos glándulas de color amarillo y que segregan un néctar que atrae a los insectos. Los sépalos también son cinco, dos exteriores y tres interiores. Posee cinco estambres soldados en la base. Según los clones, pueden ser más largos o más cortos que el estilo. Las anteras son amarillas, lilas o blancas, y tienen dehiscencia longitudinal. El ovario es súpero. Dos carpelos unidos forman el pistilo. Hay dos ovarios con 2 óvulos cada uno, por lo que el número máximo de semillas por fruto es 4, aunque por lo general se obtienen menos. El estilo es relativamente corto, y el estigma es bilobulado. El pedúnculo es corto.

Las flores, que pueden ser solitarias o agrupadas en cimas, se abren por la mañana y duran solo un día. La polinización es entomófila. Los cultivares de batata difieren en su hábito de floración. Bajo condiciones normales en el campo, algunos cultivares no florecen, otros producen muy pocas flores y otros florecen muy profusamente. En nuestro país la mayoría de los clones cultivados no florecen en condiciones normales de cultivo. Para los trabajos de mejoramiento se recurre a técnicas para inducir la floración, como: tutorado, injerto y fotoperíodo corto. La floración no incide en el rendimiento.

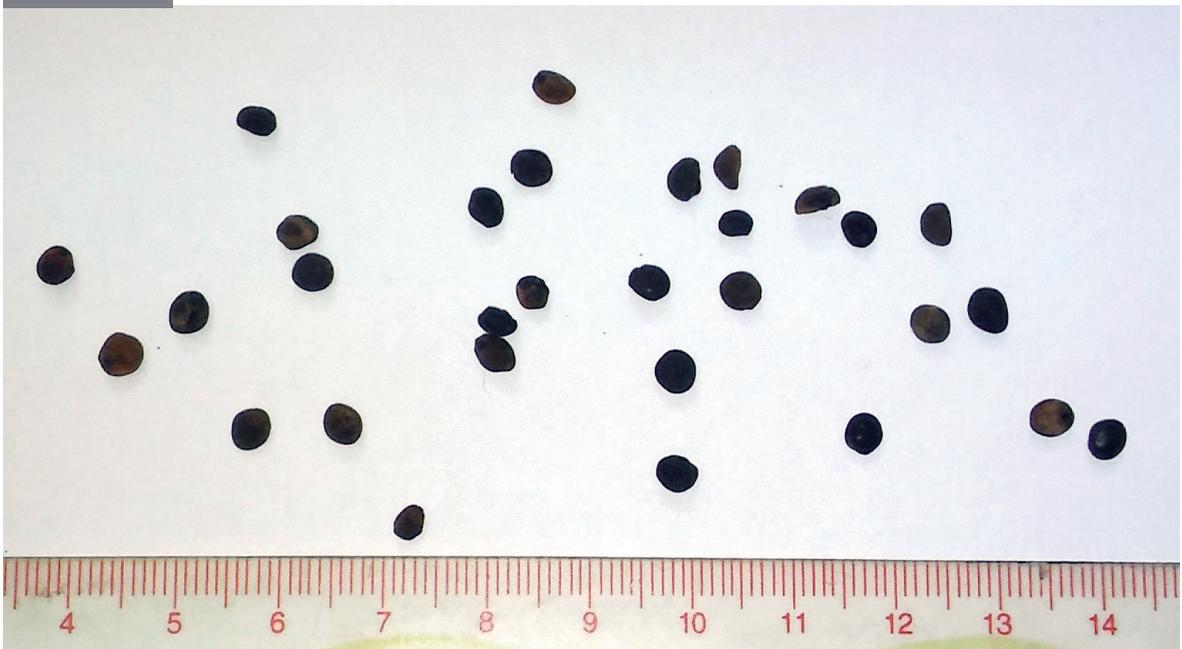
Los frutos de la batata son cápsulas globosas, de color verde o morado cuando inmaduras, y marrón al madurar (Figura 2.9). Terminan en una punta fina). Las semillas son redondeadas o angulosas, de color oscuro, y miden unos 3 mm. Presentan tegumentos impermeables que obligan a escarificarlas para que germinen (Figura 2.10).

Figura 2.9.



Cápsulas inmaduras (izquierda) y maduras (derecha) de batata. Fotografía: Héctor Martí.

Figura 2.10.



Semillas de batata (escala en cm).
Fotografía: Héctor Martí.

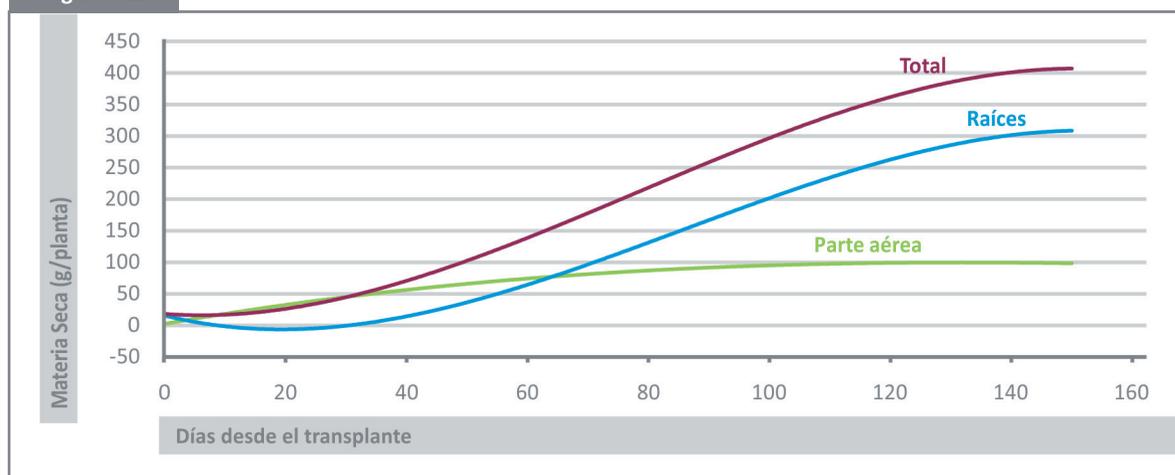
Bases ecofisiológicas para la producción

Héctor R. Martí

3.1. El ciclo de la planta

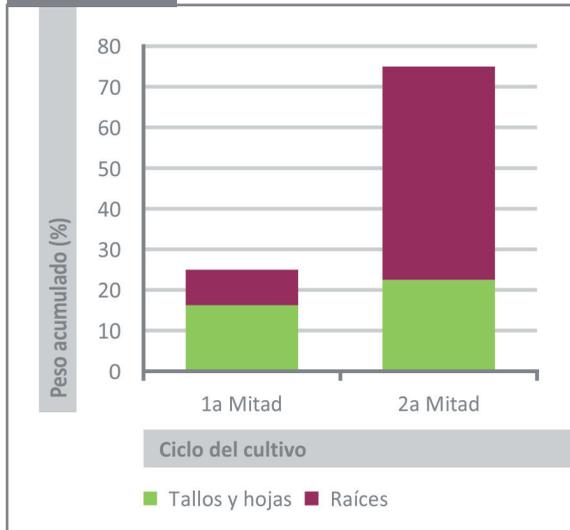
La batata tiene tres fases de crecimiento (Figura 3.1). En la primera fase o implantación (desde el inicio del cultivo hasta alrededor de 15 días después de la plantación) se produce el crecimiento radicular y se desarrollan raíces adventicias que fijan la planta al suelo. La parte aérea solo tiene un moderado crecimiento. En esta fase se define el número final de batatas, que depende para cada cultivar de las condiciones ambientales: si estas son adecuadas y no se dañan los primordios radiculares localizados en los nudos, el número de batatas será alto. En la segunda fase o de crecimiento foliar se registra un mayor crecimiento de la parte aérea sobre la radicular, y comienza la formación de las batatas. Comprende el período desde el fin de la primera fase hasta la mitad del ciclo aproximadamente. La tercera fase es la de formación de las batatas o engrosamiento de las raíces de reserva, y se completa en la última mitad del ciclo del cultivo. El ciclo total del cultivo es variable según cultivares y se desarrolla entre 90 y 150 días. Aproximadamente y según los cultivares, se puede afirmar que en la primera mitad del ciclo la planta acumula alrededor del 25 % de su peso final, con el 60 a 70 % destinado a follaje y el resto a la parte radicular. Estas proporciones se invierten en la segunda mitad del ciclo, en el que la planta acumula el 75 % de su peso final (Figura 3.2).

Figura 3.1.



Fases del crecimiento del cultivo de batata. Elaborado con datos de Scott, L.E.; Bouwkamp, J.C., 1974.

Figura 3.2.



Distribución del peso acumulado de la planta de batata en la parte aérea y la parte radicular en la primera y segunda mitades del ciclo de crecimiento. Elaborado con datos de Scott, L.E.; Bouwkamp, J.C., 1974.

3.2. Factores ambientales

La batata es un cultivo muy rústico que se adapta a una amplia gama de situaciones ambientales. Esto se debe en gran parte a que lo que se cosecha es una raíz engrosada, que continúa creciendo si se dan las condiciones apropiadas. Esto hace que no dependa de un punto de madurez óptimo para su cosecha. La batata puede “esperar” una lluvia o condiciones favorables de temperatura para seguir creciendo. Los principales factores ambientales que inciden en el crecimiento y desarrollo de la batata son:

3.2.1. Temperatura

La batata es de origen subtropical, por lo que es sensible a las heladas. Necesita al menos 5 meses libres de heladas. Requiere una temperatura promedio de 24 °C, y alternancia de temperaturas entre el día y la noche para su máximo rendimiento (noches frescas). La temperatura nocturna parece ser el factor más importante para el crecimiento de las batatas, probablemente porque la translocación es máxima durante la noche. Si la temperatura se mantiene alta (más de 24 °C) durante la noche aumenta la respiración y se pierde materia seca. Además, temperaturas altas nocturnas promueven el crecimiento de la parte aérea y disminuyen el crecimiento de las batatas. Por debajo de los 10 °C deja de crecer, por eso no es recomendable implantar el cultivo con temperaturas de suelo por debajo de 14-16 °C. La temperatura del suelo también es importante para el crecimiento y desarrollo. Temperaturas de suelo de entre 20 y 30 °C promueven la formación de raíces tuberosas, mientras que temperaturas de 15 °C resultan en crecimiento de raíces fibrosas. Temperaturas de suelo mayores a 30 °C promueven el crecimiento de la parte aérea y disminuyen el crecimiento de las batatas.

3.2.2. Agua

Se obtienen óptimos rendimientos con 750 a 1000 mm de lluvia anuales, con 500 mm durante la estación de crecimiento. Los requerimientos óptimos de humedad de suelo se encuentran entre un 50 al 70 % de capacidad de campo. Tolerancia la sequía, pero la humedad es crítica en la implantación porque en ese momento se define la iniciación de los primordios de raíces tuberosas y el número de batatas que tendrá la planta. La falta de agua puede dañar esos primordios y como consecuencia bajará el número de batatas de la planta. El otro período crítico es al inicio de la tuberización (formación de las raíces de reserva). Un déficit de agua durante la tuberización afectará el tamaño, pero no el número de batatas de la planta.

3.2.3. Suelo

La batata se adapta a distintos tipos de suelos. Generalmente en suelos de textura liviana la forma y la apariencia de las batatas son mejores que las que se obtienen en suelos pesados. Para un óptimo rendimiento son importantes tanto las propiedades físicas como las químicas del suelo. Dentro de las primeras, la estructura es fundamental, pues la batata necesita suelos bien oxigenados para que se formen. Por su requerimiento de oxígeno, la batata es poco tolerante al anegamiento. Es un cultivo moderadamente sensible a la salinidad. El límite de conductividad eléctrica (CE) del suelo por sobre el cual puede haber daño en batata es de 1,5 mS.cm⁻¹. A partir de ese umbral se observan disminuciones de rendimiento a medida que aumenta la CE. Con una CE de 6 mS.cm⁻¹ se puede esperar una pérdida del 50 % del rendimiento.

3.2.4. Nutrientes

Desde el punto de vista químico la batata no es exigente en condiciones de pH: se comporta bien en un rango de 4 a 7. Tampoco es exigente en fertilidad. Produce rendimientos más que aceptables en suelos donde otros cultivos no prosperan a menos que se los fertilice. Hay dos elementos clave en la nutrición del cultivo: N y K. Exceso de N favorece el desarrollo de la parte aérea (la planta "se va en vicio") en detrimento de las raíces. Por eso no es apropiado utilizarla como cabeza de rotación, por ejemplo, suceder a un período con pasturas, ni abonar con estiércoles o compost que generalmente tienen mucho N, salvo que se agregue K para balancear. El K es necesario para el transporte de los fotosintatos que engrosarán las raíces y formarán las batatas. En general la relación entre K disponible y N disponible debe ser igual o mayor a 2:1. Generalmente, por debajo de 100 ppm de K disponible hay respuesta a la fertilización con ese elemento. Con respecto al P, por debajo de 1-2 ppm (por el método de Bray) puede esperarse respuesta a la fertilización. Basándose en las cantidades de nutrientes que extrae un cultivo de batata según su rendimiento (Tabla 3.1) se pueden determinar dosis de fertilizante tentativas para evaluar en distintas situaciones de fertilidad de suelo.

Tabla 3.1.	Rendimiento			Rendimiento	
Nutriente	17 t/ha	20 t/ha	Nutriente	17 t/ha	20 t/ha
Nitrógeno	74	87	Hierro	0.23	0.27
Fósforo	13	15	Boro	0.10	0.12
Potasio	127	150	Manganeso	0.25	0.29
Calcio	23	27	Zinc	0.09	0.105
Magnesio	9	10.5	Cobre	0.05	0.06
Azúfre	6	7	Molibdeno	0.008	0.009

Extracción de nutrientes (kg.ha⁻¹) de un cultivo de batata según rendimiento. Fuente: Ames, T.; Smit, N.E.J.M.; Braun, A.R.; O'Sullivan, J.R.; Skoglund, L.G. 1997.

Por medio de análisis de hojas maduras recientemente desarrolladas a la mitad del ciclo se puede conocer el estado nutricional del cultivo (Tabla 3.2.). También a través del análisis de pecíolos (6.^a hoja a partir del ápice) a la mitad del ciclo del cultivo se puede conocer si los niveles de nitratos fosfatos y potasio son los adecuados (Tabla 3.3.).

Tabla 3.2.	Niveles		
	Elemento	Bajo	Normal
N (%)	3,00 – 3,29	3,30 – 4,50	>4,50
P(%)	0,20 – 0,22	0,23 – 0,50	>0,50
K(%)	0,28 – 3,00	3,10 – 4,50	>4,50
Ca(%)	0,50 – 0,69	0,70 – 1,20	>1,20
Mg(%)	0,30 – 0,34	0,35 – 1,00	>1,00
B (ppm)	20 - 24	25 – 75	>75
Fe(ppm)	30 - 39	40 – 100	>100
Mn(ppm)	30 – 39	40 – 250	>250
Zn(ppm)	18 - 19	20 - 50	>50

Niveles bajos, normales, y excesivos de nutrientes en hojas maduras recientemente desarrolladas de batata a la mitad del ciclo del cultivo. Fuente: Benton Jones Jr., J.; Wolf, B.; Mills, H.A. 1991.

Tabla 3.3.	NO ₃ -N (ppm)		PO ₄ -P (ppm)		K (%)	
	Deficiente	Suficiente	Bajo	Suficiente	Deficiente	Suficiente
Niveles	<1.500	>2.500	>1.000	>2.500	>3	>5

Niveles de deficiencia y suficiencia de nitratos, fosfatos y potasio en pecíolos de la 6,ª hoja de plantas de batata a la mitad del ciclo del cultivo. Fuente: Benton Jones Jr., J.; Wolf, B.; Mills, H.A. 1991.

3.2.5. Radiación y fotoperíodo

En general puede decirse que la batata necesita intensidad de luz relativamente alta, y que los días cortos promueven la formación de la raíz tuberosa, pero este tipo de respuestas varía mucho con los diferentes cultivares. Se ha comprobado que algunas variedades seleccionadas en regiones con fotoperíodo corto (Perú) no forman batatas cuando se las planta en zonas como la de San Pedro (Buenos Aires, Argentina), que tiene un fotoperíodo más largo. También se han registrado diferencias entre variedades en cuanto a la tolerancia al sombreado.

3.2.6. Humedad relativa (HR)

A igualdad de otras condiciones, generalmente con baja HR los rendimientos son más bajos, pues se afecta la conductividad estomática. En esa situación la planta cierra los estomas para evitar pérdida de agua, y eso afecta la entrada de dióxido de carbono, con la consiguiente disminución de la fotosíntesis.

3.3. Factores genéticos

Existen diferencias genéticas entre clones de batata que hacen que, ante las mismas condiciones ambientales, el comportamiento de esos clones sea diferente. Esas diferencias se manifiestan en características de interés tales como el índice de cosecha (relación entre el peso de la parte aérea y el de las raíces tuberosas), el número de raíces tuberosas, la capacidad de translocación, la captación de nutrientes, la adaptación a situaciones de estrés y los patrones de tuberización.

3.4. Fisiología de la tuberización

La tuberización o formación de las batatas es un proceso que depende de factores ambientales y genéticos que interactúan entre sí y definen el rendimiento del cultivo. El inicio de la tuberización es muy variable y depende generalmente de los cultivares, pudiendo ocurrir entre la semana 1 y 13 desde el trasplante. Aproximadamente a la mitad del ciclo del cultivo comienza el crecimiento sostenido.

Las raíces que pueden convertirse en batatas tienen anatomía pentarca, hexarca o septarca. La aparición de un cámbium anómalo alrededor de los vasos xilemáticos es fundamental para el inicio de este proceso. La activación de ese cámbium depende de factores ambientales. Si son favorables (relación K:N \geq 2:1, suelo bien oxigenado, bien estructurado y con adecuada humedad, temperaturas templadas (22-24 °C)) el cámbium se activa (tanto el normal como el anómalo) y las raíces comienzan a engrosar. Si no lo son, los tejidos se lignifican, no se forma el cámbium anómalo y el engrosamiento es muy pobre. Las llamadas raíces tipos "lápiz", que muestran cierto engrosamiento, se forman cuando la lignificación prevalece sobre la formación del cámbium. También se genera un cámbium anómalo en el parénquima secundario. La contribución de cada tipo de cámbium (normal, anómalo rodeando al xilema y anómalo en el parénquima) depende de cada cultivar. En los cultivares de alto rendimiento se nota mayor actividad del cámbium anómalo que en los cultivares de menor rendimiento. Las batatas engrosan por la proliferación de un parénquima rico en almidón, generado por el cámbium anómalo principalmente.

El almidón se forma a partir de fotosintatos elaborados por las hojas. El nivel de fotosíntesis varía con las condiciones ambientales y el período de crecimiento de la planta (relación fuen-

te-destino). La fotosíntesis es alta cuando se están formando las batatas y hay una activa translocación de fotosintatos hacia la raíz. Por esa razón la fotosíntesis está positivamente correlacionada con la concentración de K en las hojas, dado que el K aumenta el transporte de fotosintatos. Si por algún problema en la zona de las raíces disminuye la translocación basal, el almidón se forma y acumula en las hojas y baja la fotosíntesis (inhibición de la re-alimentación). En general es más importante la translocación que la cantidad total de fotosintatos producida por la planta.

Sacarosa es la principal forma química en que son transportados los fotosintatos hacia las raíces. La principal vía de transporte es apoplástica, y hay identificadas proteínas que actuarían como transportadores de la sacarosa en la carga y descarga del floema. La translocación es mayor durante la noche, y cuando las batatas se están formando. Esto último es porque las batatas en formación incrementan la capacidad de atraer asimilatos, bajando la concentración de fotosintatos en las hojas lo que a su turno incrementará el gradiente de concentración entre las hojas (fuente) y las batatas en formación (destino).

El crecimiento en largo de las batatas se da por acción del meristema ubicado en el extremo distal de la futura batata. En ese extremo la raíz tiene una estructura secundaria normal, sin cámbium anómalo, y hay una zona de transición hacia atrás con aumento progresivo de vasos con cámbium anómalo. Cuando se forma la batata hay crecimiento tanto longitudinal como radial, hasta que primero cesa el crecimiento en largo y luego en ancho. El crecimiento en ambos sentidos es una característica de cada clon. Cuando finaliza el crecimiento en largo el extremo distal presenta una estructura tetrarca. En el extremo proximal de la raíz engrosada (la unida al tallo) se observa una gran conexión vascular con alta proliferación de tejido floemático.

La tuberización en la batata está controlada por reguladores del crecimiento endógenos, e implica un aumento en el número y tamaño de células. El aumento del peso se da por la acumulación de fotosintatos. Diferentes trabajos sugieren que una citoquinina, t-zeatin riboside, promueve el desarrollo y actividad del cámbium primario, mientras que el ácido abscísico activa principalmente el cámbium anómalo y la división celular y engrosamiento de las raíces por sí mismo o en interacción con citoquininas. El balance interno entre las fitohormonas parece ser crucial para la tuberización. También algunas evidencias sugieren que el ácido jasmónico intervendría en la iniciación de la tuberización. El rendimiento final de un cultivo de batata dependerá de la duración y del ritmo de la tuberización. Estos a su vez dependerán de las condiciones ambientales y del clon en cuestión, pues existen en la batata diferentes patrones de tuberización.

La batata disminuye o detiene la tuberización cuando hay condiciones del ambiente desfavorables, pero puede retomarla cuando esas condiciones se tornan propicias. Los cultivares de alto rendimiento generalmente presentan una tasa o ritmo de tuberización alto durante un largo período, mientras que los de rendimiento intermedio o bajo tienen una alta tasa de tuberización por corto tiempo, o baja tasa de tuberización por largo tiempo. Los cultivares se clasifican por su ciclo en cortos o precoces (12 a 17 semanas de crecimiento), intermedios (17 a 21 semanas) y largos o tardíos (>21 semanas). En cultivares precoces el ritmo de tuberización disminuye o se detiene completamente alrededor de las 21 semanas, mientras que en los tardíos la mayor tasa de tuberización se da de la mitad del ciclo en adelante.

3.5. Fisiología del estrés

La batata es considerada una especie muy plástica que responde bien ante diferentes situaciones ambientales no óptimas o de estrés. No todos los cultivares reaccionan igual ante esas situaciones, y las diferencias se deben a mecanismos fisiológicos presentes en las variedades tolerantes o resistentes a diferentes tipos de estrés.

3.5.1. Sequía

El déficit de agua es crítico al inicio del cultivo, cuando se determina el número de raíces que tendrá la planta. La falta de agua en ese momento induce a la lignificación de los tejidos y consecuentemente a la disminución del número de raíces. Este efecto es mayor en aquellas variedades con una débil o baja capacidad de "destino", esto es, con potencialmente menor número de batatas. La reducción en el rendimiento ante condiciones de déficit hídrico se relaciona con cambios fisiológicos y bioquímicos en las hojas. En esos casos baja el potencial agua o el contenido de agua relativo de las hojas. La reducción en el potencial agua incrementa la resistencia estomática al intercambio de CO_2 , causando a su vez una reducción en la fotosíntesis neta. Los cultivares tolerantes tienen una mayor resistencia estomática que las susceptibles. Esa mayor resistencia estomática ayuda a conservar agua a costa de una disminución en la fotosíntesis, a través de un menor ritmo de desecación de la hoja en cultivares tolerantes.

En general el déficit hídrico determina una menor cantidad de clorofila en las hojas. Los cultivares tolerantes tienen menor cantidad de clorofila que las susceptibles. También ante condiciones de sequía disminuye la actividad de la NO_3^- reductasa, la primera enzima de la reducción de NO_3^- a NH_4^+ y la posterior síntesis de proteínas. Se desconoce si la disminución de la actividad de esa enzima se debe a una menor absorción de NO_3^- o a una menor síntesis de proteína ante un déficit de agua. Los cultivares tolerantes al déficit hídrico tienen mayor actividad de la NO_3^- reductasa que los susceptibles. Esa mayor actividad ayuda a mantener más alto el flujo de N a la planta, la síntesis de proteínas y el crecimiento en esos clones tolerantes.

Otra característica de los cultivares tolerantes al déficit hídrico es la acumulación de prolina (aminoácido que se acumula en las plantas ante diferentes estreses) en hojas y raíces fibrosas ante estrés hídrico, en comparación con situaciones sin esa limitación. En general se acumula más prolina en hojas que en raíces fibrosas, tanto en cultivares susceptibles como tolerantes a la sequía. Algunos cultivares susceptibles que no rinden ante déficit hídrico, pero que tampoco mueren también acumulan prolina en las hojas. La acumulación se da cuando el crecimiento ha cesado, por lo que la prolina parece no tener influencia sobre el crecimiento ante condiciones de déficit hídrico. Se ha sugerido que la prolina actuaría en la recuperación posestrés hídrico actuando como reserva de energía y N, acoplado esto a un fuerte potencial de "destino" en cultivares tolerantes.

3.5.2. Inundación

La inundación del cultivo es uno de los peores factores adversos de la batata, dado que en esos casos las batatas no tienen el oxígeno necesario para formarse, reduciéndose así el rendimiento, además de crear un ambiente propicio para el desarrollo de enfermedades. En esos casos hay un excesivo crecimiento de la parte aérea, pues al no estar disponible el "destino" de las raíces en formación, los tallos y raíces se convierten en el destino alternativo por los fotosintatos.

Hay diferencias entre cultivares en su respuesta a la inundación o exceso de humedad en el suelo. Si la inundación va acompañada de altas temperaturas también se favorece la senescencia de las hojas. Si la inundación es solo al inicio del cultivo, las plantas se recuperan y pueden continuar su crecimiento, por lo que el daño es menor que si el problema ocurre en la parte final del ciclo. Sin embargo, períodos cortos de inundación (uno o dos días a la semana) pueden resultar en mayor crecimiento de la parte aérea y del rendimiento. Los cultivares con alto potencial de "destino" aparentemente toleran mejor la inundación.

3.5.3. Sombreado

La batata requiere alta intensidad de radiación para un óptimo crecimiento. En la práctica se dan disminuciones de rendimiento debido al sombreado cuando la batata es cultivada en asociación con otros cultivos, como maíz, que hacen que disminuya la cantidad de radiación que llega a la batata. Los cultivares difieren en cuanto a su respuesta al sombreado. El sombreado reduce la materia seca total de la planta, afectando en primer lugar a las raíces reservantes y luego a la parte aérea. Reducciones de la luz de solo 20-25 % tienen ese efecto, pero a mayor sombreado mayor es la reducción en la materia seca total. Además, cuando la reducción en la luz es severa (60-73 %) se retrasa el inicio de la tuberización. Reducciones moderadas de la luz (40-55 %) reducen el número y el tamaño de las raíces reservantes debido principalmente a la supresión del crecimiento sin afectar la iniciación, tal como sí ocurre cuando la restricción lumínica es severa.

Por lo general la parte aérea es menos afectada que las batatas por una reducción en la luz. Incluso una reducción leve puede incrementar el crecimiento del follaje, pero una reducción moderada o severa lo disminuye. La menor partición de la materia seca hacia las raíces se debería a la reducción en la fotosíntesis neta y el direccionamiento de los fotosintatos hacia la parte aérea. En condiciones de sombreado, los cultivares con una alta capacidad de producción de batatas y menor desarrollo de la parte aérea se ven favorecidos ante cultivares con mayor crecimiento del follaje con relación a las raíces, los que sufren mayores reducciones en el rendimiento.

El sombreado generalmente no afecta el índice de área foliar (área foliar/área de suelo), pero sí incrementa el tamaño de las hojas, el área foliar específica (área foliar/peso de materia seca foliar) y la relación de área foliar (área foliar/peso total de la planta). El aumento en el área foliar específica es más alto ante una severa restricción lumínica que ante una

moderada. El número de hojas decrece con el sombreado, por lo que el área foliar total es similar en todos los niveles de sombreado. Pero el sombreado disminuye el grosor de las hojas y el número de cloroplastos por unidad de área, lo que a su vez limita la producción de materia seca al disminuir el potencial de asimilación. También disminuye la actividad cambial y el desarrollo del parénquima de almacenamiento.

3.5.4. Salinidad

Al igual que para otros tipos de estrés, hay variabilidad en el germoplasma de batata con respecto al comportamiento ante la salinidad. Se han identificado cultivares con distinto grado de tolerancia a condiciones salinas, y se cuenta con test *in vitro* para analizar gran cantidad de clones en forma rápida. Las sales normalmente generan estrés oxidativo y la aparición de radicales libres. Como sistema de defensa las plantas poseen una serie de enzimas que neutralizan esos radicales libres, como la superóxido dismutasa, catalasa y peróxidasa. Los cultivares tolerantes tienen mayor actividad de esas enzimas, por lo que pueden crecer con ventaja en ambientes salinos.

Destino de la producción y cultivares

Héctor R. Martí

4.1. Destino de la producción

No existen en Argentina cultivares diseñados para diferentes usos. Poco más del 90 % de la producción nacional se destina a consumo fresco, y el resto principalmente a la elaboración del dulce de batata. La industria del dulce de batata siempre ha utilizado las mismas variedades de textura seca (Morada INTA, Arapey) que se emplean para consumo en fresco. Los cultivares para dulce deberían tener alto contenido de materia seca, para tener altos rendimientos, y alto contenido de almidón con alto poder gelificante. Esto último permitiría utilizar menos cantidad de gelificantes artificiales de lo que se usa actualmente, reduciendo así el costo de producción. En otros países existen cultivares diseñados para usos específicos, tales como la extracción de almidón, la producción de bebidas alcohólicas, y la producción de colorantes naturales.

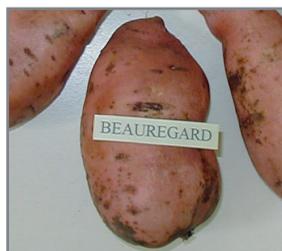
4.2. Cultivares más utilizados en Argentina



Morada INTA



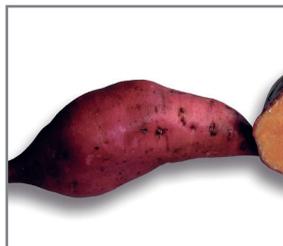
Arapey



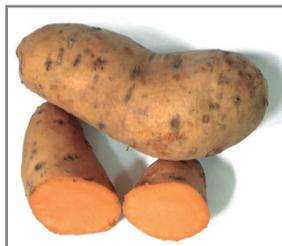
Beauregard



Okinawa 100



Colorado INTA



Boni INTA

Figura 4.1.



Batatas de Morada INTA. Fotografía: Héctor Martí.

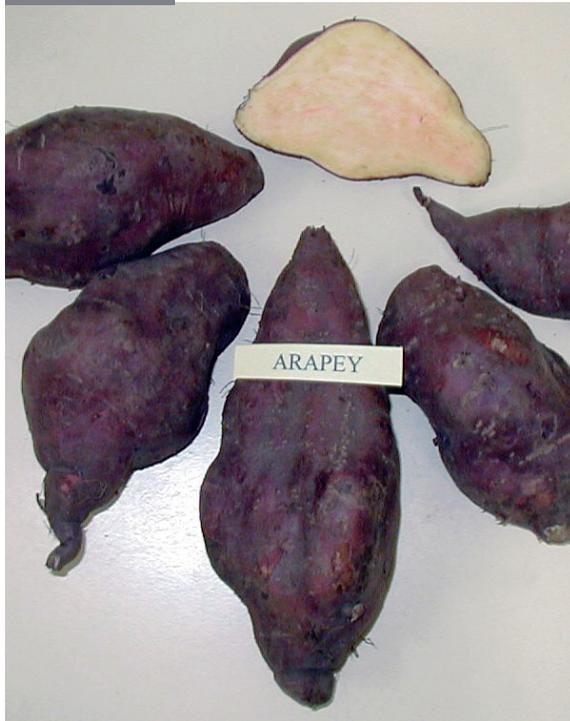
Morada INTA: es el cultivar tradicional y era el más utilizado en la Argentina hasta los años 90. Fue creado hace más de treinta años y su vigencia se debe a su muy buen rendimiento, excelente sabor y muy buena conservación en condiciones de campo. Es de textura seca, color de piel morado y color de pulpa amarillo con inclusiones naranja (Figura 4.1). Los tallos son de color verde y morado (Figura 4.2). Las hojas son pentalobuladas, de color verde (Figura 4.3). Su ciclo es de 150 días. Es excelente para la elaboración de "chips" fritos. Su uso ahora es menor pues ha sido remplazado por cultivares de ciclo más corto (110-120 días).

Figura 4.3.



Hoja de Morada INTA. Fotografía: Romina Castro.

Figura 4.4.



Batatas de Arapey. Fotografía: Hécto Martí.

Figura 4.5.



Rama o "guía" de Arapey. Fotografía: Romina Castro.

Figura 4.6.



Hoja de Arapey. Fotografía: Romina Castro.

Arapey: es un material del INIA de Uruguay, de características de piel y pulpa similares a Morada INTA (Figura 4.4.), con tallos de color verde que pueden tener tintes morados donde se insertan los pecíolos (Figura 4.5), y hojas verdes cordadas (Figura 4.6). Tiene excelente rendimiento, es precoz (110 días), aunque de menor sabor y más susceptible a la "Peste Negra" que Morada INTA.

Figura 4.7.



Batatas de Beauregard. Fotografía: Héctor Martí.

Beauregard: es el cultivar más utilizado en EE. UU. En ensayos en diferentes regiones del país se ha destacado por su precocidad (110 días) y rendimiento. Es de textura húmeda, color de piel cobrizo y pulpa anaranjada (Figura 4.7). El color de pulpa se debe a la alta concentración en betacaroteno, que es el precursor de la vitamina A y un poderoso antioxidante. Los tallos son de color verde (Figura 4.8). Las hojas son enteras, cordiformes, y terminadas en punta, de color morado cuando jóvenes (Figura 4.9) y verde cuando adultas (Figura 4.10). Su brotación en almácigos es más tardía con respecto a Arapey y Morada INTA.

Figura 4.8.



Rama o "guía" de Beauregard. Fotografía: Romina Castro.

Figura 4.9.



Hojas jóvenes con tintes morados de Beauregard. Fotografía: Romina Castro.

Figura 4.10.



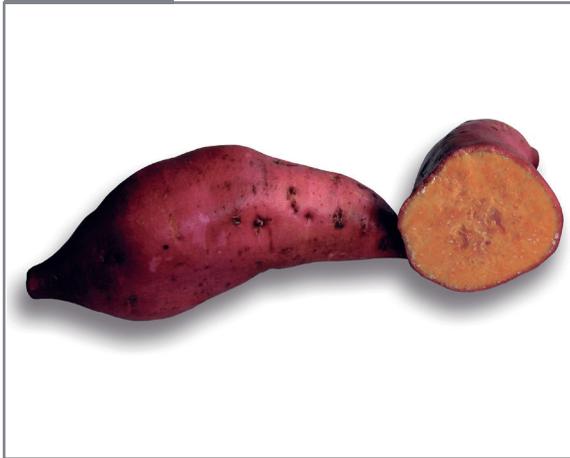
Hoja adulta de Beauregard. Fotografía: Romina Castro.

Figura 4.11.



Batatas de Okinawa. Fotografía: Héctor Martí.

Figura 4.12.



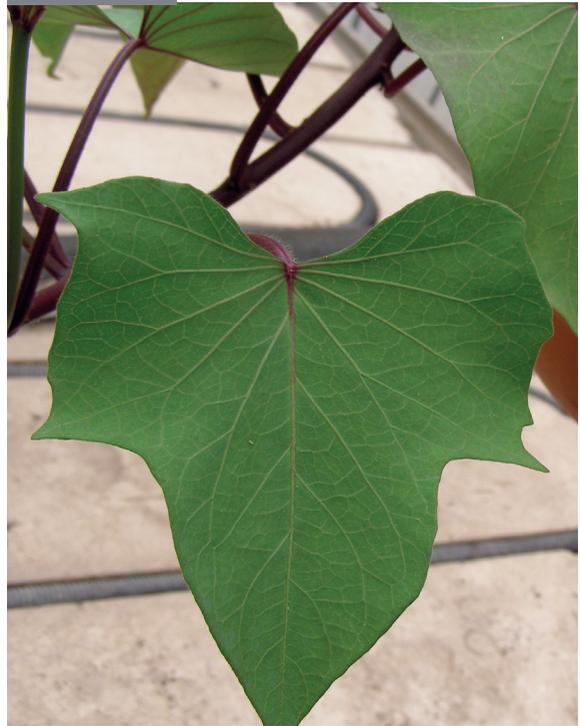
Batatas de Colorado INTA. Fotografía: Héctor Martí.

Figura 4.13.



Ramas de Colorado INTA. Fotografía: Romina Castro.

Figura 4.14.



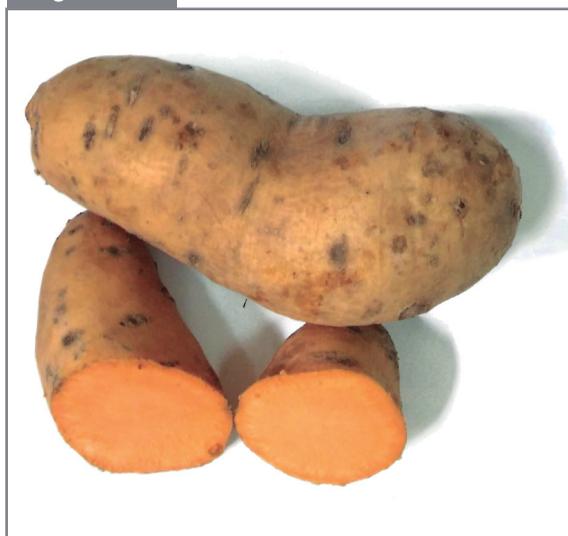
Hojas de Colorado INTA. Obsérvense los dos tipos de hoja en una misma planta. Fotografía: Héctor Martí.

Okinawa 100: es de origen japonés. Tiene piel crema y pulpa blanca (Figura 4.11). Es de ciclo similar a Morada INTA (150 días) y de muy buen rendimiento. El gusto es menos dulce que Morada INTA.

Colorado INTA: fue liberada en 2010 por la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) San Pedro. Fue seleccionada por sus sobresalientes cualidades como producto saludable. Es de ciclo corto como Arapey y Beauregard, y tiene rendimiento similar a esas dos cultivares. La supera en capacidad antioxidante, y en contenido de fenoles totales y antocianinas. Es de textura semihúmeda, con pulpa de color naranja con inclusiones moradas y piel morada (Figura 4.12). Los tallos son verdes y morados (Figura 4.13). Presenta dimorfismo foliar, con hojas triangulares o pentalobuladas (Figura 4.14).

Boni INTA: es un cultivar de ciclo corto (110-120 días) liberada en 2016. Fue seleccionada por su excelente sabor, capacidad antioxidante y color de piel y pulpa anaranjado, con mayor intensidad en la pulpa (Figura 4.15). Cuando se cosecha a los 110-120 días pueden esperarse rendimientos de entre 25 a 35 t.ha⁻¹ de batata tamaño comercial (200 g a 500+g), mientras que para cosechas a los 150 días se han obtenido rendimientos de hasta 50 t.ha⁻¹ de batata comercial. Las batatas que se presentan agrupadas en forma de racimo abierto son de forma larga oblonga a larga elíptica, y pueden presentar algunas venas. Tiene en promedio 7 batatas por planta, con variación media de tamaño y forma. No presenta agrietamientos o rajaduras. Los tallos o "guías" son de color verde, sin color secundario, con el ápice moderadamente pubescente (Figura 4.16). Las hojas, de tamaño mediano (8 a 15 cm de longitud de la lámina), son cordadas o en algunos casos lobuladas, presentándose los dos tipos de hoja en una misma planta y de color verde-amarillo, con las nervaduras en el envés parcialmente moradas (Figura 4.17). Las hojas inmaduras son mayormente moradas (Figura 4.16).

Figura 4.15.



Batatas de Boni INTA. Fotografía: Héctor Martí.

Figura 4.16.



Rama o "guía" de Boni INTA. Fotografía: Héctor Martí.

Figura 4.17.



Hojas cordada (izquierda) y lobulada (derecha) de Boni INTA. Fotografía: Héctor Martí.

Orientaciones para el manejo del cultivo

Héctor R. Martí, Claudio Budde, Julieta Gabilondo, Armando Constantino, Liliana D. V. Di Feo, Mariel S. Mitidieri, Gonzalo Segade

5.1. Preparación del suelo

Para la plantación, el suelo se prepara de manera que quede lo suficientemente refinado y limpio de restos de malezas y residuos. Si bien los trabajos para realizar dependerán del estado del lote (cultivo antecesor y presencia de malezas entre otros factores), se recomienda realizar dos aradas con sus correspondientes rastreadas. La primera se da para destruir el rastrojo del cultivo anterior. Dependiendo del cultivo antecesor, puede ser necesario picar previamente el rastrojo. Aproximadamente un mes antes de plantar se da la segunda, y luego de refinado el suelo se forman los caballones o bordos con pasadas de aporcador. Esto permite acumular agua en el fondo del surco, y tener un caballón firme y asentado al momento de plantar.

Las aradas no conviene hacerlas muy profundas, debido a que en ese caso las batatas tenderán a formarse muy abajo, y luego al cosechar muchas de ellas pueden resultar cortadas. Por eso también es conveniente hacer los caballones bien altos.

5.2. Producción de material de propagación

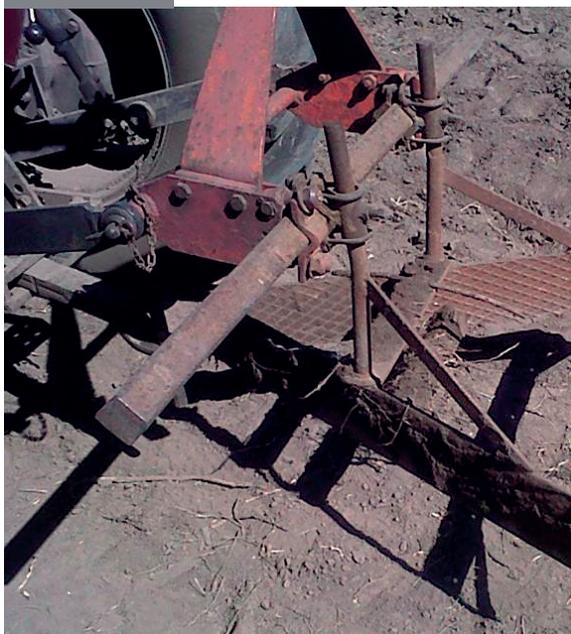
5.2.1. Plantines

La obtención de plantines se realiza en almácigos, lo que es una operación fundamental en el cultivo de la batata. Es necesario asegurar esta etapa para poder plantar en la fecha deseada plantines sanos y vigorosos.

Los almácigos deben ubicarse en terrenos altos, que no se encharquen, y preferentemente en suelos de textura franca, que no hayan sido cultivados con batata el año anterior. Esto último tiene por objeto bajar la incidencia de enfermedades y así producir plantines sanos. Es conveniente que estén cerca de una fuente de agua para asegurar el riego. El suelo para el almácigo se prepara mediante aradas y rastreadas, de manera que quede lo suficiente-

mente refinado como para permitir el trabajo del implemento que abrirá la "cama". Este implemento consta básicamente de un órgano en forma de "V", con una separación de 1 m en sus extremos (Figura 5.1). Generalmente tiene sistema de enganche de tres puntos. Con este implemento se abre una cama de unos 10 cm de profundidad y 1 m de ancho, por el largo necesario. En esa cama se colocan manualmente las batatas una al lado de la otra, pero sin que se toquen para evitar propagar enfermedades (Figura 5.2).

Figura 5.1.



Abridor de cama de siembra.
Fotografía: Héctor Martí.

Figura 5.2.



Disposición de batatas en almácigo.
Fotografía: Héctor Martí.

En zonas de alta radiación, una práctica aconsejable es la solarización, permitiendo la desinfección del suelo de ciertas plagas, enfermedades y malezas. El método consiste en la cobertura del suelo para utilizar con polietileno negro, de manera de aumentar la temperatura de este y favorecer la emergencia de las semillas de malezas. Frente a la ausencia de luz y las altas temperaturas, las plántulas mueren logrando así partir de un suelo libre de malezas sin la utilización de herbicidas.

El almácigo se siembra unos 60 días antes de la fecha prevista de trasplante, que es una vez que ha pasado el peligro de heladas. Por ejemplo, en el nordeste de Buenos Aires se siembra en agosto (almácigos al aire libre) o en septiembre (almácigos en invernáculo) para trasplantar en octubre. La batata "semilla" debe ser de alta calidad. Deben emplearse batatas sin síntomas de enfermedades y de tamaño similar para evitar que la brotación sea desperejada. El tamaño ideal es el mediano, similar al de las batatas usadas para consumo (150 a 300 g). El empleo de "batatines" (menores de 150 gramos) debe desecharse, pues es probable que provengan de plantas poco rendidoras o plantas infectadas por virus. Se utilizan aproximadamente unos 12 a 15 kg de batata/m² de almácigo. La superficie de almácigo necesaria para plantar una hectárea depende del tipo de almácigo y del aprovechamiento que se haga de las distintas "camadas" de plantines (Tabla 5.1).

Tabla 5.1.		Rendimiento (plantines/m ²)	
Tipo de almácigo	Primera Camada	Varias Camadas	
Al aire libre con mulch polietileno cristal	300	400 (3 camadas)	
Al aire libre con mulch polietileno cristal más un túnel de “tejido no tejido” (manta térmica)	300	600 (3 camadas)	
Con mulch de polietileno cristal y dentro de un invernáculo	400	1200 (4 camadas)	
Con mulch de polietileno cristal, túnel de manta térmica y dentro de un invernáculo	600	1400 (4 camadas)	

Rendimiento aproximado de plantines de batata en una o varias camadas en distintos tipos de almácigo.

Figura 5.3.



Tapadora de almácigo de reja y vertedera.
Fotografía: Héctor Martí.

Figura 5.4.



Tapadora de almácigo de discos.
Fotografía: Héctor Martí.

Las camadas son a intervalos de siete a diez días dependiendo de la temperatura. Para el nordeste de la provincia de Buenos Aires, la siembra se recomienda hacerla a mediados de agosto al aire libre y principios de septiembre en invernáculo para obtener la primera camada a mediados de octubre. Las particularidades climáticas de cada año pueden adelantar o retrasar la aparición de los plantines. Una vez colocadas las batatas se cubren con unos 5 cm de suelo. Para grandes superficies se emplea un arado de reja y vertedera que consta de dos cuerpos situados en forma paralela y que vuelcan el suelo hacia el centro del almácigo (Figura 5.3). La distancia entre ambos se regula para que no muevan o corten las batatas. Otros modelos poseen discos en vez de cuerpos de arado (Figura 5.4).

Figura 5.5.



Terminación de almácigo con rastrillo.
Fotografía: Héctor Martí.

Generalmente es necesario terminar la operación de tapado con un rastrillo de mano para romper los terrones grandes y cubrir bien el centro del almácigo, donde la capa de suelo aportada por el implemento tapador suele ser más delgada (Figuras 5.5). No conviene ubicar las batatas a una profundidad mayor a la recomendada, pues puede producirse sofocación y consecuentemente tener menor producción.

Lo ideal es mantener la temperatura del suelo del almácigo entre 24 y 29 °C. En la zona nordeste de Buenos Aires lo tradicional es cubrir el almácigo con polietileno cristal (25 μ de espesor) que se coloca adherido al suelo y se fija a los costados con tierra. El polietileno aumenta considerablemente la temperatura del suelo durante el día, llegando a un pico de 29 a 30 °C por la tarde, lo que significa una diferencia máxima de 12 °C con respecto al suelo sin cubrir. Sin embargo, la temperatura desciende a medida que se acerca

la noche, llegando a 14-15 °C por estas horas, y a una mínima de 10 °C por la mañana. Esta variación en la temperatura hace que el tiempo de obtención de plantines sea de 2 meses. En vez de acolchado, el plástico se puede colocar en forma de túnel. También se puede usar la combinación de acolchado y túnel, lo que resulta en un aumento en el número de plantines por unidad de área.

Los almácigos también pueden hacerse en invernáculo, del tipo de los empleados para la producción de hortalizas (cubierta de plástico LDT de 150 μ de espesor). Con esto se logra incrementar unos 4 °C (noche) y 9 °C (día) la temperatura del suelo con respecto al almácigo al aire libre. Estas mayores temperaturas, sumadas al incremento que también se produce en la temperatura del aire dentro del invernáculo (2 a 3 °C más a la noche y unos 15 °C más durante el día) hacen que se acorte el tiempo de obtención de plantines en 15 a 20 días, y se aumente la cantidad de plantines obtenidos (Tabla 5.1). La conveniencia económica de la realización de almácigos dentro de invernáculos estará en función del aprovechamiento que se haga de este último el resto del año. Tanto en almácigos al aire libre como en invernáculo se puede aumentar la cantidad de plantines en alrededor de 200.m² con la aplicación de túneles de manta térmica, que es una tela formada por fibras de polipropileno, cuyo efecto es aumentar la temperatura (Figura 5.6) (Ver Tabla 5.1).

Es importante mantener el suelo limpio de malezas que aparecerán antes de la brotación de las batatas. Cumplido el tapado se debe regar. Es conveniente instalar dos mangueras

de riego por goteo a lo largo del almácigo para asegurarse la provisión de agua en caso de sequía.

Los primeros brotes comienzan a asomar aproximadamente al mes de sembrado el almácigo (algo antes si se ha hecho en invernáculo). El momento dependerá de las temperaturas y de los riegos que se hayan podido hacer. Si las temperaturas son altas puede producirse el quemado de las hojas en contacto con el plástico, por lo que este debe retirarse. Esto es obligatorio para almácigos en invernáculo debido a las altas temperaturas que se logran. En almácigos al aire libre, en cambio, si al inicio de la brotación las temperaturas son frescas, se puede dejar el plástico y rasgarlo con una horquilla para ventilar. Cuando los plantines debido a su crecimiento comienzan a presionar al plástico, este se retira definitivamente. Si se han empleado túneles de manta térmica, estos solo deben quitarse para cosechar los plantines. Si se van a cosechar varias camadas, se los vuelve a colocar.

Los cuidados hasta el momento de la extracción de plantines consisten en regar si es necesario, eliminar malezas y eliminar toda batata que este produciendo plantines con síntomas de virosis o de "peste negra" (ver más abajo las secciones correspondientes). Cuando los plantines alcanzan una altura de 25 a 35 cm y poseen de 6 a 10 hojas, están en condiciones de ser extraídos para su trasplante (Figura 5.7). Plantines más chicos son difíciles de manejar en el trasplante, y producen mayor porcentaje de fallas y menor rendimiento. Plantines de mayor tamaño que el ideal también son más complicados de manejar durante el trasplante, y al trasplantarlos puede quedar una excesiva porción de tallo fuera del suelo, favoreciendo la desecación. Si por alguna razón el trasplante se demora y se produce un excesivo crecimiento de los plantines, estos se pueden cortar y dejarlos a la altura recomendada.

Figura 5.6.



Almácigos de batata con y sin túneles de manta térmica dentro del invernadero. Fotografía: Héctor Martí.

Figura 5.7.



Selección de plantines para trasplante. Fotografía: Clara Contardi.

Se debe tratar de que en el intervalo entre arrancado y plantación los plantines no se dessequen. Una forma de hacerlo es trasplantarlos inmediatamente luego de extraídos. A medida que se extraen se van colocando en cajones, canastos, o lienzos de arpillera. Si no se plantan inmediatamente deben mantenerse a la sombra y con las raíces cubiertas por bolsas de arpillera mojadas. Es común para este fin disponerlos formando un círculo con las raíces hacia adentro. En experimentos en la zona de San Pedro se ha determinado que los plantines pueden almacenarse hasta dos días sin disminuir los rendimientos.

Para arrancar los plantines se toman varios de ellos con una mano y con la otra se hace presión sobre la batata madre para que el tirar de los plantines aquella quede en su lugar y pueda producir una nueva camada. Para facilitar la extracción de los plantines es conveniente dar un riego previo. Esto hace que los plantines no se corten, y que se desprendan con suavidad de la batata madre. Como generalmente se extraen varios plantines a la vez, es conveniente que se vayan descartando los muy chicos, para evitar pérdidas de tiempo en la plantación. Opcionalmente se pueden cortar los plantines en vez de arrancarlos para evitar llevar a la plantación definitiva enfermedades que pudiera tener la batata madre. En la zona de San Pedro se halló que no hay diferencias en el estado de plantas a la cosecha o de rendimiento en plantas provenientes de plantines arrancados o cortados.

5.2.2. Propagación por trozos de guías

Es el material más utilizado en el norte del país, en lugares libres de heladas. Normalmente se las obtiene de plantaciones del año anterior que se dejan rebrotar o de un cultivo implantado tempranamente. Se utilizan trozos apicales de unos 30 a 40 cm de largo, quitando las hojas inferiores y enterrando al menos tres nudos. Cuando se utilizan las partes media o basal de la guía se obtienen menores rendimientos. La práctica de dejar parte del cultivo de la campaña anterior como fuente de guías para plantar en la siguiente campaña puede favorecer una mayor incidencia de plagas. Esto es debido a que de esa manera, al permanecer todo el año, las plagas encuentran un sitio apropiado para reproducirse o pasar el invierno.

5.2.3. Multiplicación rápida

Cuando se desea multiplicar rápidamente una variedad de la que se cuenta con poco material, se puede recurrir a la técnica de propagación por medio de segmentos de un nudo. Esta técnica consiste en hacer brotar las batatas seleccionadas, ya sea en almácigo o en macetas (Figura 5.8). Cuando los brotes tienen unos 5 nudos se cortan con una tijera (Figura 5.9) desinfectada en una solución de alcohol 70 %, y se obtienen segmentos de tallo de un solo nudo (Figura 5.10). Esos segmentos se plantan en bandejas de germinación (Figura 5.11) o en macetas plásticas y al cabo de un mes se obtienen plántulas enraizadas. Cada batata produce entre 8 y 10 brotes, por lo que como mínimo produce unos 40 plántulas (Figura 5.12) A partir de ellas se pueden obtener, con el mismo método de segmentos de un nudo, entre 400 y 750 plantines por batata en dos meses más.

Figura 5.8.



Brotación de batatas en maceta para multiplicación rápida.
Fotografía: Héctor Martí.

Figura 5.9.



Corte de brotes de batata para multiplicación rápida.
Fotografía: Héctor Martí.

Figura 5.10.



Segmentos de tallo de un nudo obtenidos de un brote de batata.
Fotografía: Héctor Martí.

Figura 5.11.



Plantación de segmentos de brotes de batata de un nudo en bandejas de germinación.
Fotografía: Héctor Martí.

Figura 5.12.



Plantita de batata obtenida en bandeja de germinación por multiplicación rápida mediante trozos de guía de un nudo.
Fotografía: Héctor Martí.

5.3. Trasplante

Por ser un cultivo sensible al frío, la batata debe ser trasplantada cuando ha pasado el peligro de heladas. Lo ideal es que el suelo tenga como mínimo unos 16 a 18 °C. Esto asegurará un rápido arraigue de los plantines. Para el trasplante de grandes superficies se utilizan trasplantadoras de cuatro o dos surcos. La trasplantadoras son implementos cuyos órganos principales son un azadón abre-surco, rolos compactadores y ruedas compactadoras (Figura 5.13). Los rolos generalmente son piezas troncocónicas, de madera y forradas con goma o de metal, que comprimen el caballón en profundidad para lograr un íntimo contacto de las raíces con el suelo. Las ruedas compactadoras van al final, son generalmente de metal, y su función es comprimir el suelo a la altura del cuello de la planta (Figura 5.14). Los plantines son colocados por operarios que van ubicados en asientos (Figura 5.15).

El personal que se requiere para el trasplante es un tractorista, los plantadores (uno por surco) y un operario para alcanzar las plantas por cada dos plantadores (Figura 5.16). Con una trasplantadora de 4 surcos se pueden plantar unas 6 ha por día (8 horas de labor). Existen trasplantadoras más modernas, donde el operario coloca el plantín no en el suelo, sino en los espacios a tal fin en una rueda trasplantadora (Figura 5.17). De esta manera los plantines quedan en el surco a la misma distancia uno de otro.

Figura 5.13.



Trasplantadora de batata mostrando el azadón abre-surco y los rolos compactadores. Fotografía: Héctor Martí.

Figura 5.14.



Ruedas compactadoras de una trasplantadora de batata, que comprimen el suelo alrededor de la planta. Fotografía: Héctor Martí.

Figura 5.15.



Trasplante de batata. Fotografía: Héctor Martí.

Figura 5.16.



Personal necesario para una trasplantadora de dos surcos. Fotografía: Héctor Martí.

Figura 5.17.



Trasplantadora de precisión. Fotografía: Héctor Martí.

También existe una trasplantadora que no tiene azadón abre-surco, el que es reemplazado por un caño en posición vertical y que tiene movimiento de sube y baja. El plantador debe colocar la base del plantín sobre el camellón para que el caño en su movimiento de bajada lo introduzca en el suelo. El sistema está diseñado para que al momento de contacto con el suelo y la planta se descargue un chorro de agua por el caño de manera que la planta cuente con humedad desde el inicio (Figura 5.18).

La distancia de plantación más común es 80 cm entre caballones, aunque se utilizan también distancias de 90 cm y 1 m. Dentro del surco se ubican a razón de 3 plantas por metro lineal generalmente, pudiendo llegar a 4. La batata es muy plástica y no presenta grandes variaciones de rendimiento en un amplio rango de densidades; no obstante el rendimiento es más afectado por la distancia entre plantas dentro del camellón, que por la distancia entre camellones.

Figura 5.18.



Trasplantadora de batata de tres surcos con caño regador. Fotografía: Héctor Martí.

5.4. Manejo del riego

La batata es considerada una especie tolerante a la sequía. No obstante ello, el cultivo puede rendir más si en zonas de cultivo de secano se utiliza el riego complementario cuando las lluvias son menores a las normales. La batata se adapta a cualquier sistema de riego (por inundación, goteo o aspersión). Hay dos momentos críticos durante el crecimiento de la planta en lo que a requerimiento de agua se refiere: implantación e inicio de la tuberización.

Lo recomendable para tomar la decisión de regar es utilizar tensiómetros. Los tensiómetros miden la fuerza con la que el agua es retenida en el suelo. Las raíces tienen que superar esta tensión para extraer el agua. A medida que un suelo se seca, el agua que queda es retenida con más fuerza, de manera que a la planta le cuesta más absorberla. Una lectura baja en el tensiómetro, por ejemplo 20 kPascales significa que el suelo está bien provisto de agua. Por el contrario, lecturas altas significan que hay poca agua y por consiguiente deberá regarse. Como dato orientativo, se considera que la batata se debe regar cuando el tensiómetro indica 30 a 40 kPascales durante la implantación, y 40 a 60 kPascales al inicio de la tuberización. La batata tiene un sistema de raíces superficial. El 80 % del agua que extrae la planta corresponde a los primeros 30 cm de suelo, por lo que el tensiómetro deberá ubicarse a esa profundidad. Para la cantidad de agua para agregar debe tenerse en cuenta la evapotranspiración. En el noreste de Buenos Aires, en los meses de verano la evapotranspiración (pérdida de agua del complejo suelo-planta) es de 6 a 8 mm por día.

5.5. Manejo de las plagas animales

Los organismos de origen animal que atacan al cultivo de la batata pueden agruparse en aquellos que se alimentan de las raíces y aquellos que lo hacen del follaje:

5.5.1. Organismos que se alimentan de las raíces

En alguna etapa de su desarrollo viven en el suelo y se alimentan de las raíces. Algunas especies son consideradas plagas clave por el daño que pueden producir, incluso cuando su población es baja. Generalmente son difíciles de controlar durante los estadios subterráneos. Su presencia o daño en las raíces se hace evidente por lo general al momento de la cosecha. Pueden atacar tanto raíces fibrosas como raíces de almacenamiento, disminuyendo en estas últimas la calidad ya sea por el daño mecánico que producen, permitiendo la entrada de hongos y bacterias o alterando el sabor. Algunos organismos producen daño característico y pueden identificarse sobre este. Otros producen daños muy similares, no siendo posible identificar el agente causal. La profundidad, forma y patrón de las heridas depende de la especie de organismo, pero sus características pueden ser alteradas por el posterior crecimiento de la raíz. Cuando el daño es superficial y se produce temprano en la temporada, al crecer la raíz las cicatrices pueden atenuarse y el daño tornarse imperceptible.

5.5.1.1. Negrito de la batata, taladrillo (*Typophorus nigrinus*)

Es el principal organismo animal perjudicial de la batata en el noreste de la provincia de Buenos Aires; las larvas son las que producen los daños más graves. Los adultos son muy voraces y se alimentan exclusivamente de hojas, pero raramente producen disminución en el rendimiento. Están presentes desde octubre-noviembre hasta marzo-abril. Son escarabajos de 6 a 7,5 mm de longitud, de color negro-azul metálico, y de forma subcilíndrica a oval (Figura 5.19). Las hembras oviponen generalmente sobre el cuello de la planta o en el suelo que lo circunda, y las larvas (Figura 5.20) que nacen se introducen en el suelo y se alimentan de las batatas, produciendo galerías más o menos superficiales (Figura 5.21). En ocasiones las larvas se introducen 1 o 2 cm dentro de la batata produciendo un daño no solo físico, sino también químico al producir alteraciones en el sabor. Las larvas (que pueden soportar largos períodos de ayuno) permanecen en las batatas hasta que alcanzan su máximo tamaño y forman pupas en el suelo. De las pupas nacerán nuevos adultos la primavera siguiente, reiniciándose así el ciclo.

Como medida cultural para el manejo de esta plaga se recomienda no plantar batata durante dos años en lotes en los que se la haya detectado. También es beneficioso rotar el cultivo con maíz de Guinea, maíz o soja. Es importante que luego de cosechada la batata se eliminen los restos del cultivo. También es recomendable eliminar las malezas del género *Ipomoea* y otras convolvuláceas ya que estas pueden actuar como hospederas alternativas. Si durante el ciclo del cultivo se detectaran larvas, es recomendable adelantar la cosecha para evitar daños mayores.

Figura 5.19.



Adulto del Negrito de la batata, taladrillo (*Typophorus nigrinus*). Fotografía: Gonzalo Segade.

Figura 5.20.



Larvas del Negrito de la batata, taladrillo (*Typophorus nigrinus*). Fotografía: Gonzalo Segade.

Figura 5.21.



Daño causado por el Negrito de la batata, taladrillo (*Typophorus nigrinus*). Fotografía: Gonzalo Segade.

5.5.1.2. Gusanos blancos (*Anomala* spp., *Diloboderus* spp. y *Cyclocephala* spp.)

Los adultos pueden observarse desde la primavera hasta principios-mediados del verano, están activos por la noche y se alimentan de hojas de árboles de follaje decíduo. Luego de la cópula, las hembras oviponen en el suelo, tanto desnudo como cultivado. Pueden completar una generación en uno, dos o tres años, según la especie. Hibernan como larvas en el suelo. Se encuentran en grandes cantidades especialmente en pasturas donde el suelo no se ha trabajado por períodos prolongados. El daño es producido por las larvas que se alimentan de las raíces y ocasionan heridas tanto superficiales como profundas (Figura 5.22), generalmente de mayor tamaño que las producidas por las larvas del *Tipophorus nigritus*. Para alimentarse las larvas se ubican en posición horizontal, con las piezas bucales hacia arriba, por lo que el daño generalmente se encuentra en la cara inferior de las raíces.

Es importante evitar plantar batata en lotes donde previamente hubo pasturas. Si antes de plantar se observaran larvas, es recomendable pasar una rastra de discos para exponer los insectos a la intemperie y permitir que actúen los factores naturales de control.

Figura 5.22.



Daño producido por gusanos blancos (*Anomala* spp., *Diloboderus* spp. y *Cyclocephala* spp.). Fotografía: Gonzalo Segade.

5.5.1.3. Gusanos alambre (*Melanotus* spp., *Agriotes* spp., *Conoderus* spp.)

Los adultos se alimentan de hojas y flores de distintas malezas. Las larvas producen pequeños orificios circulares cerca de la superficie y en ocasiones túneles de mediana profundidad. Si el ataque fue temprano (raíces aún pequeñas), los daños son superficiales, mientras que en ataques tardíos o recientes los orificios son más profundos. El tamaño de los orificios está en relación con el tamaño de las larvas de las distintas especies. Los adultos son activos durante la noche desde la primavera hasta el verano. Según la especie, pueden producir desde dos generaciones por año hasta una generación cada dos o tres años. Desovan sobre el suelo cerca del cultivo o de malezas. Se encuentran en grandes cantidades en zonas de pastura.

Entre las medidas culturales que contribuyen al control de estos insectos, pueden mencionarse: eliminar los restos del cultivo anterior que son fuente de alimento, evitar plantar inmediatamente luego de un cultivo de gramíneas y trasplantar y cosechar tan temprano como el cultivar lo permita. Puede resultar de utilidad realizar en forma previa al trasplante el monitoreo de larvas utilizando cebo basado en maíz.

5.5.1.4. Gorgojos (*Naupactus spp.*)

Los adultos no vuelan (Figura 5.23), están activos durante el día y se presentan en primavera y verano. Si bien se alimentan del follaje, no causan daño de importancia económica. Desovan en las partes bajas de la planta, en objetos que sobresalen del suelo, o en cavidades poco profundas. Pasan el invierno como larvas maduras, enterradas hasta 35 cm, o como huevo. El daño se observa principalmente hacia finales de la campaña y es ocasionado por las larvas que realizan orificios y canales superficiales con bordes irregulares que tornan el producto en no comercializable (Figura 5.24).

En zonas con elevada presencia de insectos es recomendable utilizar variedades tempranas, plantando y cosechando lo más temprano posible. Como medidas culturales de manejo, la rotación con gramíneas reduce la población de insectos ya que no se alimentan de plantas de esta familia. Es importante eliminar especialmente las malezas de la familia de las leguminosas, pues también pueden alimentarse de estas plantas.

Figura 5.23.



Larvas y daño de gorgojo (*Naupactus spp.*).
Fotografía: Gonzalo Segade.

Figura 5.24.



Adulto de gorgojo (*Naupactus spp.*).
Fotografía: Gonzalo Segade.

5.5.1.5. Vaquitas fitófagas (*Diabrotica spp.*)

Los adultos se alimentan de las hojas produciendo pequeños orificios de bordes irregulares, pero sin afectar el rendimiento. Las larvas se alimentan de las raíces, pudiendo producir daños de importancia, en forma de pequeños orificios circulares, generalmente agrupados, que forman cavidades irregulares por debajo de la piel. No hay medidas culturales efectivas para disminuir sus poblaciones.

5.5.1.6. Pulgillas (*Chaetocnema spp.*, *Systema spp.*, *Epitrix spp.*)

Las larvas producen en las batatas orificios similares a los causados por *Diabrotica spp.* en su forma y agrupamiento, pero son de menor diámetro. En ocasiones también trazan galerías muy superficiales que inicialmente son difíciles de reconocer, pero que luego se hacen evidentes al oscurecerse.

Los adultos de estos insectos suelen migrar desde las malezas a la batata, por lo cual un buen control de malezas contribuye a combatirlos.

5.5.1.7. Nematodos fitófagos (*Meloidogyne spp.*)

Son animales vermiformes, de menos de 1 mm de longitud, con el extremo anterior redondeado y el posterior aguzado. Son polívoros, atacando muchas hortalizas además de la batata. Generalmente aparecen en suelos arenosos. Machos y hembras tienen diferente forma. Los machos son alargados, y las hembras piriformes. Las larvas en su segundo estadio penetran las raíces mediante el órgano denominado estilete. Las hembras permanecen inmóviles en su sitio de alimentación. El daño típico es la formación de agallas en las raíces fibrosas, o ampollas que son protuberancias redondeadas debajo de las cuales están las hembras. Esas agallas impiden la normal absorción de agua y nutrientes. Con el tiempo provocan en la planta decaimiento, amarillamiento y detención del crecimiento (signos semejantes a los provocados por deficiencias nutricionales). En las batatas las protuberancias pueden evolucionar hasta formar profundas grietas.

Las medidas de control están destinadas a disminuir las poblaciones, pues no se los puede eliminar definitivamente. Dentro de estas medidas pueden mencionarse el control de malezas, la utilización de plantas trampa, la incorporación de enmiendas orgánicas, el uso de materiales sanos, la rotación con gramíneas (no son atacadas por estos organismos) y el uso de variedades resistentes.

5.5.2. Organismos que se alimentan exclusivamente de las hojas

Este grupo comprende insectos chupadores como pulgones y moscas blancas, roedores como trips, y masticadores como orugas y vaquitas. También pueden observarse ataques de arañuelas. Generalmente no provocan daño directo de importancia económica y raramente se requiere tomar medidas de control, pero algunos de ellos (ciertos pulgones y moscas blancas) son transmisores de virus que provocan importantes pérdidas de rendimiento.

5.5.2.1. Pulgón verde del duraznero (*Myzus persicae*), pulgón del algodónero (*Aphis gossypii*)

Pueden producir deformación de hojas, muerte de plantas, presencia de fumagina y transmisión de virus.

5.5.2.2. Mosca blanca del tabaco (*Bemisia tabaci*)

Puede ocasionar deformación de hojas, presencia de fumagina y transmisión de virus (Figura 5.25).

5.5.2.3. Trips (*Thrips tabaci*, *Frankliniella* sp.)

Se alimentan de las partes tiernas de las hojas y de yemas. Son transmisores de virus.

5.5.2.4. Tortuguitas (*Botanochara* spp.)

Adultos y larvas se alimentan del follaje. Raramente producen daño de consideración.

5.5.2.5. Arañuelas (*Tetranychus* spp.)

Adultos, larvas y ninfas se alimentan del follaje. Raramente producen daño de consideración.

5.5.3. Algunas recomendaciones para el manejo de plagas en batata

El manejo de plagas debe tener como base las medidas culturales descritas para cada organismo, recurriéndose al control químico solo en caso de que dichas medidas no hayan sido suficientemente efectivas. La falta de rotaciones, un desmalezado deficiente o un suelo con restos del cultivo de la campaña anterior son deficiencias que difícilmente podrán compensarse con la posterior aplicación de plaguicidas. En el caso de la batata son muy limitados los insecticidas/acaricidas registrados actualmente en Argentina, tratándose en su mayoría de productos de amplio espectro y de muy elevada toxicidad para seres humanos. Por estas razones se recomienda utilizarlos tomando las debidas precauciones. En la Tabla 5.2. se presentan los productos registrados para su uso en batata.

Figura 5.25.



Moscas blancas (*Bemisia tabaci*) sobre el envés de hoja de batata "Arapey" en invernáculo. Fotografía: Héctor Martí.

Tabla 5.2.

Principio activo	Plagas que controla	Formulación y concentración	Dosis (kg/ha o cc/hl)	Clasificación toxicológica del principio activo	Tiempo de carencia (días)
Aldicarb	Insectos del suelo y del follaje. Arañuelas. Nematodos.	GR 15 %	7-10 kg/ha	Ia (Producto sumamente peligroso)	120
Observaciones: se aplica al suelo en pre plantación. Se trata de un producto extremadamente tóxico que puede ingresar al organismo fácilmente por la piel.					
Carbaril	Insectos presentes en el follaje.	PM 85 %	1-2 kg/ha	II (Producto moderadamente peligroso)	5
Dimetoato	Insectos presentes en el follaje. Arañuelas.	EC 50%	75-150 cc/hl	II (Producto moderadamente peligroso)	10
Metil azinfós	Insectos presentes en el follaje. Arañuelas.	SC 35%	1 Kg/ha	Ib (Producto muy peligroso)	25
Observaciones: es un producto de muy elevada toxicidad y de posible prohibición de uso durante 2017.					
Oxidemeton metil	Pulgones y arañuelas	EC 25 %	1000 cc/ha	Ib (Producto muy peligroso)	14
Etoprop	Insectos del suelo. Nematodos.	EC 70 %	11000 cc/ha	Ia (Producto sumamente peligroso)	Por el momento de aplicación, no amerita especificar tiempo de carencia.
Observaciones: Se aplica al suelo en preplantación.					

Debido a los constantes cambios que se producen en lo referente a registros, autorizaciones y límites máximos de residuos de productos fitosanitarios en los distintos cultivos, se recomienda consultar el estado de estos en forma previa al inicio cada campaña.

5.6. Manejo de las enfermedades de origen fúngico y bacteriano

Las enfermedades de origen fúngico o bacteriano que afectan al cultivo de batata pueden ocurrir en las distintas etapas de su ciclo de producción y acopio. La sanidad de las raíces que se utilizan como material de propagación debe garantizarse para que luego no se generen infecciones en el almácigo y en el cultivo. Las enfermedades de poscosecha en un gran número de casos se originan en el campo y otras en la máquina lavadora. Las raíces enfer-

mas que se utilizan como semilla cierran un círculo vicioso que debe evitarse para poder lograr mejores rindes y calidad. La implantación del cultivo a partir de guías es una medida que contribuye a aumentar la sanidad en los lotes. Si bien es común observar podredumbres de origen bacteriano en raíces afectadas por insectos o roedores, *Erwinia chrysanthemi*, uno de los patógenos causantes de podredumbre en este cultivo en otros países aún no ha sido citada en Argentina. Otros patógenos como *Streptomyces ipomoea* y *Fusarium oxysporum* f sp. batatas tampoco están publicados aún, pero se describen algunas de las enfermedades que causan para que puedan ser identificados en caso de observarse los síntomas.

Figura 5.26.



Micelio y esclerotos de *Sclerotium rolfsii*.
Fotografía: Héctor Martí.

5.6.1. Enfermedades que afectan durante el almácigo

Los factores que predisponen a las enfermedades que afectan al cultivo de batata en el almácigo son: el empleo de raíces o semillas o plantines infectados; preparación de los almácigos en suelos que hayan sido desmontados o donde se hayan realizado almácigos de batata en años anteriores; climas cálidos y húmedos o muy secos; follajes densos con abundancia de hojas muertas; retrasos en retirar el plástico del almácigo; clima cálido y seco en el caso de *Rhizoctonia solani*. A continuación se describen dos enfermedades que afectan principalmente al cultivo en la etapa de almácigo.

5.6.1.1. Tizón esclerotial. Raíz rosada (*Sclerotium rolfsii* Sacc.)

Este patógeno ocasiona podredumbres de raíces y muerte de plantines en los almácigos. Los plantines se marchitan y sobre los tallos se observan canchales de color castaño (Figura 5.26), por encima y debajo del nivel del suelo. Los tejidos afectados presentan un tono rojizo pálido y se cubren de abundante micelio blanco sobre el cual se suelen observar esclerocios blancos, que luego se tornan castaños. En la cosecha, las raíces infectadas muestran manchas circulares de color castaño claro, la zona afectada luego genera una podredumbre con presencia de micelio y esclerocios de 1 a 1,5 mm de diámetro. En las batatas, este patógeno produce una enfermedad llamada "mancha circular".

5.6.1.2. Cancro del tallo (*Rhizoctonia solani* Kühn)

El patógeno ocasiona en el almácigo podredumbres de raicillas y de plantines. Los plantines enfermos muestran amarillamiento de las hojas, detención del crecimiento y muerte. A nivel del suelo se observan canchros de color castaño, hundidos de 2 a 5 cm de largo.

5.6.2. Enfermedades que afectan a los almácigos, al cultivo y en poscosecha

Todas las enfermedades que se describen a continuación tienen riesgo de presentarse en el cultivo si se utilizan raíces-semilla infectadas para realizar los almácigos, o si los plantines o guías son portadores de inóculo de los distintos patógenos. Otra práctica de cultivo que predispone a la aparición de las enfermedades es repetir el sitio de preparación de los almácigos o plantar en lotes donde se haya repetido el cultivo de batata y se hayan presentado estos patógenos. Las zonas del país donde los inviernos son más atenuados y quedan restos de cultivo durante más tiempo en el lote, presentan más inconvenientes para el control de determinados patógenos ya que la permanencia de tejidos infectados son fuente de inóculo para los cultivos nuevos.

5.6.2.1. Podredumbre del pie o peste negra de la batata (*Plenodomus destruens* Harter)

La "peste negra" es una de las principales enfermedades que afectan al cultivo de batata en la Argentina. Los plantines y las plantas en el cultivo muestran hojas cloróticas, marchitamiento y muerte. Los brotes muestran lesiones necróticas de color negro o marrón oscuro, que se extienden algunos centímetros por encima y debajo del suelo. En las zonas subterráneas de estas lesiones se pueden encontrar picnidios. Las raíces afectadas presentan una podredumbre seca, firme y oscura en el extremo proximal (Figura 5.27), que continúa en el almacenamiento y en la cual también pueden observarse picnidios, los cuales producen conidios que pueden infectar otras raíces en el almacenamiento.

5.6.2.2. Costra o Roña (*Monilochaetes infuscans* Ell. & Halst)

El daño que produce esta enfermedad no avanza más allá de la superficie de la raíz, pero desmerece el aspecto de esta y ha sido causa de descarte en batatas destinadas a la exportación. La supervivencia de los tallos no es afectada, estos solo exhiben manchas superficiales

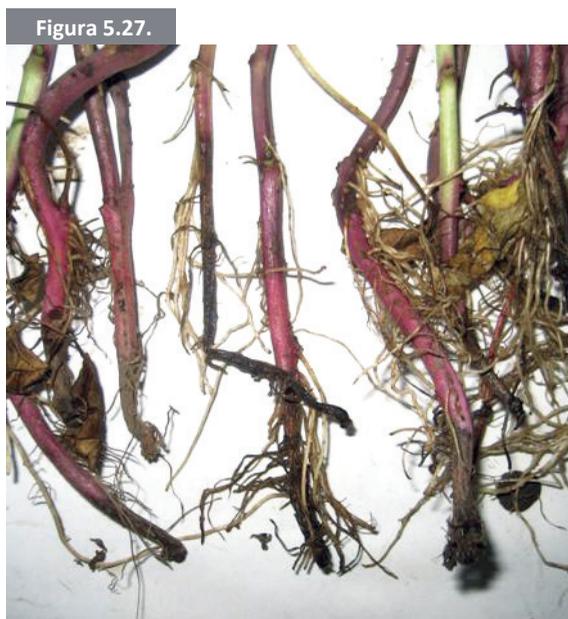


Figura 5.27.

Brotes y raicillas afectadas por peste negra.
Fotografía Mariel Mitidieri.

color castaño en la zona subterránea. Los síntomas de la “costra” en las raíces son manchas pardas superficiales y de formas variables, más abundantes en la parte proximal al tallo (Figura 5.28); además los tejidos afectados se deshidratan, pierden peso y pueden presentar pequeñas rajaduras. La enfermedad sigue desarrollando en poscosecha, donde pueden iniciarse infecciones nuevas si se mantiene una alta humedad relativa. Son factores predisponentes los suelos pesados, húmedos y ricos en materia orgánica, el uso de estiércol y temperatura de 24 °C.

5.6.2.3. Podredumbre negra (*Ceratocystis fimbriata* Ell. & Halst)

Figura 5.28.



Batatas con manchas pardas producidas por el hongo de la costra (*Monilochaetes infuscans* Ell. & Halst).
Fotografía: Héctor Martí.

Esta enfermedad es más común en zonas cálidas de nuestro país como Chaco y Formosa, ocasiona pérdidas en los almacigos y podredumbres de raíces. Los plantines infectados pueden sobrevivir dando lugar a raíces que enfermarán durante el cultivo o la poscosecha. El patógeno puede sobrevivir en el rastrojo del cultivo y en el suelo durante varios años y debido a que produce gran cantidad de conidios y ascosporas en los tejidos enfermos puede contaminar fácilmente las máquinas lavadoras, las herramientas y manos de los trabajadores.

Los plantines muestran clorosis, marchitamiento, enanismo, defoliación y muerte. En los tallos se observan canchales hundidos de color negro, en el punto de inserción de la batata madre. En las raíces se observan manchas superficiales negro-grisáceas que se corresponden a podredumbres firmes, negras y secas. Estas pueden agrandarse durante la poscosecha, aunque no profundizan más allá de los vasos. Las raíces infectadas tienen un gusto amargo muy desagradable, el hongo produce peritecios de cuello largo que liberan una masa viscosa color rosado constituida por las ascosporas.

Factores predisponentes: daño de roedores, gusanos alambre y moluscos y el uso de maquinaria infectada también favorece el ingreso del patógeno en los tejidos y la dispersión del mismo; así como la presencia del gorgojo de la batata (*Cylas formicarius elegantulus*), este último no presente en Argentina. Temperaturas entre 23-27 °C y elevada humedad del suelo favorecen el desarrollo de la enfermedad.

5.6.2.4. Podredumbre superficial, podredumbre de raíz y cancro del tallo (*Fusarium spp.*)

En el material almacenado es muy frecuente observar podredumbres secas en los extremos de las raíces. Esta enfermedad es causada por varias especies de *Fusarium* que penetran en la raíz por heridas. Los síntomas en los tallos se observan como lesiones color pardo oscura o negra que comienzan en el punto de unión con la raíz y progresan hacia arriba. Las plantas infectadas, al ser trasplantadas, detienen su desarrollo y reducen su rendimiento. Esta enfermedad solo es causada por *F. solani*. En las raíces se pueden describir distintos síntomas. La podredumbre superficial produce lesiones circulares, de color pardo claro a oscuro, firmes, secas que no se extienden más allá del anillo vascular. Cuando las raíces se conservan por mucho tiempo, el tejido afectado se hunde y se seca. La podredumbre radicular es un estado más avanzado de la enfermedad que se caracteriza por producir lesiones circulares y anillos concéntricos de color pardo claro y oscuro que avanzan hacia el centro de la raíz, pudiendo destruirla totalmente. Cuando la enfermedad se origina en el extremo distal o proximal de la raíz reservante se denomina podredumbre apical.

Son factores predisponentes el suelo húmedo y frío, o muy seco durante cosecha; alta humedad en el almacenamiento y heridas durante la cosecha. Estas pueden ser causadas por temperaturas extremas, condiciones favorables para desecar los tejidos; presencia de nematodos e insectos.

5.6.2.5. Marchitamiento (*Fusarium oxysporum f. sp. batatas*)

Este hongo ocasiona pérdidas en los almácigos, muerte de plantas y podredumbres de raíces en el cultivo y la poscosecha, y puede sobrevivir varios años en el suelo en forma de clamidospora. Antes de morir las plantas afectadas detienen el crecimiento, las hojas se vuelven cloróticas, se observa podredumbre de la médula, oscurecimiento de los vasos, marchitamiento y caída de las hojas más viejas. En la raíz los tejidos vasculares se decoloran y se rompe la corteza hasta el extremo proximal.

Los factores predisponentes son temperaturas entre 28 y 30 °C, pero su incidencia es mayor en zonas de producción de clima frío.

5.6.2.6. Roya blanca (*Albugo ipomoeae panduratae* (Sch.) Swingle)

Esta enfermedad no produce pérdidas económicas, ocasiona manchas cloróticas en el haz de las hojas; estas pueden afectar pecíolos y tallos y generar deformaciones de estos. En el envés de las hojas se forman los esporangióforos y, cuando la producción de esporangios aumenta, se rompe la epidermis y se observan pústulas blancas.

5.6.2.7. Tizón de las hojas (*Phyllosticta batatas* (Thüm.) Sacc)

Esta enfermedad prolifera en zonas muy húmedas. En las hojas se observan pequeñas manchas necróticas, circulares o de forma irregular de color castaño pálido y el centro grisáceo donde se pueden observar picnidios de color negro brillante. El borde de la mancha puede tener un halo violáceo algo sobreelevado.

5.6.3. Enfermedades que desarrollan solo en poscosecha

El manejo de las raíces después de la cosecha tendrá consecuencias sobre la calidad de estas en la poscosecha. Dentro de estas prácticas el mantenimiento de las raíces a la intemperie y su exposición a la radiación o a las heladas, las heridas ocasionadas por roedores, insectos o herramientas serán condiciones predisponentes para el desarrollo de la enfermedad. Otro factor que provocará la aparición de podredumbres en la poscosecha serán las condiciones deficientes de limpieza en la planta lavadora y en el almacenamiento.

5.6.3.1. Podredumbre húmeda (*Rhizopus spp.* y *Mucor spp.*)

Esta enfermedad es muy importante para el cultivo de batata y se desarrolla después de la cosecha. El patógeno sobrevive en el rastrojo, en el suelo, en el aire, en equipos, en recipientes y en estructuras y penetra por heridas. En el campo, la podredumbre comienza en la zona en que la raíz se separa de la planta. Las raíces afectadas muestran manchas blandas, acuosas y oscuras sobre la piel que luego se transforman en la podredumbre de toda la raíz. Los tejidos atacados son invadidos por micelio anaerobio, grueso, hialino y poco ramificado. Mientras la piel permanece intacta el parénquima amiláceo toma un color pardo oscuro y un olor a fermentación alcohólica. Al romperse la piel emerge el micelio aerobio, oscuro y fértil.

Las condiciones óptimas para la infección y progreso de la enfermedad son temperaturas de 20 °C y 75-85 % de humedad relativa; las bajas temperaturas en el embalado y conservación intensifican el avance de la podredumbre blanda.

5.6.3.2. Podredumbre negra de Java (*Diplodia gossypina* (Ell. & Ev. Apud Clendenin) Taub.)

Es una de las enfermedades de poscosecha más importantes de la batata. En Argentina se la ha observado en batatas provenientes del norte del país. El tejido afectado tiene consistencia compacta y húmeda, presenta al principio un color pardo o pardo rojizo, pero luego se torna negro. Las raíces se pudren completamente comenzando por los extremos, se secan y momifican; a menudo la podredumbre puede restringirse al extremo de la batata. Los brotes provenientes de raíces infectadas presentan una podredumbre húmeda en el punto en que se unen a la raíz.

El patógeno sobrevive en el suelo y la infección requiere heridas. Altas temperatura predisponen a la enfermedad, con óptimas de 20-30 °C. Las raíces conservadas por más de cinco meses son más susceptibles a la infección.

5.6.3.3. Podredumbre bacteriana de tallo y raíz (*Erwinia chrysanthemi*)

Erwinia chrysanthemi no ha sido citada aún en Argentina como patógeno de batata. Esta bacteria produce lesiones húmedas, necróticas sobre tallos y pecíolos y marchitamientos de los brotes. Esta enfermedad puede ocasionar la muerte de la planta. Las raíces reservantes presentan una podredumbre húmeda color claro, aunque a veces parecen sanas en la superficie y pueden pudrirse por completo en el almácigo.

5.6.3.4. Podredumbre del suelo (*Streptomyces ipomoea*)

La enfermedad es causada por *Streptomyces ipomoea*, un actinomicete que habita en el suelo y que solo ataca a la batata. El patógeno aún no ha sido citado en Argentina. Puede permanecer en el suelo muchos años aunque esta no se cultive. La enfermedad produce reducción del crecimiento. En las raíces desarrolla manchas necróticas, redondas, de 1 a 3 cm de diámetro, compuestas de un tejido marrón oscuro a negro, de sección transversal en forma de "V" y consistencia corchosa. Las batatas afectadas pueden presentarse rajadas, retorcidas, con los extremos más anchos que la parte central. Las puntas de las raíces de absorción se pudren.

Para el manejo de esta enfermedad se recomiendan rotaciones de más de 5 años. Evitar suelos livianos con pH alto, o bajar el pH, y mantener el suelo húmedo.

5.6.4. Prácticas culturales que contribuyen a reducir la presencia de enfermedades de origen fúngico

- Realizar rotaciones de al menos tres años y seleccionar lotes sin antecedentes de enfermedades que afecten al cultivo.
- Solarizar la parcela destinada al almácigo para mejorar la sanidad de los plantines de batata y contribuir al control de malezas.
- Evitar variedades muy susceptibles.
- Curar las raíces semilla. El curado consiste en mantener las raíces a 30-35 °C y 85-90 % de humedad relativa durante 5-10 días inmediatamente después de la cosecha. Este tratamiento reduce la incidencia de enfermedades y ayuda a mantener otros parámetros de calidad.
- Utilizar guías o plantines libres de patógenos. Esos plantines deberían ser certificados y provenir de plantas madres saneadas.
- Antes de preparar el almácigo realizar un tratamiento con fungicidas a las batatas semilla, sumergiéndolas en el caldo al menos dos minutos.
- Evitar lastimar los plantines. Para esto se debe retirar el plástico apenas haya pasado el peligro de heladas.
- Extraer los plantines sin raíz, coartándolos a unos 5 cm del suelo.
- Tratar guías o plantines con fungicidas antes del trasplante.
- Desinfectar las herramientas utilizadas en el proceso de cosecha, lavado y acondicionamiento para la conservación.

Tabla 5.3.

Principio activo	Dosis	Formulación	Días de carencia	LMR mg/kg
Captan	250 g cada 100 l de agua	PM 80%	7	10
Tiram	280 ml/100 kg semilla	SC 36%	Exento	Exento

Fungicidas registrados para el control de enfermedades en batata.

5.7. Manejo de las enfermedades causadas por virus

5.7.1. Generalidades

Por una parte, las virosis son las enfermedades más importantes de batata y ocurren en todas las regiones del mundo donde se realiza su cultivo. Esto es una consecuencia, principalmente, del intercambio de germoplasma acontecido en décadas y siglos pasados. Por otra parte, la propagación vegetativa de la especie hace que la acumulación y perpetuación de virus sea potencialmente la principal limitante de la producción en cualquier zona productora de esta hortaliza.

5.7.2. Características de las virosis de la batata

Las patologías virales son las de más difícil manejo, el que resulta más demandante en la actualidad que hace unos años, pues recientemente fueron descubiertos gran cantidad de virus. Se mencionan más de 30 agentes virales, asignados a nueve familias (entre paréntesis el número de agentes): Bromoviridae (1), Bunyaviridae (1), Caulimoviridae (3), Closteroviridae (1), Comoviridae (1), Flexiviridae (1), Geminiviridae (15), Luteoviridae (1) y Potyviridae (9). El estudio y la detección de los virus en batata son difíciles debido a lo siguiente:

- Diferentes virus causan síntomas semejantes.
- Tienen un reducido rango de hospedantes, generalmente limitado a especies convolvuláceas.
- Generalmente es baja la concentración de partículas virales en savia de batata, la que, además, varía según el tejido vegetal infectado, lo que hace difícil su detección.
- Son inestables en la savia (presencia de factores que inhiben su transmisión mecánica a especies indicadoras, las reacciones serológicas y moleculares y su purificación y caracterización).
- Son frecuentes las infecciones mixtas y, concomitantemente, las relaciones sinérgicas.
- La presencia universal del Sweet potato feathery mottle virus (SPFMV) frecuentemente ha enmascarado la de otros virus de batata, en especial, la de los que pertenecen al mismo grupo (potyvirus), lo que obstaculiza los esfuerzos para aislarlos e identificarlos.

5.7.3. Detección de virus de batata

El desarrollo de técnicas para la detección e identificación de virus debería ser una prioridad de cualquier programa de investigación que apunte al control de las enfermedades que ocasionan. Una vez identificados estos patógenos, se podrán proponer procedimientos de "indexaje" (prueba de infecciones virales), buscar fuentes de resistencia y desarrollar otras modalidades de manejo, pero, tal como se mencionó, existen varios factores que dificultan la detección de virus en batata. Sin embargo, en los últimos años, se lograron significativos progresos en el desarrollo de técnicas sensibles para tal fin.

Entre los métodos biológicos se destacan: injerto sobre plantas indicadoras susceptibles, como *Ipomoea setosa* e inoculación mecánica en *I. nil*, *Nicotiana benthamiana*, *N. cleve-landii* y *Chenopodium quinoa*. En el caso del begomovirus Sweet Potato Leaf Curl Virus se emplea el injerto sobre *Ipomoea aquatica*, hospedante que no es infectado por SPFMV. La detección de la cubierta proteica y del ácido nucleico viral es ampliamente explotada para el diagnóstico. En el primer caso, se utilizan técnicas serológicas como ELISA y sus variantes (DAS-ELISA, TAS-ELISA, NCM-ELISA, etc.), inmuno-electromicroscopía (IEM) y en el segundo: hibridación molecular, Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR), Transcripción Reversa seguida de PCR (RT-PCR), análisis electroforético de ARNdc, y otros.

5.7.4. Dispersión primaria y secundaria de los virus de batata

El empleo de trozos de guías tomadas de plantas infectadas es la vía más importante de dispersión de los patógenos virales de un ciclo a otro de cultivo (infección primaria) y, el contagio entre plantas ocurre mediante vectores, en su mayoría insectos con aparato bucal picador-suctor: áfidos y moscas blancas (infección secundaria).

5.7.5. Daños ocasionados por virus

En infecciones simples, los virus de batata generalmente no provocan síntomas o bien estos son muy suaves, lo que se corresponde con una muy baja concentración de viriones en los tejidos. Pero gran parte de ellos causan sinergia con el Sweet Potato Chlorotic Stunt Virus (SPCSV), clostero virus que aumenta en gran medida la actividad no solo del Sweet Potato Feathery Mottle Virus (SPFMV), potyvirus distribuido en todas las regiones batateras del mundo, sino de muchos otros agentes virales no relacionados. La presencia del SPCSV (transmitido semipersistentemente por adultos de *Bemisia tabaci*, mosca blanca), aún en bajas concentraciones, provoca un incremento del título (hasta 600 veces) y el movimiento del SPFMV (transmitido de manera no persistente por el áfido *Myzus persicae*), posiblemente por supresión de un mecanismo de silenciamiento génico, lo que conlleva a un aumento de la severidad de síntomas y a una drástica disminución de rendimientos (hasta 80-90 %). La enfermedad resultante es la más significativa para el cultivo en África y se denomina Sweet potato Virus Disease (SPVD); no obstante existen enfermedades de similar o mayor

gravedad que esta en otras partes del mundo. En casi todas ellas está involucrado el SPCSV, que aumenta de manera significativa la replicación del virus acompañante, como sucede con Sweet potato Mild Mottle Virus (SPMMV) (los títulos de este se incrementan 1000 veces en coinfecciones con SPCSV), dando origen a una enfermedad denominada Sweet Potato Severe Mosaic Disease.

SPCSV también incrementa los títulos de los potyvirus Sweet Potato Virus 2 (SPV2), Sweet Potato Virus G (SPVG) y de SPFMV raza Russet Crack (RC). En todos los casos, los síntomas difieren cualitativamente, pero exhiben una severidad proporcional a la tasa de replicación del potyvirus, excepto para la combinación SPCSV+ SPVC, en la que solo hay desarrollo de síntomas suaves típicos de infección con SPCSV, lo que indica que la acumulación de este potyvirus no es suficiente para el desarrollo de una enfermedad más grave. Es más, existen investigaciones que indican que los títulos de SPCSV disminuyen en infecciones mixtas en relación con infecciones simples (efecto antagónico).

Hay virus que causan daños en la producción y también en la calidad de las raíces reservantes en infecciones simples, entre ellos los pertenecientes a la familia Geminiviridae, género Begomovirus, que cuando afectan a batata son denominados sweepovirus. Estos están asociados a la especie en todas las regiones geográficas en las que esta se cultiva y poseen una gran diversidad genética debido a su alta tasa de recombinación. Un ejemplo es el Sweet Potato Leaf Curl virus (SPLCV) que en general no produce síntomas o si lo hace, estos son muy suaves: un enrollado hacia arriba de los márgenes de las hojas jóvenes (Figura 5.29), que se hace aparente durante los períodos cálidos del año. En el cv Beauregard, SPLCV no causa síntomas aéreos, sin embargo hay disminuciones de rendimiento del 25-30 % y un efecto en la

calidad de las raíces reservantes, cuya peridermis se torna más oscura que lo normal y, en algunos casos, presenta surcos longitudinales que le dan una apariencia oscura menos deseable. En Uganda se mencionan pérdidas en la producción de entre el 20 y 80 % dependiendo del cultivar.

Generalmente, para obtener material para propagación en batata, los horticultores efectúan descarte (*roguing*) de plantas sintomáticas en campos de producción como modo de manejo, medida contraproducente en el caso de los sweepovirus, ya que es posible que se seleccionen propágulos a partir de plantas sin síntomas aparentes, pero infectadas, lo que favorecerá su dispersión de un ciclo de cultivo al otro.

Figura 5.29.



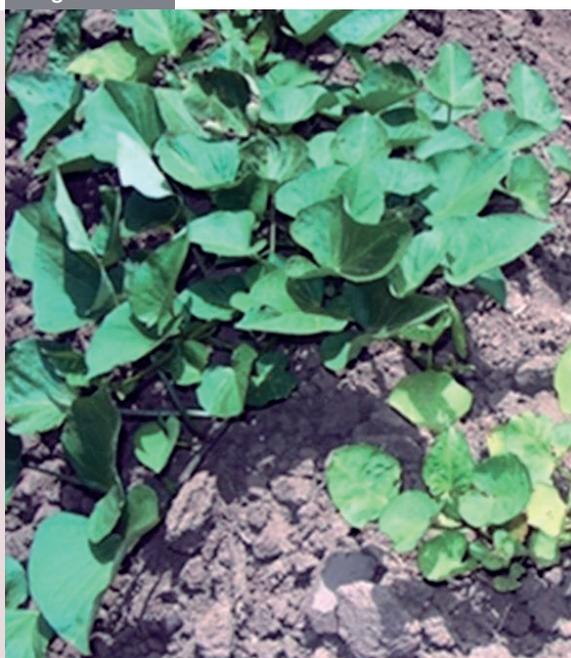
Curvado hacia arriba de los bordes de las hojas de batata "Okinawa 100" infectada con el Sweet Potato Chlorotic Stunt Virus SPCSV. Fotografía: Liliana Di Feo.

Si bien razas del SPFMV, como la O ("Ordinary"), en general no producen síntomas visibles o bien solo ocasionan manchas cloróticas, en algunos casos con bordes violáceos (dependiendo de los pigmentos predominantes en el genotipo infectado), la raza russet crack (RC) de este virus puede provocar lesiones necróticas externas en las raíces reservantes, hecho muy común en Japón. La corchosis interna de raíces que en su momento afectó al cv. Porto Rico fue atribuida a una raza (Internal Cork) del SPFMV. Desafortunadamente no se aisló ni caracterizó al agente etiológico, originando un problema taxonómico aún sin resolver.

5.7.6. Los virus de batata en Argentina

En Argentina han sido halladas siete especies virales: Sweet Potato Vein Mosaic Virus (SPVMV), Sweet Potato Feathery Mottle virus (SPFMV), Sweet Potato Mild Speckling Virus (SPMSV), Sweet Potato Chlorotic Stunt Virus (SPCSV), Sweet Potato Leaf Curl Virus (SPLCV), Sweet Potato Virus G (SPVG) y Sweet potato Virus C (SPVC). Históricamente, la aparición de virosis fue progresiva en el tiempo. Desde la campaña 2009/10, en lotes de Colonia Caroya, provincia de Córdoba, se informó la ocurrencia de una patología viral en el cv. Arapey INIA. Esta, denominada "encrespamiento amarillo" (Figuras 5.30 y 5.31) es ocasionada por cinco virus: SPFMV (razas O y RC, esta última detectada por primera vez en Argentina), SPCSV-WA (raza del oeste africano), SPVG, SPVC y SPLCV.

Figura 5.30.



Síntomas de "Encrespamiento amarillo" en batata "Arapey". Plantas con infecciones crónicas (derecha) e incipientes (izquierda). Fotografía: Liliana Di Feo.

El encrespamiento amarillo provoca disminuciones de rendimiento superiores al 70 %, tanto en la zona de producción como en ensayos experimentales (Figura 5.32) y una pérdida en la calidad de las raíces reservantes, representada por una significativa reducción en el contenido de β -carotenos (Figura 5.33). Esta virosis posee una altísima incidencia en el departamento Colón y causa daños en diversos genotipos, tales como Morada Selecta (Figura 5.34) y Morada INTA (Figura 5.35), que el productor adquiere de otras provincias ante la escasez de plantines ocasionada por la enfermedad. Pero el rasgo más notable de esta nueva patología es que la expresión de síntomas y daños es generalizada y acontece en todas las provincias en donde la hortícola se cultiva.

Figura 5.31.



Algunos síntomas foliares de "Encrespamiento amarillo" en batata "Arapey". Ampolladuras (A), bandeado de nervaduras (B), y anillos cloróticos con aclarado de nervaduras. Fotografía: Liliana Di Feo.

Figura 5.32.



Producción de 10 plantas de batata "Arapey" crónicamente afectadas por "Encrespamiento amarillo" (izquierda) y 10 plantas libres de virus (derecha). Fotografía: Liliana Di Feo.

Figura 5.33.



Batata "Arapey" libre de virus (izquierda) e infectada por el complejo viral del "Encrespamiento amarillo" (derecha). Nótese el color naranja de la planta sana, producto del mayor contenido de β -caroteno. Fotografía: Liliana Di Feo.

Figura 5.34.



Manchas púrpuras de hojas de batata "Morada selecta" ocasionadas por el complejo viral del "Encrespamiento amarillo". Fotografía: Liliana Di Feo.

Figura 5.35.



Manchones cloróticos y plantas achaparradas provocados por el complejo viral del "Encrespamiento amarillo" en batata Morada INTA. Fotografía: Liliana Di Feo.

5.7.7. Manejo de enfermedades virales de batata

Los intentos de control de virus de batata son relativamente recientes e involucran el empleo de cultivares resistentes o los programas de "limpieza de semilla". Los méritos relativos de ambos son vistos de diferente manera en países con distinto sistema de producción. El primer paso para el manejo de virosis es la detección e identificación de los agentes causales, que permitirá el desarrollo de procedimientos de indexación y la búsqueda de resistencia o la aplicación de otros métodos de control, como la producción de material de plantación probado para virus.

Debe evitarse el uso de material de plantación adquirido en otras regiones productoras de batata, que conlleva la introducción inadvertida de patógenos foráneos. En su lugar, es necesario concientizar al productor sobre la importancia de iniciar sus cultivos con "semilla" probada para virus, el medio más eficiente de control de los virus de batata, siempre y cuando se lleve a cabo dentro de un plan de manejo integrado con otras prácticas. Las plántulas obtenidas por cultivo de meristemas y probadas para virus, a través de diferentes métodos de diagnóstico, se micro y macro propagan permitiendo una mejora sustancial de los rendimientos respecto a los cultivos iniciados de manera tradicional. La "semilla" fundación (material de plantación) es provista a los productores en pequeña cantidad, quienes deben incrementarla en sus campos bajo condiciones adecuadas (en lotes aislados de otros cultivos de batata o en jaulas protegidas con malla antiinsectos) para el logro de cosechas exitosas.

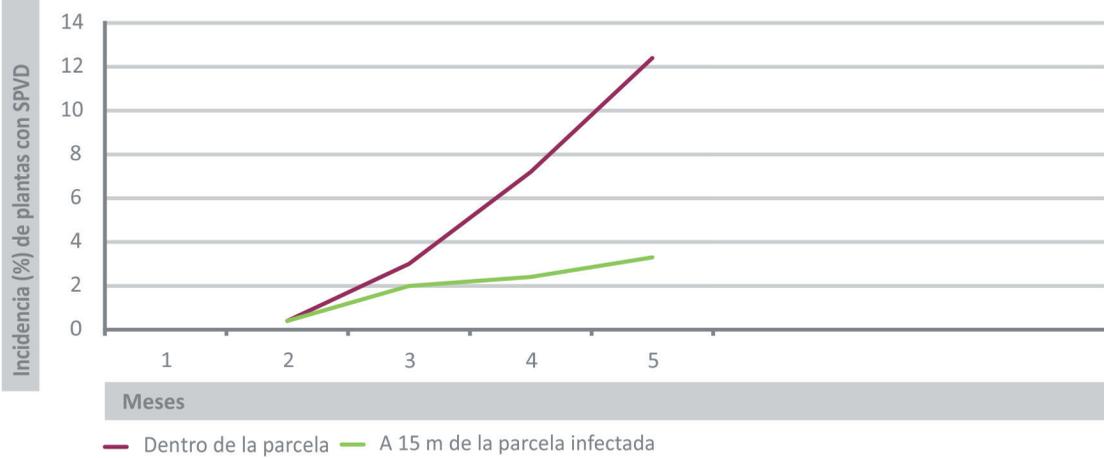
Un ejemplo de este modelo es el programa de Shandong, China, en donde el 80 % de los pequeños agricultores involucrados obtuvieron incrementos de rendimiento del 30 al 90 % en sus cultivos. En Israel, estos fueron superiores al 100 %. La adopción de la tecnología de "semilla" limpia en Zimbabue llevó a la obtención de rendimientos de 25 t/ha, comparado con un promedio nacional de 6 t/ha. Igual situación se presentó en Argentina en la década de 1970, en el departamento Colón, Córdoba, cuando el rendimiento del material libre de virus de primera multiplicación, fue de 29,7 t/ha contra 13,8 t/ha de la batata común de la zona, en condiciones de secano. De esta manera, se superó la grave enfermedad denominada "batata crespá". Sin embargo, la falta de continuidad del programa de producción de plantas probadas para virus fue responsable de la aparición de virosis más severas que la acontecida en los 70.

Las experiencias con programas de producción de material libre de virus indican que esos métodos de control producen beneficios significativos cuando operan de manera continuada y complementaria con las prácticas culturales que tienden a impedir la reinfección viral de la "semilla". Ensayos con el cultivar Arapey indican un aumento de rendimiento (entre el 70 y el 90 %) y de la calidad en lo que respecta a contenido de carotenos de plantas libres de virus respecto a las infectadas con "encrepamiento amarillo".

Hay diversas prácticas culturales recomendadas para el correcto manejo de las enfermedades causadas por virus:

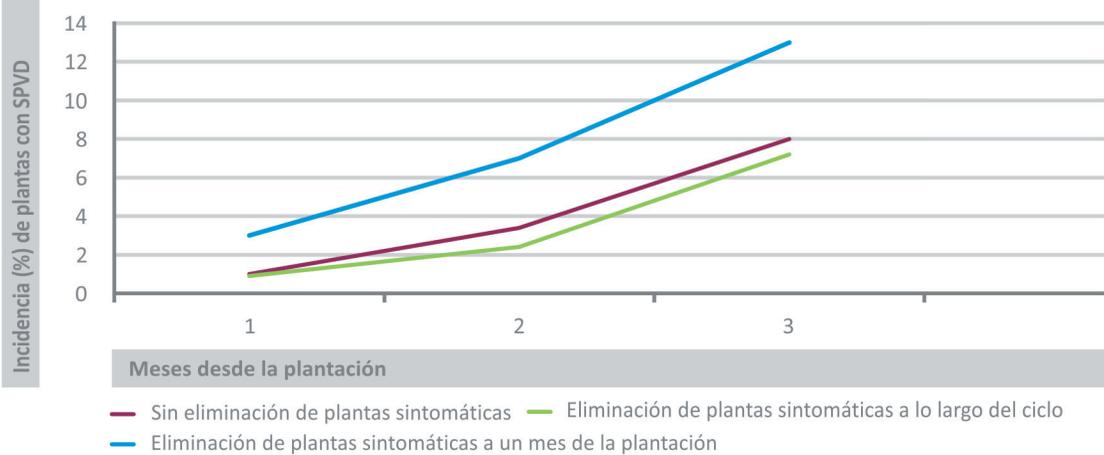
- **Selección del material de plantación.** Se seleccionan plantas asintomáticas provenientes de lotes con baja expresión de virosis. Esta medida disminuye las posibilidades de tomar estacas desde plantas infectadas.
- **Destrucción de plantas enfermas tan pronto aparezcan en los nuevos cultivos.** Se demostró que el SPFMV podía ser fácilmente transmitido por el pulgón del duraznero (*Mizus persicae*) desde plantas de batata coinfectadas con SPCSV, con síntomas de SPVD, pero no desde aquellas con infecciones simples (asintomáticas). Por una parte, esto sucede porque, en infecciones mixtas, el SPCSV causa un dramático incremento en el título de SPFMV, lo que facilita su adquisición por el vector. Por otra parte, es probable que plantas coinfectadas (que exhiben clorosis y mosaico, entre otros síntomas) sean más atractivas para las moscas blancas, favoreciendo la transmisión de SPCSV en lotes de batata. Si bien la selección de plantas sin síntomas para plantación y la eliminación de plantas enfermas pueden ser empleadas como manejo efectivo de complejos virales en los que participa SPCSV, es una medida inadecuada para controlar a los sweepovirus, capaces de causar significativas mermas en los rendimientos sin que haya expresión fenotípica de enfermedad.
- **Distanciamiento entre lotes de batata superior a 15 m.** Esta medida es efectiva pues es difícil que moscas blancas y áfidos alcancen esa distancia en poco tiempo. En el caso de enfermedades en las que están involucrados SPFMV y SPCSV, es preciso considerar que estos son transmitidos respectivamente de manera persistente y semipersistente por sus vectores (áfidos y moscas blancas), por lo que las tasas de transmisión caen rápidamente (en pocos minutos en el caso de SPFMV y en escasas horas, en el de SPCSV). Además, los pulgones no colonizan el cultivo y generalmente, llegan a los lotes de batata como formas aladas procedentes de otros hospedantes para alimentarse de la parte superior del canopeo. La dispersión de las enfermedades ocasionadas por complejos virales en las que se encuentra involucrado SPCSV está correlacionada principalmente con la de este virus. Por ende, las moscas blancas vectoras de SPCSV son las “conductoras” de dicha dispersión. El patrón de vuelo de estos insectos en batata consiste en cortas trayectorias entre plantas vecinas; y es muy raro que estas se desplacen más allá de 0,5 m arriba del canopeo. Consiguientemente, la diseminación del virus desde una parcela infectada está concentrada en los primeros metros y prácticamente no ocurre fuera de un cultivo (Figura 5.36). De acuerdo a lo mencionado, el descarte de plantas infectadas (*roguing*) para remover las fuentes de inóculo dentro de un cultivo es un medio efectivo para controlar complejos virales en los que interviene el SPCSV. Resulta conveniente eliminar plantas enfermas durante el primer mes luego de la plantación (menor incidencia de SPVD) (Figura 5.37).
- **Rotación de cultivos.** Raíces y estacas de plantas enfermas sobreviven en el suelo produciendo plantas enfermas, desde las cuales la infección se diseminará rápidamente en el nuevo cultivo.
- **Destrucción de residuos de cosecha.** Luego de la cosecha, el follaje remanente debe destruirse o, ser retirado del lote. También es preciso eliminar las raíces que quedan en el lote, especialmente las pequeñas, pues existe alta probabilidad de que provengan de plantas enfermas.
- **Destrucción de especies silvestres.** Deben eliminarse las malezas convolvuláceas, especialmente las *Ipomoea* spp. que son susceptibles a la mayoría de los virus de batata.

Figura 5.36.



Difusión de Sweet potato virus disease (SPVD) dentro de una parcela infectada con la enfermedad y en parcelas ubicadas a 15 m de esta. Elaborado con datos de Clark et al., 2012.

Figura 5.37.



Efecto de la eliminación de plantas con síntomas en la diseminación de Sweet potato virus disease (SPVD). Elaborado con datos de Clark et al., 2012.

Si bien su rol en la epidemiología de las virosis del cultivo no ha sido críticamente evaluado, algunas actuarían como reservorios naturales de SPFMV, SPV2 y SPVG, pues la concentración de estos en sus tejidos es superior a la hallada en batata. Por ende, son hospedantes más eficientes para la adquisición de los patógenos virales por parte de los vectores en el campo.

En EE. UU. se encontró que la especie perenne *Ipomoea trichocarpa*, que sobrevive en los meses de invierno, es un hospedante alternativo de SPFMV, el que también fue detectado en las malezas anuales: *I. heredacea*, *I. heredifolia* e *I. lacunosa*. En Uganda, 24 especies silvestres de la familia convolvuláceas (género *Ipomoea*, *Hewittia* y *Lepis-*

temon) que crecían en diferentes regiones agroecológicas, se infectaron con distintas razas del SPFMV. En España, el 60 % de las plantas probadas de *I. alba* estuvieron infectadas por diferentes sweepovirus.

- **Manejo de la población de moscas blancas para el control de sweepovirus.** Estos son transmitidos de manera persistente por *B. tabaci*. El potencial aumento de rendimiento debido al empleo de materiales de plantación libres de virus podría perderse en el segundo año de plantación, debido al efecto acumulativo de los virus reintroducidos por los insectos vectores. En plantaciones experimentales con alta proporción de plantas infectadas con SPLCV y grandes poblaciones de moscas blancas, ocurrió una rápida reinfección de las plantas libres de virus en el segundo año de plantación en el campo. En función de lo expresado y ante el creciente desplazamiento de estos vectores hacia regiones templadas, se sugiere que el manejo de las moscas blancas es crítico para el control del SPLCV.

Si bien el control químico de los áfidos vectores no es eficiente, debido a que estos transmiten los virus de manera no persistente, hay estudios en Louisiana, EE. UU., que indican que aunque los pulgones están presentes en todo el ciclo del cultivo, la transmisión significativa de potyvirus por parte de estos ocurre en un corto ciclo que abarca 1-2 meses desde el trasplante de las guías a campo. Por ello es que un área de investigación futura se centrará en el desarrollo de lineamientos que los agricultores puedan usar, tal como los espráis con aceites minerales, barreras de cultivo y otros que reduzcan la dispersión de virus durante el período crítico.

- **Plantación de barreras de cultivo.** En ensayos experimentales se demostró que las barreras de maíz son altamente eficientes para proteger los lotes. De igual modo, si se colocan barreras de cebada entre parcelas separadas a 3 m entre sí, se minimizan el movimiento de insectos vectores (áfidos y moscas blancas) y la transmisión de virus desde parcelas infectadas a sanas (solo existe un 1 % de contaminación por estos patógenos).
- **Protección cruzada.** En Japón, se probó experimentalmente la protección cruzada para virus de batata. Esta ocurre con razas del mismo virus o con virus íntimamente relacionados. Se logró, luego de inocular plantas de batata con una raza suave del SPFMV que infecciones posteriores con la raza severa russet crack no dieran síntomas o bien que estos fueran muy suaves.

5.8. Manejo de las malezas

En el cultivo de batata, si no se controlan las malezas la reducción en la producción, puede ser tal que no se obtengan ni plantines para propagar ni camote para cosechar; esto es debido a la competencia que generan por luz, agua, nutrientes y también espacio. Las malezas más comunes que se pueden encontrar en cultivos de batata son: capín (*Echinochloa colonum*), eleusine (*Eleusine indica*), verdolaga (*Portulaca oleracea*), quínoa (*Chenopodium amat*), yuyo colorado (*Amaranthus quitensis*), malva (*Anoda cristata*), chamico (*Datura ferox*), sanguinaria (*Polygonum aviculare*), y enredadera anual de flor blanca (*Convolvulus arvensis*). Especial atención debemos tener en aquellas que poseen órganos subterráneos de propagación, como sorgo de Alepo (*Sorghum halepense*), gramón (*Cynodon dactylon*), cebollín (*Cyperus rotundus*), yuyo sapo (*Wedelia glauca*), porque son de muy difícil control.

5.8.1. Prácticas de prevención

La situación en que se puede presentar un lote, una zona, región o un país con respecto al problema de las malezas puede ser de dos tipos: que una maleza no esté presente (libre de infestación) o que esté presente en diferente grado de difusión. En el primer caso la estrategia para utilizar es la prevención, que es aquella por la cual se adoptan medidas o implementan prácticas para impedir que una maleza entre en un lote, zona, región. Las principales prácticas de prevención son:

- Usar semilla limpia cuando efectuamos el almácigo, sin tierra pegada a la batata “semilla” porque podría contener semillas de malezas.
- Usar herramientas limpias.
- Conservar linderos limpios (extremar los cuidados con malezas de dispersión de semillas por el viento).
- No usar tierra o arena que provengan de otro sitio que pueda contener semillas de malezas, para ello se puede limpiar solarizando.
- No usar abonos orgánicos contaminados (dejar que fermenten y así favorecer la muerte de las semillas y otros propágulos de malezas).
- Vigilar productos de viveros que entren a nuestras huertas (las plantas que se venden con pan de tierra como las cítricas y plantas ornamentales han favorecido la dispersión del cebollín).
- No dejar que las malezas produzcan semillas en lotes vecinos (extremar los cuidados con malezas de difusión por viento).

Las malezas no deben preocupar solamente cuando están presentes, pues evitar que entren en un lote, zona, región es menos trabajoso y costoso que después tener que controlarlas. En malezas, también prevenir es mejor que curar.

5.8.2. Métodos de control

En el control de las malezas como en ninguna otra estrategia se debe tener siempre presente el principio fundamental del manejo de las malezas: que las prácticas para aplicar favorezcan directa o indirectamente al cultivo y no a las malezas. Hay diferentes tipos de control, que en la práctica generalmente se utilizan combinados de manera de minimizar los daños que ocasionan las malezas.

5.8.2.1. Control cultural

El control cultural es el que realiza el propio cultivo. Surge de la interacción competitiva y alelopática que las plantas del cultivo ejercen sobre las plantas de malezas. Para lograr lo máximo de este método la estrategia es crear condiciones favorables para el cultivo y desfavorables para las malezas. Para ello hay que considerar tres factores claves: el arreglo espacial, o sea una buena distribución de plantas para competir, plantación en condiciones

óptimas para el cultivo tanto del ambiente como de la cama de siembra bien refinada (Figura 5.38), y la velocidad de crecimiento (que depende de varios factores, entre ellos la época oportuna de plantación, la fertilidad del suelo, uso de variedades bien adaptadas, plantines vigorosos).

Las principales prácticas de control cultural son:

- **Densidad de siembra.** Es la práctica más importante del control cultural, en el caso del cultivo de batata, prestar especial atención en la distancia entre plantines y entre filas.
- **Uso de plantines vigorosos, de rápido crecimiento, y sanos.**
- **Fertilización.** Aumenta el vigor del cultivo. Para que no suceda lo mismo con las malezas, lo que se agregue se debe aplicar localizado, de preferencia cerca de los plantines y unos días luego de la plantación y arraigue.
- **Riego.** Tiene una función importante; el riego localizado y por goteo permite aumentar la capacidad del control cultural.
- **Buena preparación de la cama de siembra (facilita el arraigue del plantín).**
- **Control de enfermedades y plagas.**

El control cultural tiene las siguientes ventajas: a) está a disposición de todos; b) no afecta el ambiente; c) favorece la conservación de los recursos naturales. Su desventaja estriba en que es insuficiente y requiere la integración con otras prácticas.

5.8.2.2. Control mecánico

Consiste en separar las malezas del contacto con el suelo causando su desecamiento o enterrándolas para impedir ser alcanzadas por la luz. Estos objetivos se logran

Figura 5.38.



Control cultural. Plantación manual en un suelo bien preparado y libre de malezas.

mediante el uso de herramientas o recurriendo a prácticas manuales, ya sea de arrancado de las malezas o cortándolas con azadas, machete, etc. Para que este método dé resultado, debe realizarse cuando las malezas son pequeñas para que sea fácil su destrucción y para que el control llegue antes de que las malezas hayan comenzado a competir. Tiene las siguientes ventajas: a) es económico puesto que se practica con herramientas que ya posee el productor y el principal insumo es el combustible (no siempre es más económico que otros métodos); b) es selectivo (a veces es relativo, si no se tiene cuidado, las carpidas pueden arrancar plantas lo mismo que la rastra rotativa o la rastra de dientes); c) no contamina; d) afloja el suelo que en ciertas situaciones puede ser útil para conservar la humedad, favorecer la oxigenación y la nutrición del cultivo; e) no tiene riesgo de afectar los cultivos vecinos (no presenta el problema de la deriva que sí tiene el control químico). Entre las principales desventajas se encuentran que: a) no tiene efecto residual; b) requiere energía; c) no llega a eliminar bien las malezas sobre el surco; d) no se puede usar con suelo húmedo (en épocas lluviosas el control se retrasa y las malezas se desarrollan pudiendo afectar el cultivo antes que el método mecánico se pueda aplicar; e) generalmente es poco efectivo en malezas perennes, aunque existen herramientas específicamente diseñadas para combatir malezas perennes tales como las "desgramonadoras"; g) puede provocar erosión, lo que tal vez sea su principal inconveniente. Existen diferentes tipos de labores:

- **Laboreo primario:** arado de reja, cincel, arado de disco, arado rastra o múltiple.
- **Laboreo secundario:** rastra de disco, rastra de dientes, cultivador de campo, "vibro-cultivador", "rabasto", "rolo". Sirven para terminar de preparar la cama de siembra y controlar malezas anuales y en parte las perennes.
- **Laboreo selectivo:** rotativo, rastra de dientes, durante el estadio "blanco" (malezas al estado de plántula: cotiledones o cuando nacen).
- **Laboreo con carpidores o escardillos.**
- **Laboreo en barbecho:** herramientas comunes (arado, disco).
- **Herramientas específicas:** "desarraigadora" de estrellas, "desarraigadora" de púas ("puerco espín"), "rolera" (desmalezado o rolada de la batata), "disquitos".
- **Para el control de perennes:** barbecho de verano o de invierno.

5.8.2.3. Control físico

Un método físico para el control de malezas es la solarización. Consiste en cubrir el suelo húmedo con un plástico transparente durante los meses de mayor insolación y calor (diciembre, enero, febrero en el norte de Buenos Aires (Figura 5.39). El suelo debe regarse o estar húmedo por lluvia antes de colocar el plástico. La radiación solar penetra en el suelo y aumenta la temperatura, la que puede alcanzar valores variables entre 40 y 50 °C. El método permite matar patógenos, nematodos y malezas. La duración del proceso puede oscilar entre 30 y 40 días, dependiendo de la temperatura. En la zona de San Pedro se ha registrado control superior al 90 % en malezas tales como albahaca silvestre, yuyo colorado, capín y verdolaga, registrándose temperaturas máximas de 42 a 57 grados centígrados a 5 cm de profundidad durante el mes de enero. Es un método aconsejable tanto para el sitio donde se criarán los plantines como para los camellones donde se trasplantarán.

5.8.2.4. Control ecológico

Es el control que se logra limitando parcial o totalmente el acceso de las malezas a algún factor imprescindible para su desarrollo. Los casos más importantes son aquellos que limitan el acceso de la luz. Para ello se puede recurrir a cobertura muerta de plantas o de polietileno negro; este último se usa en muchas hortalizas; menos frecuente es el uso de material vegetal seco que se puede obtener de rastrojo de trigo, lino, etc. Otra alternativa es la inundación del suelo para el control de malezas perennes; el suelo saturado de agua limita el contenido de oxígeno. Se han obtenido buenos resultados inundando durante un mes en el verano para el control de cebollín. Tiene la desventaja que no podemos ocupar ese espacio con cultivos durante el anegamiento, pero es una medida para mitigar una maleza perenne como la mencionada y luego de un par de meses poder implantar un cultivo.

Figura 5.39.



Solarización en cultivo de batata.

5.8.2.5. Control químico

Este método implica el uso de diferentes herbicidas para el control de malezas en cultivos de batata. Lo recomendable es no usarlo en forma aislada, sino complementado con alguno de los otros métodos, de manera de no contaminar el medio ambiente y preservar la salud de las personas. Una buena alternativa es combinar el control químico con el mecánico, de manera de reducir la competencia de malezas hasta que la batata cubre totalmente el suelo.

Existen herbicidas de pre y pos trasplante. Aplicando un herbicida de pretrasplante sobre los lomos donde irán las plantas es posible mantener el suelo libre de malezas durante un mes aproximadamente. Esto combinado con pasadas de "rolera"/"disquitos" luego de cada lluvia permite crecer a la batata y cubrir totalmente el suelo. Los herbicidas de pretrasplante para batata son el linurón y el metribuzín. Linurón también es de posemergencia temprana. Ambos controlan gramíneas y latifoliadas. Los de postrasplante son todos graminicidas (Tabla 5.4).

Tabla 5.4.

		Pretrasplante				
		Malezas que controla	Formulación y concentración*	Dosis	Riesgos ambientales	Tiempo de carencia (días)
Principio activo	Linuron	<p>Acederilla, Albahaca silvestre, Altamisa, Amor seco, Azulejo, Bolsa de pastor, Capín arroz, Capiquí, Carraspique, Cebadilla, cepa caballo, Chamico, Cien nudos, cola de zorro, Enredadera anual, Estramonio, Flor de pajarito, Hierba cana, Hierba mora, Lengua de vaca, Llantén, Malva, Manzanilla, Nabo, Ortiga, Ortiga mansa, Pasto miel, Pasto pelillo, Pega-pega, Pie de gallina, Poa, Quinoa, Rabizón, Roseta francesa, Spurgia, Tolanga, Valda, Verdolaga, Vicia, Vinagrillo, Violeta silvestre. Vira vira, Yuyo colorado</p>	<p>PM 50 %, SC 50 %, SC 48 %</p>	<p>2-3 kg/ha</p>	<p>No tóxico para abejas. Ligeramente tóxico para aves y peces</p>	<p>60</p>
	<p>Observaciones. Necesita humedad para activar el producto. Dosis mayores para suelos con alto contenido de materia orgánica. Puede usarse en posemergencia temprana.</p>					
	Metribuzín	<p>Albahaca silvestre, Alfilerillo, Apio salvaje, Bolsa de pastor, Capín arroz, Capiquí, Cerraja, Chamico, Chinchilla, Cien nudos, Cola de zorro, diente de león, Falsa biznaga, Flor de pajarito, Llantén, Malva cimarrona, Manzanilla, Mastuerzo, Nabo, Nabón, Ortiga, Pasto cuaresma, Pasto morado, Pie de gallina, Poa, Quinoa, Verdolaga, Yuyo colorado.</p>	<p>SC 48 %, GD 70 %</p>	<p>0,7-0,8 l/ha</p>	<p>Ligeramente tóxico para abejas y peces, moderadamente tóxico para aves</p>	<p>60</p>
	<p>Observaciones. La dosis más alta es para suelos con alto contenido de arcilla y humus. No conviene aplicarlo en suelos con bajo contenido de arcilla y humus. Emplear no menos de 180 l/ha de agua.</p>					
	S-Metolacloro	<p>Bolsa de pastor, Capín arroz, Cebollín, Cola de zorro, Gramilla (<i>Eragrostis virescens</i>), Pasto de cuaresma, Pie de gallina, Sorgo de Alepo, Verdolaga, Yuyo colorado)</p>	<p>EC 96 %</p>	<p>0,6-1,2 l/ha</p>	<p>Moderadamente tóxico para peces, ligeramente tóxico para abejas, prácticamente no tóxico para aves</p>	<p>-</p>
	<p>Observaciones. El control de Sorgo de Alepo es parcial.</p>					

Postrasplante					
Fenoxaprop p etil	1) Alpiste, Avenas, Capín arroz, Hierba pegajosa, Panicum, Pasto colorado, Pasto de cuaresma, Pie de gallina	CE 8,05 %, EW 11 %, EW 6,9 %, EC 6,9 %	0,8-1,4 l/ha	No tóxico para abejas y aves, muy tóxico para peces.	20
	2) Gramón		1,2-1,5 l/ha		
	3) Sorgo de Alepo de rizoma		1,0-1,4 l/ha		
	<p>Observaciones. 1) Malezas con 2-3 hojas hasta inicio del macollaje. 2) Maleza con estolones de hasta 5 m de largo. Utilizar coadyuvante al 0,15%. 3) Maleza con 4-6 hojas hasta la primeras plantas en estado de hoja bandera.</p>				
Fluazifop p butil	1) Capín, Cola de zorro, Pasto braquiaria, Pasto de cuaresma, Pie de gallina	EC 5 %,	2-3 l/ha	Inocuo para abejas, baja toxicidad para peces y fauna silvestre.	0
		EC 15 %,	0,5-0,8 l/ha		
		EC 35 %	0,4-0,5 l/ha		
	2) Gramón (Gramilla, Pasto Bermuda, Pata de perdíz)	EC 5 %,	3-4 l/ha		
		EC 15 %,	1 l/ha		
		EC 35 %	3,5-4 l/ha		
	3) Sorgo de Alepo	EC 5 %,	2,5-3 l/ha		
		EC 15 %,	0,8 l/ha		
		EC 35 %	0,4-0,5 l/ha		
<p>Observaciones. 1) Aplicar cuando las malezas tienen de 1 a 4 hojas, antes del macollaje. 2) Aplicar en malezas jóvenes, antes de floración, idealmente con estolones entre 10 y 15 cm. 3) Aplicar desde que la maleza tiene unos 15 cm de altura hasta hoja bandera inclusive, antes de la aparición de la panoja, aunque el óptimo es cuando tiene entre 15 y 30 cm.</p>					
Setoxidin	Avena guacha, Cadillo, Capín arroz, Cola de zorro, Pasto braquiaria, Pasto colorado, Pasto de cuaresma	CD 18,4 %	1,5-2 l/ha	Virtualmente no tóxico para abejas, y prácticamente no tóxico para aves y peces.	No indicado
	Gramilla de la huerta, Pie de gallina, triguillo		2-2,5 l/ha		
	Gramón		4,5-5,5 l/ha		
	Sorgo de Alepo		1,4-3,5 l/ha		
	<p>Observaciones. 1) Las dosis menores son para malezas con 2-4 hojas, las mayores para cuando tienen 2-3 macollos. 2) Aplicar cuando los estolones tienen entre 5 y 10 cm de largo. La dosis menor es para cuando hay excelente humedad en el suelo. 3) Dosis menor cuando la humedad del suelo es excelente.</p>				

Herbicidas registrados en Argentina para el control de malezas en batata.

5.9. Manejo de la cosecha y la poscosecha

La cosecha, como en todas las frutas y hortalizas, determina la calidad del producto. El momento de cosecha de una raíz se realiza una vez que esta alcanza el tamaño deseado, lo que ocurre de 3 a 6 meses después de la plantación, dependiendo del cultivar y de las condiciones ambientales durante el cultivo. Debido a esto, las batatas pueden cosecharse siguiendo períodos de cultivo de duración ampliamente variable. Sin embargo, a fin de favorecer la conservación por un tiempo prolongado, se recomienda cosechar las batatas cuando las plantas han disminuido su velocidad de crecimiento debido a las temperaturas frescas del otoño y antes de la ocurrencia de una helada intensa que dañe a las raíces aún bajo tierra. Esto último es para zonas como el noreste de Buenos Aires, donde los suelos pesados conservan humedad, y con las heladas hacen que las batatas se pudran. En zonas de suelos más livianos y con menos humedad invernal, como la de Jesús María –Colonia Caroya– en Córdoba, con suelos más livianos e inviernos más secos, las batatas se pueden cosechar a lo largo del invierno a medida que se van vendiendo.

La piel de la batata es fina y se daña fácilmente durante el manipuleo. Una cosecha cuidadosa reducirá los daños físicos en la piel además de la incidencia de un ataque bacteriano durante el almacenamiento. Así la vida poscosecha de una batata dependerá, además de las características ambientales durante el cultivo, del manejo físico durante la cosecha, y del manejo poscosecha (lavado, conservación refrigerada, etc). La cosecha, en la mayoría de las zonas de nuestro país, se realiza manualmente. Se inicia dando vuelta los surcos con un arado de reja o a pala manualmente, de manera de exponer las batatas a la superficie, las que luego son recolectadas en canastas de alambre (para que se desprenda la tierra) o bien en bolsas tipo “maleta”, dependiendo de la zona. Así recolectadas, las raíces se transfieren a bolsas de 50 kg o bien se vuelcan en bines, o bolsones de 300 a 400 kg (Figura 5.40). Las bolsas de 50 kg se cargan a mano en camiones u acoplados, mientras que para los bolsones se utiliza un guinche montado frontalmente en un tractor. Las canastas también pueden vaciarse directamente en bines (Figura 5.41).

Tanto las bolsas como los bolsones o bines son transportados a un lugar elevado del campo y o bien bajo un tinglado donde se confecciona una “pila” con las raíces y se las tapa con una capa abundante de paja y luego con un polietileno de modo de aislarla del calor del sol y de la lluvia respectivamente. (Figura 5.42.) Así acondicionadas las raíces pueden ser almacenadas por 4 a 6 meses, según el cultivar, las condiciones del año de cultivo, y las del invierno que pasan en las pilas. Por el contrario, bajo condiciones controladas de temperatura y humedad en cámaras ventiladas pueden almacenarse alrededor de 10 meses, según las características climáticas del año de cultivo y el cultivar.

En los ensayos realizados en la zona de San Pedro, evaluando la calidad de raíces, la respuesta a la conservación en cámara a 13 °C fue variable, siendo igual o superior a la conservación en pila bajo tinglado. Sin embargo, cuando se comparó el efecto de la conservación refrigerada versus la conservación en pila para raíces conservadas para “semilla”, se observó que el efecto dependió del cultivar. Las raíces conservadas en cámara de las cv Morada INTA y Arapey produjeron significativamente más guías que las conservadas en pila, mientras que para la cv Beauregard no se observaron diferencias significativas.

Figura 5.40.



Cosechando batatas luego de ser desenterradas por el arado (izquierda). B) Llenando bolsones (derecha).
Fotografía: Claudio Budde.

Figura 5.41.



(Izquierda) Descargando las canastas en bines. (Derecha) Cargando bolsones en acoplado. Fotografía: Claudio Budde.

Figura 5.42.



Pila bajo un tinglado (izquierda) y batatas en cámara (derecha). Fotografía: Claudio Budde.

Una práctica recomendada en la literatura es el curado de las raíces inmediatamente después de la cosecha, que consiste en exponer las raíces a aproximadamente 25-32 °C y 90-95 % de humedad relativa (HR) en un ambiente ventilado por 7 ± 2 días. Este ambiente crea condiciones que facilitan la cicatrización de las heridas producidas durante la cosecha. Según las condiciones climáticas y económicas, el curado puede realizarse al aire libre o en cámaras con temperatura y HR controladas. Los cambios producidos en la piel durante el curado reducen la pérdida de agua y actúan como barrera al ataque de patógenos disminuyendo las pérdidas en almacenamientos prolongados, mejorando la textura e incrementando el contenido de azúcares. Sin embargo, en los ensayos de conservación, realizados en la zona de San Pedro, con la cv Arapey, no se han visto diferencias significativas a favor del curado.

Previo a la selección, embalaje y comercialización, las raíces se someten a un proceso de lavado. El lavado representa para esta raíz un proceso destructivo, que sella de manera ineludible, el principio del fin de su vida poscosecha. El sistema de lavado es tan intenso y recibe durante este tantos golpes y heridas (Figura 5.43.) que la vida poscosecha luego de lavada, se reduce a 3 o 4 semanas.

En ensayos realizados en San Pedro, batatas lavadas a mano solo presentaron un 2,28 % de podridas a los 28 días, mientras que las lavadas a máquina presentaron un 100 % de pudrición en el mismo período. En un intento de avanzar hacia un proceso de lavado menos enérgico se postuló que: dejando las raíces en "remojo", la tierra adherida se desprendería más fácilmente. Se ensayaron 24, 48 y 72 h de inmersión, y se observó que en general el contenido de azúcares no fue afectado por el tiempo de inmersión, mientras que las pudriciones aumentaron recién luego de 48 y 72 h de inmersión, por lo que la inmersión de las raíces en poscosecha por menor tiempo puede resultar una alternativa para un manejo suave durante el lavado.

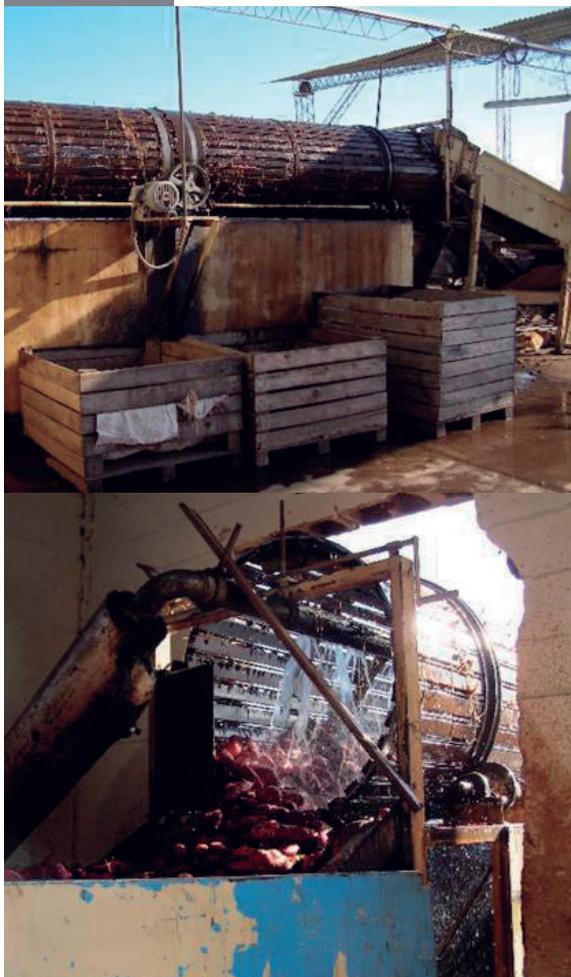
5.10. Producción de batata para semilla

Pese a que la reproducción de la batata es agámica, la alta tasa de mutaciones (Figura 5.44) que tiene la especie determina que si no se selecciona el material que se va a multiplicar, con el tiempo el material resultante será no uniforme en sus características, como rendimiento, forma, color, etcétera.

Otra razón por la que se debe seleccionar el material de siembra es por las enfermedades, pues la utilización de material de siembra enfermo seguramente propagará la enfermedad en el campo. Las plantas para seleccionar dentro de una cultivar para ser utilizadas como semilla deben reunir las siguientes características (Figura 5.45):

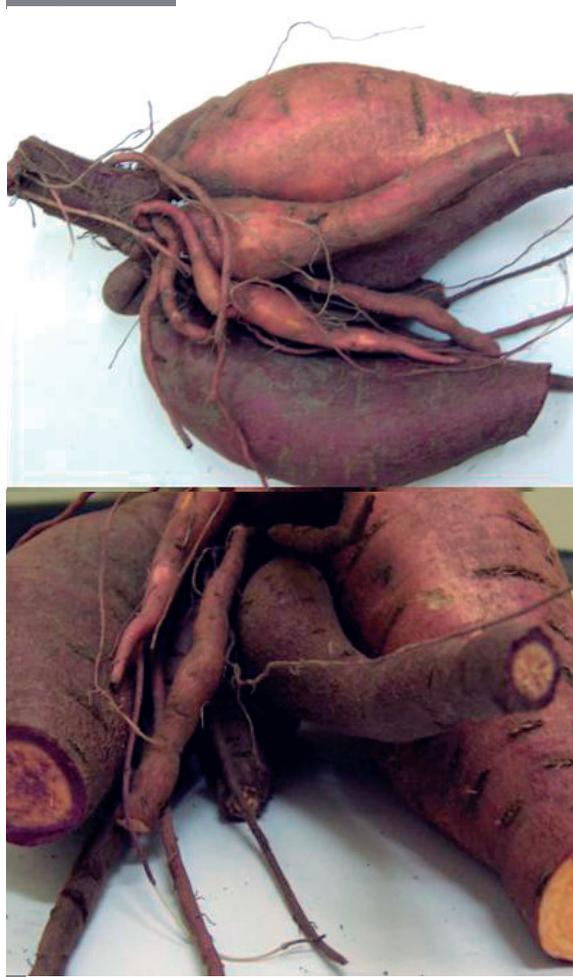
- Alto rendimiento. Deben tener de 5 a 7 batatas de peso comercial (más de 150 g y no más de 400 g), con forma y color correspondientes al cultivar.
- Inserción de todas las batatas cerca del tallo, no dispersas, para que al pasar el arado sacador no las corte o las deje sin desenterrar.
- Libre de ataque de plagas animales o enfermedades.
- Libre de defectos como venas, rajaduras, constricciones.

Figura 5.43.



Lavadora de batata. Vista general (izquierda) y detalle del cilindro lavador (derecha). Fotografía: Héctor Martí.

Figura 5.44.



Mutación de color de piel y pulpa en una planta de batata. Fotografía: Héctor Martí.

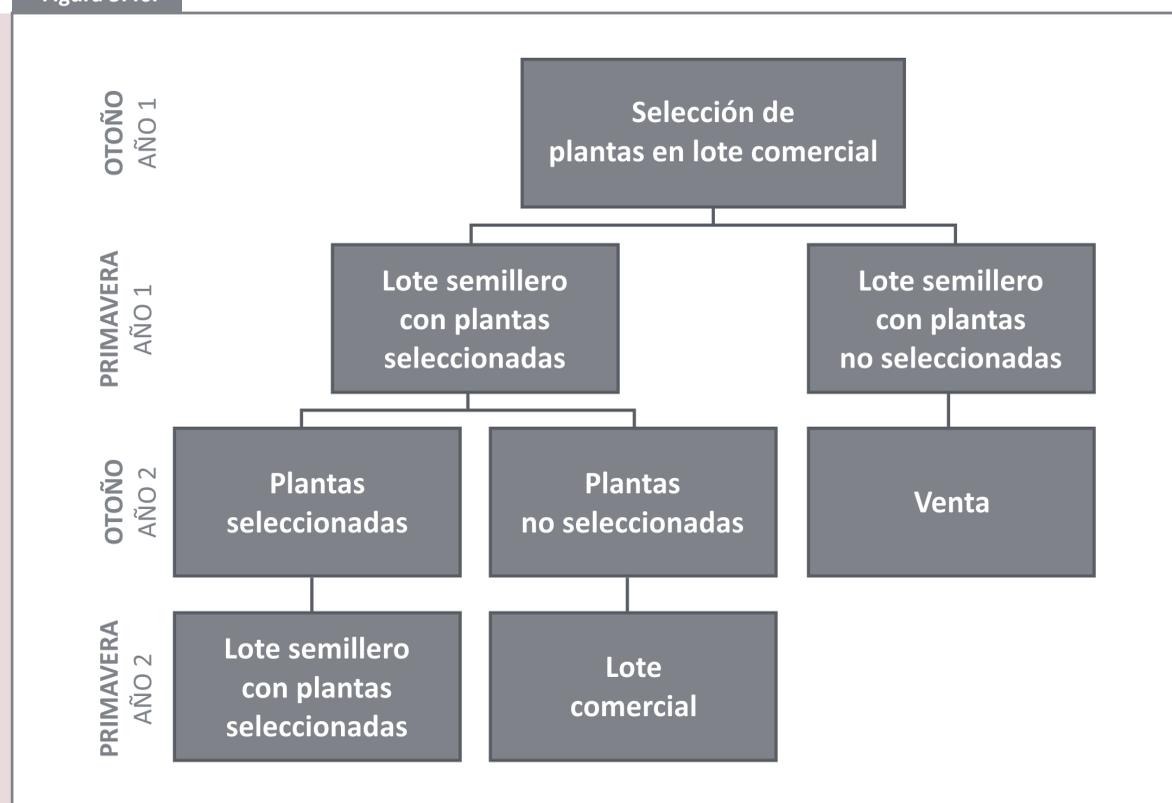
Figura 5.45.



Planta con características deseables. Fotografía: Héctor Martí.

Hay diferentes sistemas para organizar la selección y multiplicación de las batatas para ser utilizadas como "semilla". Para la agricultura familiar o producciones en pequeña escala, se seleccionan plantas a la cosecha directamente en los lotes para producción comercial. Se debe seleccionar aproximadamente el 8 % de la producción si se desea plantar la misma superficie que en el año anterior. Con este sistema al año siguiente de iniciada la selección ya se planta con batata seleccionada para la producción comercial. Para producciones a escala más alta (>50 ha) es conveniente manejar la batata seleccionada para semilla en forma separada de la producción comercial (Figura 5.46). Se comienza a la cosecha de una producción comercial seleccionando las plantas para semilla. Parte del resto no seleccionado se reserva para producción comercial, el resto se vende. En la primavera siguiente se plantan dos lotes: uno con la semilla seleccionada y el otro con la batata comercial no vendida. A la cosecha toda la batata del lote comercial va a venta, y en el lote comercial se vuelve a seleccionar plantas. Estas plantas van al lote semillero en la primavera siguiente, y el resto no seleccionado del lote semillero se utiliza para la producción comercial. Con este sistema recién al segundo año de iniciada la selección se utiliza semilla seleccionada para la producción comercial.

Figura 5.46.



Difusión de Sweet potato virus disease (SPVD) dentro de una parcela infectada con la enfermedad y en parcelas ubicadas a 15 m de esta. Elaborado con datos de Clark et al., 2012.

Tipificación, empaque, comercialización

Héctor R. Martí

6.1. Tipificación

El Senasa, por medio de la resolución N° 296/83, modificada por la resolución N° 58/07, ha creado las normas para la tipificación, empaque y fiscalización de hortalizas frescas, entre ellas la batata. De acuerdo con esa resolución, las batatas que se comercialicen deben cumplir las siguientes condiciones mínimas: ser sanas (sin enfermedades o afecciones de origen parasitario ni descomposición que impidan o limiten el aprovechamiento del producto), limpias (libre de: tierras, barro o residuos de algún elemento químico con que se ha tratado la planta), firmes (turgentes y sin síntomas de flaccidez), nuevas (que no han sido utilizadas en almácigos para la producción de plantines) y sin brotes. Además deben estar libres de insectos vivos o muertos, podredumbres, lesiones (escoriaciones secas o cicatrizadas, cualquiera sea su origen, en un grado tal que disminuya su posibilidad de comercialización), alteraciones internas (afecciones de distinto origen que producen anomalías o trastornos, tales como: corazón hueco, corazón negro, cambios de estructura en la médula, fasciación entre otros), olor y sabor extraños, batatines (raíces cuyo eje longitudinal es más de cuatro (4) veces superior al diámetro transversal) y protuberancias.

Los tipos comerciales que fija esa resolución son tres: batata blanca, batata colorada, y batata amarilla. El primer grupo comprende a todos aquellos cultivares de piel crema y pulpa blanca o crema; en el segundo están aquellos cultivares de piel colorada y pulpa amarilla o anaranjada; mientras que el tercer grupo lo conforman los clones de piel cobriza y pulpa amarilla o anaranjada. De acuerdo a su tamaño, las batatas pueden ser grandes (>500 g), medianas (>250 y <=500 g) y chicas (>60 g y <250 g).

Finalmente la norma establece tres grados de calidad. Para los tres grados las batatas deben ser del mismo tamaño, del mismo tipo comercial o cultivar, y cumplir con las condiciones mínimas descriptas más arriba, con las siguientes tolerancias según el grado:

- **Grado n.º 1:** hasta un 5 % en peso, de raíces fuera de tamaño y 5 % de otros defectos, dentro de los cuales solo el 0,5 % de raíces con síntomas de podredumbres.
- **Grado n.º 2:** las batatas pueden presentar deformaciones, siempre que estas no formen surcos o curvaturas tan pronunciadas que no permitan el aprovechamiento de la raíz;

pequeñas raicillas secundarias; grietas cicatrizadas, no superiores a 3 cm; cortes por roturas y lesiones mecánicas cicatrizadas, siempre que su diámetro mayor no supere 2 cm; hasta un 10 % de raíces fuera de tamaño y 10 % de otros defectos, dentro de los cuales, solo el 1 % podrá ser de raíces con síntomas de podredumbres.

- **Grado n.º 3:** la batata puede presentar deformaciones manifiestas, siempre que estas no afecten su aprovechamiento, conservación y transporte; pequeñas raicillas secundarias; brotes incipientes o síntomas de desbrotes cicatrizados; grietas; cortes por roturas y lesiones mecánicas, siempre que estén cicatrizadas; hasta un 15 % fuera de calibre y un 15 % de otros defectos, dentro de los cuales solo el 1 % podrá ser de raíces con síntomas de podredumbres.

6.2. Empaque

El empaque de la batata es una operación ligada con el lavado. Las batatas son lavadas y empacadas en la misma línea de operaciones. Un empaque adecuado es aquel que contiene, protege e identifica el producto, y tiene un tamaño que facilita su manejo y distribución. En Argentina a nivel mayorista las batatas son empacadas generalmente en bolsas de tela "plastillera" o de polietileno.

En general no se respeta la norma del Senasa en cuanto a identidad varietal, peso y cierre de la bolsa. Es común hallar más de una variedad en la misma bolsa, pesos por bolsa menores a lo que indica la normativa (30 kg), así como bolsas abiertas mostrando las batatas. También se hallan frecuentemente defectos que sobrepasan las tolerancias exigidas para podredumbres, daño por insectos, lesiones (cortes) cicatrizadas, roturas en los extremos, deformaciones, venas y batatas chicas. A nivel minorista lo más común es a granel, o bien en bolsas de red de 1 kg, esto último en supermercados. En el mercado internacional se utilizan diferentes tipos de empaques:

- **Cajas de cartón corrugado:** es el envase más común, y viene en diferentes tamaños y estilos. Es de costo relativamente bajo y fácil de imprimir con el logo de la empresa, información nutricional, etc. La mayoría es de una sola pieza, con tapas que se cierran, aunque también hay de dos piezas con tapa separada. Estas últimas soportan mejor el peso. Van desde 7 a 25 kg.
- **Bolsas de plástico:** al ser transparentes tienen la ventaja de que se puede apreciar fácilmente la calidad del producto. Están disponibles en diferentes grosores y grados de permeabilidad gaseosa. Se pueden imprimir con logos e información. Su desventaja es que dentro de ellas se puede generar un ambiente favorable al desarrollo de enfermedades (alta humedad y temperatura), por lo que no son adecuadas para un almacenamiento prolongado y si van a ser apiladas. Requieren además equipamiento para el llenado y cerrado de la bolsa.
- **Material termo-contraíble:** se utiliza para la envoltura individual de las batatas, lo que reduce la pérdida de humedad y el daño mecánico durante el transporte, y permite fácilmente incorporar etiquetas con la marca e información. Se pueden cocinar directamente

en hornos de microondas, lográndose una cocción uniforme en pocos minutos. También se utiliza para envolver varias batatas en una bandeja de poliestireno.

- **Bolsas de red:** son prácticas para el comercio minorista. No tienen los problemas de posibilidad de desarrollo de enfermedades que tienen las bolsas plásticas. También permite la inclusión de etiquetas con la marca.
- **Bines de cartón corrugado:** son de doble o triple pared y no retornables. Se utilizan para exportar batata a granel, siendo más baratos por kg de batata que las cajas del mismo material.

6.3. Comercialización

Existen en el país diferentes formas de comercialización de la batata que están relacionadas con la escala de producción de las empresas. Los productores denominados grandes, que plantan anualmente más de 100 hectáreas, quienes generalmente poseen también instalaciones para el lavado, clasificación y embolsado, comercializan directamente su producción en los distintos mercados mayoristas nacionales de frutas y hortalizas, o bien venden directamente a las grandes cadenas de supermercados.

Aproximadamente un 10 % de la batata para consumo fresco se comercializa en el Mercado Central de Buenos Aires (MCBA). Los volúmenes de batata vendidos en el MCBA han ido disminuyendo desde 2006 cuando ingresaron 22.000 t, hasta 9.000 t en 2014 (reducción del 36 %). Una pequeña fracción, generalmente menos del 10 %, se vende a fábricas de dulce, con las que los productores realizan contratos en los que se establece un precio fijo. Los productores de menos de 100 ha, que generalmente no poseen instalaciones para el manejo poscosecha de la batata, venden su producción "en chacra", fijándose un precio por bolsa de 50 kg, con la cosecha a cargo del comprador. Estos compradores son en su mayoría productores grandes con instalaciones de lavado, clasificación y embolsado, o bien son acopiadores que poseen ese tipo de instalaciones. Solo una pequeña fracción de los productores más pequeños contrata el servicio de lavado y comercializa por su cuenta.

Finalmente, una parte de los productores más pequeños o familiares venden su producción directamente a los comercios minoristas (verdulerías o pequeños supermercados). La venta en los mercados nacionales implica la actuación de un consignatario, que generalmente tiene un puesto en esos mercados. El consignatario vende la batata por cuenta y riesgo del productor, y percibe por ello una comisión que oscila entre el 8 y el 15 % de la venta; el 12 % es lo más común.

Calidad de la batata

Héctor R. Martí, Julieta Gabilondo

La batata es una hortaliza con cualidades culinarias, nutritivas y saludables que en general son poco conocidas, y que hacen de ella un alimento que debería estar en la dieta de más personas. Tiene amplia variabilidad en todos sus caracteres, lo que ha posibilitado la creación de cultivares con características diferentes, y que brindan variadas posibilidades de sabor, textura, y calidad nutritiva. Hasta hay batatas que no son dulces, para aquellos que objetan el típico sabor dulce de esta hortaliza.

Es uno de los alimentos más completos, con una adecuada relación energía/proteína. Combina propiedades de los cereales, por su contenido en energía, y de otras hortalizas y frutas por sus tenores de minerales, vitaminas, fibra y antioxidantes. Estas características han determinado que la batata sea incluida en los menús de muchas escuelas en los EE. UU. Se mencionan pueblos en Nueva Guinea que viven casi exclusivamente de la batata.

Como cultivo, es capaz de producir más energía comestible por unidad de superficie que la mayoría de los principales cereales. Por todo ello, está siendo estudiada por la NASA para en el futuro ser cultivada en estaciones espaciales orbitales. A pesar de todo ello el consumo de batata en Argentina es bajo (3 kg por habitante y por año), y en el mundo en general tiende a la baja. En algunos países (EE. UU., Nueva Zelandia) esta tendencia se ha logrado revertir por medio de la creación de alimentos con batata que requieren escasa preparación, y por la difusión de sus cualidades nutritivas y saludables.

7.1. Composición química

La composición química es la principal característica que influye sobre las calidades culinaria y nutritiva de la batata. El sabor, la textura, y el color, tres de los factores que componen la calidad culinaria, dependen de la composición química. La mayor parte de la materia seca de la batata es almidón (Tabla 7.1). El almidón es una sustancia de reserva formada por la unión en cadena de moléculas de glucosa.

Tabla 7.1.

Componente	Valor Promedio (% de la Materia Seca)	Rango
Almidón	70	30-85
Azúcares	10	may-38
Proteína	5	1,2-10
Grasas	1	1-2,5
Minerales	3	0,6-4,5
Fibra	10	-
Vitaminas, ácidos orgánicos y otros componentes	menos de 1	-

Composición química de la raíz reservante de la batata.

Los principales azúcares hallados en la batata cruda son sacarosa, glucosa, y fructuosa. En algunos casos también se ha hallado maltosa. La concentración de azúcar varía con los distintos cultivares (Tabla 7.2). En la batata cocida la concentración de maltosa aumenta mucho, pues la cocción provoca la degradación del almidón, que es convertido en maltosa y dextrinas. La maltosa está formada por dos unidades (moléculas) de glucosa. Ese aumento en la concentración de maltosa es una de las causas que motivan que la batata cocida sea más dulce que la cruda.

Las fibras son otros hidratos de carbono hallados en la batata, e incluye compuestos como las sustancias pécticas, hemicelulosas, y celulosa. La cantidad de fibra también varía con los cultivares. La cantidad de fibra influye sobre la textura, como se explica más abajo.

Hay otros grupos de constituyentes de la batata que en conjunto constituyen menos del 1 % de la materia seca, pero que son importantes desde el punto de vista nutritivo y de la prevención de enfermedades. Entre ellos se encuentran las vitaminas y los pigmentos. La batata puede contener altas cantidades de beta caroteno, que es el precursor de la vitamina A. También es una fuente importante de vitamina C, y contiene moderadas cantidades de vitaminas del grupo B. El principal factor que afecta el contenido de caroteno es el cultivar. Los cultivares con mayores contenido de carotenos son los de pulpa anaranjada (color "zanahoria"), mientras que los de pulpa crema tienen bajo contenido, y los de pulpa blanca pueden carecer totalmente de ellos.

Tabla 7.2.

Clon	Sacarosa* (g.100g ⁻¹)	Glucosa* (g.100g ⁻¹)	Fructosa* (g.100g ⁻¹)	Sacarosa** (%)	Glucosa** (%)	Fructosa** (%)	Índice de dulzura***
Arapey	1,85	1,04	0,72	51,25	28,81	19,94	107,27
SP0607	3,2	1,07	0,71	64,26	21,49	14,26	104,96
CIP0438	2,47	0,51	0,36	73,95	15,27	10,78	104,01
Beauregard	1,62	0,52	0,27	67,22	21,58	11,2	102,68
Colorado INTA	2,33	0,25	0,11	86,62	9,29	4,09	100,61
Promedios	2,294	0,678	0,434	68,66	19,29	12,05	

Contenido de azúcares libres en algunos clones de batata en Argentina.

*Base peso fresco, **Base peso seco, ***Índice de dulzura= %SAC+(%GLU.0,74)+(%FRU.1,74).

7.2. Calidad nutritiva

La batata es un excelente proveedor de energía. Cien gramos de batata proveen aproximadamente 111 KCal, comparados con las 80 que suministra la papa. La proteína de la batata es de alto valor biológico. El elevado contenido del aminoácido Lisina hace que la harina de batata pueda usarse como complemento de las harinas de cereales. Por ejemplo, en Perú está muy difundido el "pan de camote", elaborado con harina de trigo y batata. La batata es un alimento con muy bajo contenido de grasas y libre de colesterol. Hay trabajos que sugieren que la fibra de la batata ayuda a prevenir la diverticulosis, la enfermedad cardiovascular, el cáncer de colon y la diabetes. La batata puede ser una excelente fuente de provitamina A (beta caroteno) (Tabla 7.3).

Tabla 7.3.

Hortaliza	PRO-Vitamina A (mg/100 g de porción comestible)
Batata ¹	20
Pimiento verde	0,2
Tomate	0,6
Zanahoria	12
Zapallo	1,5

Contenido de Provitamina A de la batata y otras hortalizas. Fuente: Woolfe, J. 1992. Sweetpotato, an untapped food resource. Cambridge University Press.

¹ Cultivares de pulpa anaranjada.

7.3. Calidad culinaria

La calidad culinaria de la batata es un carácter complejo que comprende una combinación de sabor, textura, y color. La principal característica del sabor de la batata es la dulzura, que se debe a la presencia de los azúcares mencionados anteriormente. Además de los azúcares, se han identificado compuestos volátiles que influyen el sabor, y que varían según las formas de cocción. La cocción genera nuevos compuestos relacionados con el sabor que no aparecen en las batatas crudas. Existe amplia variabilidad genética en los compuestos que afectan el sabor.

La textura se refiere a cómo se percibe en la boca a la batata al comerla, que puede ser "seca", también llamada "harinosa", o "húmeda", y tipos intermedios entre ambas. La sensación de sequedad o humedad depende del contenido final de almidón y fibra que queda en la batata luego de cocida.

El color se debe a la presencia de pigmentos antociánicos (colores morados) y carotenoides (colores crema, amarillos y anaranjados).

Los atributos de la calidad son modificados por el manejo que se haga de la batata luego de la cosecha, esto es, depende de las condiciones a las que se la somete, ya sea que se la consuma inmediatamente, o luego de procesos de curado y almacenamiento. Durante el curado y almacenamiento la batata continúa respirando, pues es un organismo vivo. Esto significa que consume azúcares. Esos azúcares, como ya se señaló, provienen de la degradación del almidón. De acuerdo con las velocidades de degradación del almidón y de consumo de azúcares en la respiración, luego de un determinado período de almacenamiento la tasa neta de acumulación de azúcares puede ser positiva, neutra, o negativa. Esto es, la batata puede ser más dulce, igual, o menos dulce que la batata recién cosechada. Esto depende grandemente del cultivar y de las condiciones de curado y almacenamiento. El curado y el almacenamiento también pueden influir sobre la textura de la batata. Dependiendo del cultivar, por lo general las batatas curadas y almacenadas por algún tiempo resultan de textura más húmeda que si se las consume inmediatamente luego de cosechadas.

Las reacciones químicas en los seres vivos están reguladas por enzimas. Las enzimas que regulan la degradación del almidón para convertirlo en azúcares (maltosa) y otros compuestos (dextrinas) tienen una temperatura óptima de funcionamiento de 77 °C. Esto significa que al cocinar la batata se activan esas enzimas y se producen azúcares. A los 95 °C se inactivan las enzimas y la degradación del almidón cesa. Las implicancias prácticas de esto son que si la batata es cocinada en forma lenta, de manera de que se mantiene la mayor parte del tiempo, la temperatura interna alrededor de 77 °C, todo o la mayoría del almidón será degradado y la batata será muy dulce. Por el contrario, si la cocción es a temperaturas más altas, y por ello más rápida, se llega a la temperatura de inhibición de las enzimas en corto tiempo, y el resultado será batatas menos dulces. Esto explica la antigua recomendación de comenzar a freír la batata con el aceite frío para que resulte más dulce. La dulzura también dependerá de la proporción de los distintos tipos de azúcares, pues hay diferencias entre estos en su poder endulzante (Tabla 7.4).

Tabla 7.4.

Azúcar	Poder endulzante
Sacarosa	1
Glucosa	0,74
Maltosa	0,33
Fructosa	1,74

Poder endulzante de los azúcares comúnmente hallados en la batata.

La proporción final de los distintos azúcares depende de cada cultivar. Otro factor que influye en la dulzura final es el método de cocción: las batatas hervidas generalmente son menos dulces y de textura más seca que las asadas, pues al hervirlas se llega más rápido a la temperatura de inhibición de las enzimas que forman azúcares a partir del almidón. En general, las batatas de textura seca resultan menos dulces que las de textura húmeda luego de la cocción.

Durante la cocción pueden perderse algunos compuestos como las vitaminas. En general, cuando las batatas son cocinadas con la piel, esta ayuda a retener los nutrientes. Al hervir la batata parte de las sustancias nutritivas pasan al agua, por lo que se aconseja utilizar de alguna manera el agua de la cocción. En general hay variaciones en la composición de la batata cuando es cocida o procesada (Tabla 7.5).

Tabla 7.5.

Forma	Energía (Kcal)	Humedad (%)	Proteína (g)	Grasas (g)	Carbohidratos (g)	Minerales (g)
Hervida ¹	114	70,6	1,7	0,4	26,3	1
Asada ¹	141	63,7	2,1	0,5	3	2,5
Harina	337	13,2	3,3	7	8,3	2,7
Acaramelada	168	60	1,3	3,3	34,2	1,2
Copos	379	2,8	4,2	0,6	90	2,4

Fuente: Woolfe, J. 1992. *Sweetpotato, an untapped food resource*. Cambridge University Press.

En la calidad de la batata interesa tanto el color de la piel como el de la pulpa. El color predominante de la piel puede ser blanco, crema amarillo, anaranjado, marrón, rosado, o de distintas intensidades de morado o púrpura. El consumidor de Buenos Aires prefiere batatas con un intenso color morado. Existen poblaciones derivadas de Morada INTA que tienen color de piel morado fuerte, pero este carácter está asociado a la presencia de una mancha morada en el centro de la pulpa, que luego de cocinada le confiere a la batata un aspecto que puede resultar desagradable. Sin embargo, estas batatas son más saludables (mayor capacidad antioxidante) que las batatas enteramente amarillas, pues la mancha morada se debe a pigmentos antociánicos que elevan la capacidad antioxidante del producto. El color de la pulpa que muestran los distintos cultivares de batata puede ser blanco, crema, amarillo

y naranja, con inclusiones o pigmentaciones rojas o moradas, que se disponen en variadas formas (en uno o varios círculos, en una mancha central, o en pequeñas manchas distribuidas irregularmente). En algunos casos toda la pulpa es morada, como en el cultivar japonés "Ayamurasaki" creado para ser usado en comidas como fuente de pigmentos naturales.

7.4. Calidad funcional

Se entiende por calidad funcional de un alimento a la capacidad de producir efectos benéficos para la salud humana, que en la batata está determinada en gran parte por el contenido de compuestos con actividad antioxidante. Estos están asociados a un impacto positivo en la salud humana por contrarrestar los efectos del estrés oxidativo, por lo que han sido denominados compuestos bioactivos. Algunos de ellos son los ácidos fenólicos, antocianinas y carotenoides. Estos compuestos han demostrado abarcar un amplio rango de actividades biológicas como antimicrobiano, antiinflamatorio, antisépticos, inmunosupresores y actividad prebiótica entre otras. En general, estos metabolitos tienen un bajo potencial como compuestos bioactivos cuando son comparados con drogas farmacéuticas, aunque ingeridos regularmente y en sumas significativas como parte de la dieta podrían tener notables efectos fisiológicos a lo largo del tiempo. Además son más seguros, bien tolerados y con menos efectos secundarios que las drogas recetadas a diario para el tratamiento de algunas enfermedades mencionadas anteriormente.

En los últimos 20 años se ha generado mucha información sobre la calidad funcional, aspecto anteriormente desconocido de la batata. Existe evidencia de que la batata puede resultar beneficiosa para el ser humano al prevenir o contrarrestar los efectos de varias enfermedades:

- **Diabetes.** La batata se caracteriza por su sabor dulce, que varía con los distintos cultivares y con la forma de cocinarla. Esta característica podría hacernos pensar que no es un alimento apto para diabéticos. Sin embargo, estudios científicos indican todo lo contrario: que la batata tiene potencial para tratar la diabetes tipo 2.

Un estudio realizado en Estados Unidos demostró que la batata es un alimento con bajo índice glicémico. Este último mide la velocidad con que un alimento libera azúcar en la sangre. Alimentos como el pan o el arroz tienen ese índice alto, ocasionando en los diabéticos "picos" de alta concentración de glucosa en la sangre. En cambio, alimentos como la batata pueden ser consumidos por ese tipo de enfermos, pues liberan lentamente la glucosa en la sangre. En Japón se consume desde tiempos remotos una batata blanca, pues se afirma que combate la anemia, la hipertensión y la diabetes. La firma Fuji-Sangyo elabora un producto a partir de la piel de esa batata blanca, denominado "Caiapo". Estudios posteriores realizados con pacientes diabéticos demostraron que el caiapo era capaz de bajar el nivel de azúcar en sangre. Se comprobó que pacientes que tomaron 4 g de caiapo diarios durante 12 semanas tuvieron significativamente menores tenores de azúcar en la sangre, comparados con pacientes a los que se les suministró un placebo. El ingrediente activo que produce tal efecto parece ser una glicoproteína (proteína combinada con hidratos de carbono). Esto abre grandes posibilidades para lograr cultivares con mayor concentración de ese principio activo a través del mejoramiento genético.

También se descubrió que la pulpa de la variedad “Beauregard”, una batata de pulpa anaranjada que es una de las más consumidas en Estados Unidos, tiene el mismo patrón proteico, y en mayor cantidad, que la piel de la batata utilizada para la fabricación del caiapo. Nuevos estudios son necesarios para determinar si otras variedades de batata también tienen la capacidad de bajar los niveles de glucosa en la sangre. Se espera que en el futuro se pueda recomendar una dieta basada en batata, que resulte en el tratamiento de la diabetes a un costo menor que el de las drogas usadas actualmente.

- **Hipertensión.** Estudios científicos tanto de laboratorio como con animales y seres humanos demostraron que la batata contiene compuestos que pueden contribuir a bajar la presión de pacientes hipertensos. En el cuerpo humano hay un compuesto vasoconstrictor, la angiotensina II, que contribuye a elevar la presión sanguínea. En la producción de ese compuesto interviene una enzima denominada ACE. Se ha comprobado en laboratorio que sustancias presentes en la batata, como antocianinas y otros fenoles, tienen acción inhibitoria sobre la ACE, por lo que la producción de angiotensina II se ve también inhibida y la presión sanguínea no sería potencialmente tan elevada.

En un estudio realizado en Japón, se alimentaron ratas hipertensas con batata de pulpa morada (400 mg de batata/kg). Al cabo de 2 horas esas ratas registraron menor presión sanguínea que ratas que no habían comido batata, hasta 8 horas luego de la ingesta. El mismo efecto se observó en el largo plazo, en ratas alimentadas con batata (0,1 a 0,2 % de batata en la dieta durante 8 semanas). Cuando se suprimió la dieta con batata, la presión sanguínea de esas ratas volvió a subir. El efecto sobre la presión sanguínea de la batata se comprobó en un estudio con 12 seres humanos hipertensos, a la mitad de los cuales se le logró bajar la presión a valores no peligrosos luego de ingerir 120 ml de jugo de batata durante 44 días. El consumo de batata, por su alto contenido de potasio, es recomendado como parte de una dieta saludable que contribuye a controlar la presión.

- **Colesterol.** El colesterol es un compuesto implicado en la génesis de la arterioesclerosis coronaria de los humanos. La fibra de la batata puede ser efectiva para bajar el nivel de colesterol en la sangre, y así reducir el riesgo de contraer esa enfermedad. Se ha sugerido que las sustancias pécticas presentes en la fibra que tienen un alto grado de grupos “metoxil” son importantes en cuanto a la reducción del colesterol en la sangre. La fibra de la batata es una de las más “metoxiladas” y eso explicaría ese efecto. Se menciona que la fibra de la batata ayuda a descargar el colesterol del cuerpo.

El efecto anticolesterol de la batata fue probado en animales de laboratorio: se determinó que una dieta basada en batata produjo en sangre de ratas menores niveles de colesterol y triglicéridos que una basada en trigo.

Estudios con humanos también sugieren que la batata puede tener ese efecto reductor del colesterol en la sangre. Un estudio en Papua Nueva Guinea, uno de los países que más consume batata en el mundo, comparó los niveles de colesterol de personas alimentadas con batata principalmente, con el de aquellas que consumen básicamente arroz. Los que se alimentaban con batata tuvieron valores más bajos que los que consumían arroz; y cuando a los primeros se les cambió la dieta a una con menos batata esto causó una suba en el colesterol.

En otro ensayo donde se evaluó el efecto de un extracto de batata para controlar la diabetes 2, se halló que la dosis de 4 g del extracto diariamente durante 6 semanas no solo bajó los niveles de glucosa en la sangre, sino también los de colesterol.

- **Cáncer.** Recientes investigaciones sugieren que otro de los beneficios de la batata para la salud humana podría ser el aumentar el contenido de productos “anticáncer”. Investigadores japoneses determinaron que el extracto de batatas asadas contiene altas cantidades de compuestos fenólicos, que normalmente neutralizan los radicales libres que se generan en el cuerpo y humano y que dan origen al cáncer entre otras enfermedades. También determinaron que esos extractos suprimen la proliferación de células de la leucemia en forma dosis-dependiente.

En otro estudio se demostraron los beneficios de batata de pulpa morada en ratas con cáncer. Los investigadores indujeron el cáncer en ratas tratándolas con compuestos cancerígenos, y determinaron una reducción en la enfermedad al alimentar ratas con la batata de pulpa morada. En la Universidad de Kansas se están estudiando las propiedades anticáncer de una nueva variedad de batata de pulpa morada. Esa variedad tiene alto contenido de antocianinas, pigmento que ha sido asociado epidemiológicamente con la reducción del riesgo de cáncer. Se halló que dos tipos de antocianinas presentes en ese clon, la cianidina y la peonidina, inhibieron el crecimiento *in vitro* de células del cáncer de colon. Si bien esto no significa que esos compuestos tengan el mismo efecto en el cuerpo humano, abren un campo de investigación auspicioso para la prevención de esa enfermedad.

- **Estrés.** La batata puede ayudar a combatir el estrés pues contiene carbohidratos saludables que ayudan a estabilizar el nivel de glucosa en la sangre. Se ha comprobado que los altibajos en los niveles de glucosa en la sangre que pueden ocurrir al consumir carbohidratos fácilmente asimilables (pan, arroz, fideos) también causan altibajos en el humor. Cuando los azúcares se elevan en la sangre esto puede estar asociado a picos de euforia, para ser seguido de una depresión cuando la concentración de azúcares baja rápidamente.
- **Artritis.** Según el Comité de Médicos para una Medicina Responsable (<http://www.pcrm.org/>) es posible reducir los síntomas de la artritis a través de la alimentación. Se sabe que la nutrición puede afectar la artritis en dos maneras. Por un lado, hay alimentos que desencadenan los síntomas de la artritis reumatoidea, y eliminándolos de la dieta los síntomas se reducen y en algunos casos se eliminan completamente. Por otro lado, algunos alimentos contienen ciertos ácidos grasos, como el linolénico, que tiene efecto antiinflamatorio, reduciendo la hinchazón, la rigidez, y el dolor en las articulaciones. Dentro de los alimentos que suelen desencadenar la artritis se encuentran los lácteos, las carnes, la papa, el tomate, y las nueces, entre otros. La batata es uno de los alimentos que nunca provocan artritis, entre los que también están los alcauciles, el brócoli, la lechuga, la espinaca, la acelga, y los zapallos. El mecanismo de acción por el cual la batata tiene un efecto benéfico sobre la artritis es a través de sus antioxidantes, que bloquean la acción de los radicales libres. Estos últimos son un serio problema especialmente en articulaciones inflamadas, pues en esos casos se produce una cantidad extra de radicales libres. Es allí donde actúan los antioxidantes de la batata, como el betacaroteno, las antocianinas, la vitamina C y los compuestos fenólicos. Por eso es más saludable consumir

variedades de batata de pulpa anaranjada y morada, pues generalmente tienen mayor capacidad antioxidante que las batatas que carecen de esos compuestos.

- **Alzheimer.** Si bien no hay tratamiento para esta enfermedad, las evidencias médicas sugieren que con una dieta saludable se pueden prevenir muchos casos. La batata figura en la lista de alimentos recomendados para prevenir esta enfermedad por su contenido de Vitamina B6.

Procesamiento e industrialización

Héctor R. Martí, Julieta Gabilondo

Por un lado, la batata puede consumirse hervida, horneada, frita o en una amplia gama de productos industrializados. Es una excelente materia prima para procesar. Sus cualidades nutritivas y saludables hacen que se puedan obtener productos alimenticios que mantengan parte de esas cualidades. Esto es importante debido al creciente interés de los consumidores por una alimentación saludable. Por otro lado, algunos usos no alimenticios de los productos de batata pueden sustituir a los productos de síntesis química, que tienden a ser reemplazados por aquellos de origen natural con procesos de obtención menos contaminantes. Los fenoles totales y la actividad antioxidante se descomponen parcialmente durante los distintos métodos de cocción hogareña de batata. El grado de pérdida depende de las condiciones y el tipo de cocción y de las cultivares.

8.1. Productos a partir de batata en trozos (rodajas, cubos, bastones, etc.)

En distintas partes del mundo se han desarrollado productos de batata en trozos o a partir de batata cortada. En Filipinas se comercializa la llamada "sopa de frutas", consistente en pequeños cubos secos de batata, coco, mandioca y banana, que se cocinan con arroz, leche de coco, vainilla y azúcar morena. En ese mismo país existe otro producto de batatas de pulpa anaranjada, cortadas en bastones y cocinadas en melaza con ácido cítrico, y empacadas en bolsas de plástico.

En Japón se fabrica el "sembei", consistente en batatas sin pelar, cortadas en rodajas finas, recubiertas de caramelo y horneadas hasta quedar crocantes, y saborizadas con semillas de jengibre o sésamo. Otro producto japonés es el "mushikiriboshi". Se trata de batatas peladas al vapor, cortadas a lo largo, y secadas a 15 °C. Como el secado es lento, el azúcar proveniente de la degradación del almidón (maltosa) se deposita en la superficie semeando un espolvoreado de azúcar. Se prepara horneada y se come como "snack".

En Estados Unidos, el único producto de batata ampliamente distribuido es la batata enlatada, que va cortada en trozos y embebida en melaza o al vacío sin líquido.

El procesamiento de la batata en copos permite su utilización en tortas, postres y helados. Para la elaboración de copos las batatas son convertidas en un puré que es secado en tambores hasta convertirse en un film con 2 a 3 % de humedad, el que es molido para formar los copos.

En Japón se producen tanto con batatas de pulpa blanca como coloreada (anaranjada y púrpura), lográndose con estas últimas un producto de atractiva apariencia que se utiliza en tortas, postres y helados.

En algunos países como Estados Unidos, Corea, Perú y Japón se comercializan "chips" de batata frita rica en provitamina A y vitamina C. En Argentina ya se ha lanzado al mercado un producto basado en batata frita. También hay batata prefrita y congelada, cortada en bastones, que solo necesita una corta fritura para consumirse. En Japón son de diversas formas (rodajas, bastones) y recubiertas de azúcar. En otros países se comercializan chips de batata salados (Nueva Guinea), o con especias (Bangladesh). En Estados Unidos el producto no ha tenido más desarrollo debido a calidad del producto final y a la falta de batata en algunos períodos del año.

Otro producto desarrollado en Asia consiste en láminas de batata seca de sabor agridulce. Está hecho con láminas de batata de 0,3 mm, hervida y luego inmersa en melaza conteniendo ácido cítrico, y posteriormente secada a 65 °C. Tiene más aceptación si está hecho con batata de pulpa naranja.

8.2. Dulces, jaleas, y caramelos

En Argentina el principal producto de industrialización de la batata es el dulce sólido. Según el Código Alimentario Argentino, los dulces son confituras elaboradas por cocción de no menos de 45 partes de pulpa de frutas, tubérculos u hortalizas, con el jugo que normalmente contienen y el agregado de azúcares o edulcorantes. En el dulce de batata se admite una cantidad de sólidos solubles no menor de 60 % y se permite el empleo de gelatina como gelificante, en la cantidad mínima indispensable para obtener el efecto deseado. Para la elaboración del dulce de batata se utilizan raíces enteras lavadas y sin signos de enfermedad. En la primera parte del proceso, tratándolas previamente con vapor, se separa la piel de la pulpa, se trituran y cocinan. En una segunda etapa, se les adiciona el azúcar y el gelificante y se continúa la cocción hasta alcanzar la consistencia deseada. Los ingredientes principales son:

- **Batatas:** enteras lavadas y sin signos de enfermedad.
- **Azúcar:** se utiliza azúcar blanca comercial, la cual posee un 99,5 % de sacarosa. Su función es otorgarle el gusto dulce y volumen al dulce.
- **Agar-agar:** es un polisacárido obtenido de la pared celular de especies de algas rojas. Es incoloro, insípido y absorbe agua en cantidades de 200 y 300 veces su peso, formando una gelatina. En el dulce de batata su función es brindarle la consistencia gelatinosa y la textura que posee al corte.

La demanda de alimentos naturales está llevando a la industria a elaborar dulces sin conservantes, ni colorantes, con bajas calorías y nuevos sabores. La utilización de nuevos cultivares de batata con mejor calidad nutricional y funcional se presenta como una alternativa para atraer consumidores en busca de alimentos más saludables. Los polifenoles en la piel se pueden reducir después de la cocción; la mayor pérdida es en horno convencional que por hervido y en horno microondas, mientras que en la pulpa parecieran ser más estables. Durante el tratamiento térmico el contenido de provitamina A también puede disminuir. Experimentalmente se halló que durante la elaboración del dulce los fenoles totales y actividad antioxidante disminuyen considerablemente, dependiendo de los cultivares; las pérdidas mayores son en el cultivar Beauregard que en Colorado INTA. En carotenos totales las pérdidas fueron similares en ambos cultivares. Al igual que las batatas frescas, los dulces elaborados con el cultivar Colorado INTA resultaron más ricos en polifenoles y actividad antioxidante que las del cultivar Beauregard. Sin embargo, no se diferenciaron en el contenido de carotenos. El efecto de la cocción con vapor fue diferente para cada cultivar, en Beauregard el contenido de polifenoles y la actividad antioxidante disminuyeron y en la batata entera de Colorado INTA se incrementaron. Durante el procesamiento, las disminuciones más importantes se produjeron luego del agregado del azúcar. Por lo tanto, para disminuir las pérdidas de polifenoles totales y la actividad antioxidante en el dulce de batata debería considerarse reducir el tiempo de cocción del puré con el azúcar o analizar el efecto de otros edulcorantes nutritivos; además de utilizar cultivares, como Colorado INTA, con mejores propiedades funcionales.

La elaboración de dulce con batata sin pelar tiene poco efecto en el contenido de compuestos bioactivos en los dulces. De acuerdo a lo analizado, la piel de batata en la industria alimentaria aportaría mayores beneficios a través de la extracción de sus compuestos antioxidantes que por su inclusión en la elaboración de dulces.

Además del conocido dulce de batata argentino, en China y Filipinas se preparan jaleas de batata, elaboradas con batatas de distintos colores y el agregado de agua, azúcar y ácido cítrico. La mezcla es cocinada hasta obtener la consistencia deseada.

En Japón se elaboran caramelos a partir de batatas sin pelar. Las batatas son partidas y mantenidas a 55 °C con malta de centeno para sacarificar el almidón. Por presión se extrae un jugo que es hervido por varias horas hasta obtener una melaza muy consistente, la que es enfriada, aireada para endurecerla y transformada en una tira que es cortada para obtener los caramelos.

En México se vende una pasta de batata saborizada con naranja, frutilla o ananá, moldeada en forma cilíndrica.

En China, existe un dulce hecho con batata, azúcar y aceite de manteca deshidratada.

8.3. Productos de panificación

La utilización de harina de batata para reemplazar parte de la de trigo en la fabricación de pan ha sido estudiada en muchos países. En Perú y Japón se produce pan a escala comercial. Las investigaciones indican que la harina de batata puede reemplazar a la de trigo en un 10 a 15 % sin afectar la calidad del pan. En tortas y otros productos es mayor la proporción de harina de batata que puede reemplazar a la de trigo, como en el caso de Filipinas y la India, donde se elaboran distintos tipos de galletitas con 50 % de harina de batata, o la torta de merengue filipina que se elabora totalmente con harina de batata.

En varios países asiáticos la harina de batata también reemplaza parcialmente a la de trigo en la fabricación de fideos al huevo (“noodles”).

8.4. Alimentos para mascotas

En Estados Unidos se comercializan alimentos para pájaros que contienen batata además de otros ingredientes, y un alimento balanceado para perros que contiene batata y pescado.

8.5. Bebidas

Una bebida no alcohólica hecha con batata es producida en Filipinas. Contiene también ácido cítrico, el que puede ser reemplazado por limón, lo que mejora el sabor. Puede prepararse también con el agregado de otras frutas (guayaba, ananá, etc.). Se lo promociona por tener un alto valor nutritivo en provitamina A y por su color natural, sin los colorantes artificiales que generalmente tienen las bebidas.

En Japón se produce una bebida enlatada, a base de jugos de batata, tomate, y limón. En ese país, el 36 % de la producción de “shouchu”, una bebida alcohólica tradicional, es obtenida por fermentación de batata.

En Japón también se fabrica cerveza a partir de batata. Con las batatas de pulpa naranja se produce una cerveza de apariencia muy similar a la tradicional, y con batatas de pulpa morada se elabora una cerveza de color morado.

8.6. Purés, salsas y condimentos

En Filipinas, se ha experimentado con la utilización de batata como ingrediente de la salsa de soja. Las evaluaciones por paneles de degustación demostraron que no había diferencias entre la salsa de soja tradicional y la preparada con batata.

En Malasia e Indonesia se fabrica ketchup a partir de batata. Se utilizan cultivares de pulpa amarilla o anaranjada. El producto tiene valores de pH, sólidos solubles, viscosidad y vitamina A comparables al realizado con banana, y es tan aceptado por los consumidores como este último y el tradicional de tomate en términos de sabor, color, consistencia, y aceptabilidad general. Almacenado por cuatro meses presenta valores de parámetros sensoriales comparables con los del producto recién procesado.

En Japón se prepara vinagre a partir de la sacarificación del almidón, la fermentación de los azúcares resultantes, y la oxidación de los alcoholes producto de la fermentación para obtener el ácido acético del vinagre.

8.7. Almidón y productos derivados

La producción de almidón es uno de los principales usos que tiene la batata en países como China, el primer productor mundial de batata, y Japón. El rendimiento en almidón de la batata es superior en un 30 % al que se obtiene de maíz o de arroz, y en un 49 % al que se obtiene del trigo. En los países mencionados se han desarrollado cultivares para procesado con alto contenido de almidón. El almidón es usado directamente como agente espesante o gelificante en varias industrias de la alimentación, así como en la fabricación de pastas alimenticias ("noodles").

En algunos países se está incrementando la importancia de los volúmenes de melazas de azúcares obtenidos del almidón de batata. El proceso incluye la utilización de enzimas microbianas.

Otro producto derivado del almidón es el ácido cítrico, que se obtiene en China y Japón sacarificando el almidón y fermentando los azúcares resultantes por hongos.

Glutamato monosódico, un saborizador de alimentos de uso mundial, se fabrica en China a partir de almidón de batata. En ese país también hay producción de aminoácidos obtenidos de almidón de batata.

Alcohol industrial es otro de los productos obtenibles a partir de la batata. El alcohol se puede usar como solvente en la industria petroquímica y como combustible para motores.

Otros productos posibles de obtener son enzimas, pectinas y colorantes. En Japón se ha desarrollado un cultivar de pulpa púrpura para obtener colorante para alimentos.

8.8. Bioplásticos

El uso de plásticos biodegradables a partir de vegetales como la batata se está incrementando en el mundo, como una forma de reducir la contaminación ambiental. Importantes empresas internacionales, que quieren demostrar su preocupación por cuidar el medioambiente, están desarrollando productos, como ciertas partes para automóviles, a partir de

bioplásticos obtenidos de la batata. El proceso de obtención consiste en la degradación enzimática del almidón en glucosa, la que es fermentada y convertida en ácido láctico. Este es polimerizado en ácido poliláctico, que es el plástico con el que se fabrican los productos.

8.9. Biocombustible

La batata posee las cualidades necesarias para ser utilizada como materia prima para la producción de etanol. Entre esas cualidades están las de no ser muy exigente en cuanto a la calidad del suelo, tener un corto ciclo de producción (4 a 6 meses), y tener aptitud para adaptarse a diferentes escalas de producción. Y fundamentalmente en comparación con cultivos como el arroz, el plátano, el maíz y el sorgo, la batata es más eficiente en cantidad de energía neta producida por unidad de área y por unidad de tiempo. Esto ocurre porque produce un gran volumen de raíces en un ciclo relativamente corto. Diversos investigadores mencionan rendimientos que van desde 1.700 a 10.500 l/ha de etanol, dependiendo del cultivar, de las condiciones ambientales y del ciclo del cultivo. En Brasil, país pionero en la investigación y producción de etanol como biocombustible, funcionan varias usinas que producen bioetanol a base de batata. Ello es posible gracias a que el costo de producción es menor al de otros cultivos para el mismo fin, como el maíz. En Estados Unidos, sin embargo, la principal desventaja de la batata frente a otras materias primas como el maíz es su comparativamente mayor costo de producción, fundamentalmente por la incidencia de la mano de obra.

Misceláneas

Héctor R. Martí

9.1. Nombres

La batata es quizás uno de los cultivos con más nombres comunes: batata, boniato, camote, kumara, papa dulce. ¿De dónde surgen los distintos nombres de la batata en el mundo? "Batata" se usa en la mayoría de los países, "Camote" en México y Guatemala, parte de la Argentina y Perú, y "Boniato" en España y Uruguay principalmente. Los orígenes de esos vocablos están en los idiomas indígenas de diferentes partes de América Latina, de donde es originaria la batata. "Batata" deriva del taíno, idioma de los arahuacos taínos, indígenas que habitaban la actual Venezuela, y que también poblaron las Antillas. El vocablo inglés "potato" ("papa" en castellano) deriva de "batata". "Boniato" es un vocablo derivado de la lengua Caribe, y "Camote" proviene de "camohtli" vocablo de la lengua *náhuatl*, de indígenas de México. En países de habla inglesa se la conoce como "sweet potato" ("papa dulce"); particularmente en EE. UU. también se la llama "yam" por su semejanza con otra raíz tuberosa, el "ñame". En Nueva Zelanda se la conoce además como "kumara", voz que usaban los nativos maoríes, y que es muy similar a la palabra quechua "kumar", que usaban los nativos peruanos. Esto implica que hubo una conexión precolombina entre Sudamérica y Oceanía en la dispersión de la batata.

9.2. La batata como "techo verde"

La batata es una planta que tiene una gran capacidad de crecimiento. Normalmente en poco más de un mes de plantada es capaz de cubrir completamente el suelo con abundante follaje. Esta característica le permite proteger al suelo de la erosión, y controlar las malezas, que no pueden prosperar por falta de luz debajo de la masa de hojas y tallos de batata. En Japón, país de fanáticos de la batata si los hay, encontraron otra aplicación al follaje: hacer los edificios más frescos. Una compañía de desarrollo urbano cultivó batata en el techo de un edificio para bajar la temperatura; y lo logró: se comprobó que la temperatura sobre el techo de concreto era 15 °C más alta que debajo de la masa de follaje de batata. Esto se logra gracias a la gran masa foliar de la batata, que le permite evaporar grandes cantidades de agua y lograr así el efecto refrescante.

9.3. Batatas al espacio

La NASA está estudiando como cultivar plantas en ambientes sin gravedad a fin de poder en el futuro producirlas en las estaciones espaciales que servirán de apoyo a los viajes interplanetarios. La batata es una de las especies estudiadas, dadas sus cualidades nutritivas y saludables. Un informe da cuenta de un estudio realizado en el trasbordador Columbia. Se trasplantaron puntas de guía de batatas en el propio trasbordador, sin gravedad, y en el Centro Espacial Kennedy, con gravedad normal. Se halló que el número de raíces producido fue similar en ambos ambientes, aunque en las plantas cultivadas sin gravedad las raíces crecieron en forma perpendicular a las guías y tendían a ser más largas. También las crecidas en el espacio tenían mayor concentración de azúcares y almidón. Los investigadores concluyeron que “el ambiente de un vuelo espacial no tiene ningún efecto negativo sobre la capacidad de los gajos vegetales para formar raíces y que el uso de gajos debería ser un medio aceptable para propagar la batata en futuras aplicaciones espaciales”.

9.4. Cuestión de género

Para las comunidades indígenas de Irian Jaya, Indonesia, la batata es una de sus principales alimentos. Tal es su importancia, que se afirma que esas poblaciones eran cazadoras y recolectoras y pasaron a ser horticultoras gracias a la batata, que se adaptó perfectamente a su ambiente, permitiendo sostener la alimentación humana y de cerdos, que es otro de los pilares de su dieta. Un aspecto curioso es que hay cultivos solo realizados por hombres, como caña de azúcar y banana, mientras que otros, como la batata, son cultivados solo por las mujeres, quienes poseen amplios conocimientos de las variedades y de cómo producirlas. Más aún, la batata está ligada al estatus de las mujeres dentro de la comunidad. Cuanta más superficie cultiva una mujer, más alta es su consideración en la comunidad, y si se casa, se le otorga más superficie para cultivar batata, incrementando así su estatus dentro de la sociedad.

9.5. La batata más grande

La batata es una especie perenne. Es decir, mientras la planta tiene condiciones favorables para crecer, continúa haciéndolo. Desde el punto de vista botánico es una raíz engrosada, sin un punto de madurez definido, de manera que si la planta sigue creciendo y no se la cosecha es posible lograr ejemplares de varios kilos. Esto se da en regiones de clima subtropical o tropical, donde por las condiciones de humedad y temperatura la batata se desarrolla durante todo el año. Existen datos de batatas de varios kilos obtenidas en diversas partes del mundo, como por ejemplo el de una cultivada en el Líbano que pesó 11,3 kg. Sin embargo, el récord mundial (“Guinness”) lo tiene una batata de 37 kilos, obtenida en el año 2004 en Lanzarote, España, por el agricultor Manuel Pérez Pérez. Desde el punto de vista comercial, estas batatas solo serían útiles para industrias como almidón o bioetanol, donde no se requiere pelarlas, ni interesa la forma o el tamaño, sino el rendimiento. La batata en Indonesia es un cultivo fundamental para la subsistencia de la población indígena. En ese contexto

hay una serie de tradiciones relacionadas con la batata. En ciertas tribus en la provincia de Iran Jaya se lleva a cabo una competencia denominada Ndambu, en la que dos grupos de la comunidad compiten basados en sus habilidades para cultivar batata. Una parte de la competencia consiste en determinar qué grupo produce la batata más grande. Para ello una parte del cultivo es preparado para lograr batatas de gran tamaño. La técnica consiste en dejar una sola batata por planta, la más grande, permitiendo que solo ella se desarrolle eliminando las restantes de la planta. La batata más grande de la que se tiene noticia en esta competencia midió 1,96 m de circunferencia y necesitó de 6 hombres para ser transportada. La existencia de esta competencia ha ayudado a la preservación de las técnicas de cultivo y a mantener el entusiasmo y dedicación necesarios para obtener altas producciones.

Bibliografía

- AMES, T.; N.E.J.M. SMIT; A.R. BRAUN; J.N. O'SULLIVAN; L.G. SKOGLUN. 1997. *Sweetpotato: major pests and nutritional disorders*. International Potato Center, Lima, Perú.
- ANTUNEZ RIZZOLO, J. 2014. *Estudos para o aproveitamento biotecnológico de variedades de batata-doce [Ipomoea batatas (L.) Lam] na fermentação alcoólica para a produção de etanol combustível e aguardente*. Tesis doctoral, Universidad Federal do Paraná, Curitiba, Brasil.
- ARIZIO, C.M.; N. HOMPANERA; E.Y. SUAREZ; MM. MANIFESTO. 2009. *Genotypic identification and diversity evaluation of a sweet potato (Ipomoea batatas (L.) Lam) collection using microsatellites*. *Plant Genetic Resources*, 7(2):135-138. doi: 10.1017/S147926210809847X
- BASSETT, M.J. 1986. *Breeding Vegetable Crops*. The AVI Publishing Company, Florida, EUA.
- BENTON JONES JR., J.; B. WOLF; H.A. MILLS. 1991. *Plant Analysis Handbook*. Micro-Macro Publishing Inc. Athens, Ga, EUA.
- BURBA, J.L.; H.M. FONTAN; C.M. DEMARCO; I.P. DALLARI. 1988. *Evaluación de técnicas de propagación rápida para el desarrollo de un programa de producción de batata "semilla"*, *Horticultura Argentina* 7(15):61-64.
- C.A.A (Código Alimentario Argentino), *Capítulo x, Artículo 811* (Dec 112, 12/01/1976).
- http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/marco/CAA/capitulospdf/Capitulo_X.pdf consultado: 25 de septiembre de 2017.
- CASAFE. 2003. *Guía de productos fitosanitarios para la República Argentina*. Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes.
- CERVANTES-FLORES, J.C.; B. SOSINSKI; K.V. PECOTA; R.O.M. MWANGA; G.L. CATIGNANI; V.D. TRUONG; R.H. WATKINS; M.R. ULMER; G.C. YENCHO. 2010. *Identification of quantitative trait loci for dry-matter, starch, and β -carotene content in sweetpotato*. *Mol Breed*. 28: 201-216.
- CHANG, K.; H. LO; Y. LAI; P. YAO; K. LIN; S. HWANG. 2009. *Identification of quantitative trait loci associated with yield-related traits in sweetpotato (Ipomoea batatas)*. *Bot Stud*. 50: 43-55.
- CIP; AVRDC; IBPGR. 1991. *Descriptors for sweet potato*. En: Huamán, Z. (Ed.). *International Board for Plant Genetic Resources*, Roma, Italia.
- CLARK, C.A.; YJ.M. MOYER. 1988. *Compendium of sweet potato diseases*. APS Press. The American Phytopathological Society. 74 p.
- CLARK, C.A.; J.A. DAVIS; J. ABAD; W.J. CUELLAR; S. FUENTES; J. KREUZE; R.W. GIBSON; S.B. MUKASA; A.K. TUGUME; F. TAIRO; J.P.T. VALKONEN. 2012. *Sweet potato viruses: 15 years of progress on understanding and managing complex diseases*. *Plant Dis*. 96, 168-185.
- DI FEO, L.; S.F. NOME; E. BIDERBOST; S. FUENTES; L. SALAZAR. 2000. *Etiology of Sweet Potato Chlorotic Dwarf Disease in Argentina*. *Plant Disease* 84: 35-39.
- EDMUNDS, B.A.; M.D. BOYETTE; C.A. CLARK; D.M. FERRIN; T.P. SMITH; G.J. HOLMES. 2008. *Postharvest handling of sweetpotatoes*. North Carolina Cooperative Extension Service. Disponible: http://www.bae.ncsu.edu/people/faculty/boyette/pubs/sweetpotatoes_postharvest-1.pdf consultado: 25 de septiembre de 2017.
- FRANCESANGELI, N.; A. MITIDIERI. 1990. *Determinación del período crítico de competencia de malezas en batata*. II curso Internacional sobre el cultivo de Batata. INTA/CIP.
- FUJI-SANGYO CO. 2008. *Caiapo potato powder*. <http://www.fuji-sangyo.co.jp/english/product/caiapo.html> consultado: 26 de septiembre de 2017.
- GONZALEZ, J.; H.R. MARTÍ; G.B. CORBINO; G. SANCHEZ; A. ANDRIULO. 2009. *Efecto de cultivos antecesores y abonos verdes sobre los rendimientos, contenido de nutrientes, antocianinas, fenoles, capacidad antioxidante y parámetros edáficos en batata orgánica*. Proyecto regional Desarrollo y difusión de tecnología para la producción ecológica. Informe Técnico 2009 del Centro Regional Buenos Aires Norte. INTA, 93-98 pp.
- GUERTAL, E.A.; E.M. BAUSKE; J.H. EDWARDS. 1997. *Crop rotation effects on sweet potato yield and quality*. *Journal of Production Agriculture* 10(1):70-73.
- GUINNESS WORLD RECORDS. 2017. *The heaviest sweetpotato*. Disponible: <http://www.guinnessworldrecords.com/world-records/heaviest-sweet-potato> consultado: 26 de septiembre de 2017.
- HIDEYUKI, M.; K. TORU. 1996. *Response of edible sweetpotato to cropping systems*. *Sweetpotato Research Front* N.º 3. Disponible: <http://ss.knaes.affrc.go.jp/sporf/Ino03/contents.html> consultado: 26 de septiembre de 2017.
- HUMANS, R.J.; L. HUACCHO; D.P. ZHANG. 2000. *Global Distribution of Sweet Potato*. CIP Program Report 1999 – 2000 323–329. CIP, Lima, Perú.
- HUAMÁN, Z. 1992. *Botánica sistemática y morfología de la planta de batata o camote*. Boletín de información técnica 25. Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú.
- HUAMAN, Z.; J.L. MARCA; C. AGUILAR. 1999. *Techniques for rapid multiplication of sweetpotato planting materials*. En: *Sweetpotato Germplasm Management Training Manual, Section 2.0: Propagation and Conservation*. International Potato Center, Lima, Perú.
- INTA. 2014. *Batata Colorado INTA*. Disponible: <http://inta.gob.ar/variedades/colorado-inta> consultado: 26 de septiembre de 2017.
- INTA. 2016. *Mejoramiento Genético: Boni INTA, la batata de piel naranja*. INTA Informa. Disponible: <http://intainforma.inta.gov.ar/?p=33255#comment-15045> consultado: 26 de septiembre de 2017.
- INTA-CMCBA. 2013. *Gacetilla de Frutas y Hortalizas del Convenio INTA-CMCBA N.º 21*. Corporación del Mercado Central de Buenos Aires.
- INTERNATIONAL HEALTH NEWS DATABASE. 2002. *Sweet potato – New remedy for diabetes?* Disponible: <http://www>.

- yourhealthbase.com/database/a123a.htm consultado: 27 de septiembre de 2017.
- INTERNATIONAL POTATO CENTER (CIP). 2000. *Guide to Indonesian Sweetpotato Genetic Resources*. CD-ROM.
 - JONES, A.; P.D. DUKES; J.M. SCHALK. 1986. *Sweet Potato Breeding*. En: BASSETT, M.J. *Breeding Vegetable Crops*. AVI, Westport, Connecticut.
 - KIDMOSE, U.; L.P. CHRISTENSEN; S.M. AGILI; S.H. THILSTED. 2007. *Effect of home preparation practices on the content of provitamin A carotenoids in coloured sweet potato varieties (Ipomoea batatas Lam.) from Kenya*. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 8:399-406.
 - KOBAYASHI, M.; T. OKI; M. MASUDA; S. NAGAI; K. FUKUI; K. MATSUGANO; I. SUDA. 2005. *Hypotensive effect of anthocyanins rich extract from purple-fleshed sweet potato cultivar "Ayamurasaki" in spontaneously hypertensive rats*. *CAB Abstracts*.
 - KOGAN, M. 1992. *Malezas. Ecofisiología y Estrategias de control*. Univ. Pontificia Católica de Chile. 402 p.
 - KOWYAMA, Y.; T. TSUCHIYA; K. KAKEDA. 2000. *Sporophytic self-incompatibility in Ipomoea trifida, a close relative of sweetpotato*. *Ann Bot-London*. 85: 191-196.
 - KOWYAMA, Y.; H. TAKAHASHI; K. MURAOKA; T. TANI; K. HARA; I. SHIOTANI. 1994. *Number, frequency and dominance relationships of S-alleles in diploid Ipomoea trifida*. *Heredity* 73: 275-283.
 - LI Y., Y. GU, H. QIN, Y. ZHANG. 2010. *Two pairs of sucrose transporters in Ipomoea batatas*
 - LO, J.Y.; C.A. CLARK. 1988. *Sources of Inoculum and Infection Courts of Diplodia gossypina on Sweet Potato Phytopathology* 78:1442-1446.
 - LOEBENSTEIN, G.; G. THOTTAPPILLY. 2009. *The Sweetpotato*. Springe.
 - LOEBENSTEIN, G.; G. THOTTAPPILLY; S. FUENTES; J. COHEN. 2003. *Virus and Phytoplasma Diseases*. Cap. 8: 105-131. En: LOEBENSTEIN, G.; G. THOTTAPPILLY. (Ed.). *Virus and virus like diseases of major crops in developing countries*. Kluwer Academic Publishers.
 - LOPES, C.A.; J.B.B. SILVA. 1993. *Management measures to control foot rot of sweet potato caused by Plenodomus destruens*. *International Journal of Pest Management* 39 (1):72-74.
 - MARCA, J. 1990. *Multiplicación rápida de batata por micro-esquejes de un nudo y hoja*. *Manual de manejo de germoplasma de batata o camote, Fascículo 2.3*. Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú.
 - MARTÍ, H.R. 1997. *Batata: Manejo en el Nordeste de Buenos Aires*. *Supercampo*, 3(32):94-97.
 - MARTÍ, H.R. 2003. *Tecnología para el cultivo de batata*. *IDIA XXI N.º 4*:63-67.
 - MARTÍ, H.R. 2009. *Evaluación de cultivares de batata en un sistema de producción orgánica. Proyecto regional Desarrollo y difusión de tecnología para la producción ecológica. Informe Técnico 2009 del Centro Regional Buenos Aires Norte*. INTA, 99-102 pp.
 - MARTÍ, H.R.; M. FILIPPI, M.; M.C. CHIANDUSSI. 2011. *Recomendaciones para el cultivo de batata en la huerta familiar*. *Pro Huerta*. INTA. 8 p.
 - MARTÍ, H.; C. CHIANDUSSI; M. FILIPPI. 2014. *Producción agroecológica de batata el gran cultivo y la huerta familiar*. Ediciones INTA. 76 p. Disponible: <http://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-intasp-marti-et-al-manual-cultivo-de-batata-2014.pdf> consultado:27 de septiembre de 2017.
 - MARTIN, F.W. 1967. *The sterility-incompatibility complex of the sweetpotato*. En: *Proceedings of International Symposium on Tropical Root Crops*, St. Augustine, Trinidad. 2-8 Abril, 1967. University of West Indies. 315 p.
 - MARTIN, F.W.; S. ORTIZ. 1966. *Germination of sweetpotato pollen in relation to incompatibility and sterility*. *Proc Am Soc Hort Sci*. 88: 491-497.
 - MARTINENGO DE MITIDIERI, I.Z. 1990. *Enfermedades de la batata*. En: *II Curso Internacional sobre el cultivo de batata*. INTA San Pedro-CIP.
 - MATANUBUN, H.; A. ROCHANI; A. SUMULE. 1995. *Some aspects of indigenous knowledge of selected sweetpotato farming systems in Irian Jaya*. En: Schneider, J. (Ed.). *Indigenous knowledge in conservation of crop genetic resources*. *Proceedings of the international workshop*, Cisarua, Bogor, Indonesia, enero 30, febrero 3, 1995.
 - MINISTRY OF FISHERIES, CROPS AND LIVESTOCK NEW GUYANA MARKETING CORPORATION NATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE. 2004. *Sweet Potato Postharvest Care and Market Preparation*. *Technical Bulletin N.º 16*.
 - MITIDIERI, A.; P.R. BIANCHINI. 1969. *Evaluación de fungicidas para el control de la "Peste Negra" (Plenodomus destruens) en plantines de batata*. *Informe Técnico*, San Pedro, INTA.
 - MITIDIERI, A.; Z. FUCHS; P.R. BIANCHINI. 1973. *El control de enfermedades y malezas en batatas*. *IDIA, (CCI)*:46-53.
 - MITIDIERI, A., H. SCHOO, N. FRANCESCANGELI, P. R. BIANCHINI. 1986. *Las malezas de los cultivos hortícolas en la región litoral su identificación y control*. IV Ed. San Pedro, INTA.
 - MITIDIERI, I.Z.M. DE. 1973. *Enfermedades criptogámicas nuevas o poco difundidas en la Argentina*. *IDIA, (CCCC)*:9-12.
 - MITIDIERI, M.; V. BRAMBILLA; E. PIRIS; M. BARBIERI. H.R. MARTÍ. 2006a. *Susceptibilidad de peste negra (Plenodomus destruens Harter) en dos cultivares de batata inoculadas artificialmente*. XXIX Congreso Argentino de Horticultura. Catamarca 20 al 23 de septiembre.
 - MITIDIERI, M.; A. CONSTANTINO; G. SEGADE; V. BRAMBILLA; M. BARBIERI, M. 2006b. *Efecto de la solarización y tratamientos preventivos de raíces en la sanidad de plantas de batata*. XXIX Congreso Argentino de Horticultura. Catamarca 20 al 23 de septiembre.
 - MITIDIERI, M.; M.V. BRAMBILLA; V. SALIVA; W. KISSLING; E. TAUTERY; H. MARTÍ. 2006c. *Evaluación de diferentes tratamientos de suelo y raíz para el control de enfermedades en almácigos de batata*. XII Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Facultad de Ciencias Agrarias. U.N. Catamarca. Catamarca, 28 al 30 de junio de 2006. Disponible: http://anterior.inta.gov.ar/sanpedro/info/doc/2006/mm_0601re.htm consultado el 05 de octubre de 2013.
 - MITIDIERI, M. 2013. *Manejo de enfermedades de origen fúngico que afectan al cultivo de batata en el almácigo y la postcosecha*. En: Mitidieri, M.; N. Francescangeli (Eds.). *Sanidad en Cultivos Intensivos. Módulo 3: Batata, arveja y hortalizas*

- de hoja: no hay sencillez que no esconda sus vueltas. 109 p.
- MITIDIERI, M. 2014. Enfermedades ocasionadas por hongos y bacterias. 42-45 pp. En: MARTÍ, H.; C. CHIANDUSSI; M. FILIPPI (Eds.). *Producción agroecológica de batata el gran cultivo y la huerta familiar*. Ediciones INTA. 76 p.
 - NELSON, S. 2008. *Java Black Rot of Okinawa Sweetpotato*. Cooperative Extension Service. College of Tropical Agriculture and Human Resources. University of Hawaii.
 - NISHIYAMA, I. 1971. Evolution and domestication of the sweet potato. *Bot Mag.* 84: 377-387.
 - NORTH CAROLINA STATE UNIVERSITY. 2006. NC State University researchers reveal sweet potato as weapon against diabetes. Disponible: <http://www.cals.ncsu.edu/agcomm/writing/newsrsls/archive/2006/10-04-06a.htm> consultado: 27 de septiembre de 2017.
 - NUTRAINGREDIENTS-USA. 2004. Japanese vegetable extract offers promise for diabetes control. Disponible: http://www.nutraingredients-usa.com/Research/Japanese-vegetable-extract-offers-promise-for-diabetes-control?utm_source=copyright&utm_medium=OnSite&utm_campaign=copyright consultado: 27 de septiembre de 2017.
 - OKE, M.O.; T.S. WORKNEH. 2013. A review on sweet potato postharvest processing and preservation technology. *African J. Agr. Res.* 8(40):4990-5003.
 - PADDA, M.S.; D.H. PICHA. 2008. Phenolic composition and antioxidant capacity of different heat-processed forms of sweetpotato cv. Beaugregard. *International Journal of Food Science and Technology*, 43:1404-1409.
 - Peabody, E. 2007. A Gluten-Free Pancake That Really Stacks Up. Disponible: <https://www.ars.usda.gov/news-events/news/research-news/2007/round-a-gluten-free-pancake-that-really-stacks-up/> consultado: 20 de mayo de 2018.
 - PHILPOTT, M.; K.S. GOULD; K.R. MARKHAM; S.L. LEWTHWAITE; L.R. FERGUSON. 2003. Enhanced coloration reveals high antioxidant potential in new sweetpotato cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83. 1076-1082.
 - PHYSICIANS COMMITTEE FOR RESPONSIBLE MEDICINE. 2013. Dietary Guidelines for Alzheimer's Prevention. Disponible: <http://www.pcrm.org/health/reports/dietaryguidelines-for-alzheimers-prevention> consultado: 26 de septiembre de 2017.
 - PHYSICIANS COMMITTEE FOR RESPONSIBLE MEDICINE. Nutrition Education, Curriculum. Section eight: Nutrition and Arthritis. 2012 Disponible: <http://www.pcrm.org/search/?cid=2267#natural> consultado: 27 de septiembre 2017.
 - PICHA, D. 1997. Postharvest handling and physiology of sweetpotatoes. *Louisiana Agriculture* 40(4):30-31.
 - RAVI, V.; P. INDIRA. 1999. Crop Physiology of Sweetpotato. *Horticultural Reviews* 23:277-339.
 - RAVI, V.; S.K. NASKAR; T. MAKESHKUMAR; B. BABU; B.S. PRAKASH KRISHNAN. 2009. Molecular Physiology of Storage Root Formation and Development in Sweet Potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). *Journal of Root Crops*, 35(1):1-27.
 - RODRÍGUEZ PARDINA, P.E.; N. BEJERMAN; A.V. LUQUE; L. DI FEO. 2012. Complete nucleotide sequence of an Argentinean isolate of Sweet potato virus G. *Virus Genes*: 45 (3):593-595.
 - RODRÍGUEZ PARDINA, P.; A. LUQUE; C. NOME; E. LÓPEZ COLOMBA; S. FUENTES DELGADO; L. DI FEO. 2012. First report of Sweet potato leaf curl virus infecting sweet potato in Argentina. *Australasian Plant Dis. Notes*: 7 (1):157-160. DOI 10.1007/s13314-012-0073-7.
 - ROLSTON, L.H.; C.A. CLARK; J.M. CANNON; W.M. RANDLE; E.G. RILEY; P.W. WILSON; M.L. ROBBINS. 1987. 'Beaugregard' Sweet Potato. *HortScience* 22(6):1338-1339.
 - SANCHEZ, M.G.; M. MITIDIERI. 2010. Productos fitosanitarios permitidos para la producción y poscosecha de hortalizas. Guía para el productor. Boletín de Divulgación Técnica N.º 19. Ediciones INTA. INTA San Pedro. Buenos Aires Argentina. 110 p.
 - SCHULTHEIS, J.R. 1998. Guidelines for sweetpotato seed stock and transplant production. North Carolina Cooperative Extension Service. Disponible: <http://www.ces.ncsu.edu/hil/pdf/hil-23-c.pdf> consultado: 27 de septiembre de 2017.
 - SCOTT, L.E.; J.C. BOUWKAMP 1974. Seasonal mineral accumulation by the sweet potato. *HortScience* 9(3): 233-235.
 - SCOTT, G.; J.E. HERRERA; N. ESPINOLA; M. DAZA; C. FONSECA; H. FANO; M. BENAVIDES. 1992. Desarrollo de Productos de Raíces y Tubérculos. Volumen II-América Latina. CIP, Lima, Perú, 375 p. Disponible: <http://web-japan.org/trends/science/sci031212.html> consultado: 26 de septiembre de 2017.
 - SCOTT, G.J.; M. ROSEGRANT; C. RINGLER. 2000. Roots and tubers for the 21st Century: Trends, projections, and policy options. *Food, Agriculture and the Environment Discussion* 31. Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute (IFPRI) and International Potato Center (CIP).
 - SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA. (S.A.G.P. y A). 2000. Dirección de Industria Alimentaria. Cadena de dulces sólidos: Batata y membrillo.
 - SENASA. 1983. Resolución-297-1983-Ministerio de Agroindustria. Disponible: <http://www.senasa.gov.ar/normativas/resolucion-297-1983-ministerio-de-agroindustria> consultado: 20 de mayo de 2018.
 - SENASA. 2013. Límites máximos de residuos permitidos por cultivo hasta julio 2013. Disponible: <http://www.senasa.gov.ar/contenido.php?to=n&in=524&io=2956> consultado: 26 de septiembre de 2017.
 - SHEKHAR, S; D. MISHRA; A.K. BURAGOHAIN; S. CHAKRABORTY; N. CHAKRABORTY. 2015. Comparative analysis of phytochemicals and nutrient availability in two contrasting cultivars of sweetpotato (*Ipomoea batatas* L.). *Food Chemistry*, 173, 957-965.
 - SOMASUNDARAM, K.; V.S. SANTHOSH MITHRA. 2008. Madhuram: A Simulation Model for Sweet Potato Growth. *World Journal of Agricultural Sciences* 4(2): 241-254.
 - SPONTAK S.M. 2011. Sweet potatoes in space. Disponible: <http://www.personal.psu.edu/af3/blogs/SLOW/2011/11/sweet-potatoes-in-space.html> consultado: 20 de mayo de 2018.
 - SUDA, I.; T. OKI; M. MASUDA; M. KOBAYASHI; Y. NISHIBA; S. FURUTA. 2003. Physiological functionality of purple-fleshed sweet potatoes containing anthocyanins and their utilization in foods. *JARQ* 37(3):167-173.
 - SWEETSP.COM. 2011. Other names of sweet potato. Disponible: <http://www.sweetsp.com/names-sweet-potato.html> consultado: 20 de mayo de 2018.
 - VALVERDE, R.A.; C.A. CLARK; J.P. VALKONEN. 2007. Viruses and virus disease complexes of sweetpotato. *Plant Viruses* 1 (1) 116-126.
 - VICENTE, E.; W. SPINA. 1998. El cultivar de boniato INIA Aapey. Hoja de divulgación N.º 66. Horticultura, INIA, Uruguay.

- WARME, H.E.; H.J. CRUZADO. 1949 *The flowering and seed setting of sweetpotato in Puerto Rico*. *Science* 109: 62-63.
- WELLNESS INSIGHT JOURNAL. 2010. *Sweet Potatoes: Good For Your Heart And Your Head!* Disponible: http://www.anxiety-and-depression-solutions.com/articles/complementary_alternative_medicine/diet/sweet_potatoes_superfood.php consultado: 26 de septiembre de 2017.
- WILLIAMS, D.B.; F.W. COPE. 1967. *Notes on selfincompatibility in the genus Ipomoea L.* En: TAI, E.A. (Ed.). *Proceedings of International Symposium on Tropical Root Crops, St. Augustine, Trinidad*. 2-8. University of West Indies. 16-30 pp.
- WOOLFE, J. 1992. *Sweetpotato, an untapped food resource*. Cambridge University Press y Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú.
- YAMAKAWA, O.; M. YOSHIMOTO. 2002. *Sweetpotato as food material with physiological functions*. *Proceedings of the First International Conference on Sweetpotato Health and Food for the Future*. Lima, Perú, 26-29 de julio 2001, 179-185 pp.
- YAN LI, YINGHONG GU, HUA QIN, YIZHENG ZHANG. 2010. *Two pairs of sucrose transporters in Ipomoea batatas (L.) Lam are predominantly expressed in sink leaves and source leaves respectively*. *Plant Science* 179:250-256.
- YOSHIMOTO, M.; S. OKUNO; M. YAMAGUCHI; O. YAMAKAWA. 2001. *Antimutagenicity of deacylated anthocyanins in purplefleshed sweet potato*. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 65, 1652-1655.
- YOSHIMOTO, M.; O. YAMAKAWA; H. TANOUE. 2005. *Potencial chemopreventive properties and varietal difference of dietary fiber from sweetpotato (Ipomoea batatas L.) root*. *Japan Agricultural Research Quarterly*, 39 (1), 37-43.
- ZHION HEALTH. 2008. *Health benefits of sweetpotatoes*. Disponible: http://www.zhion.com/herb/Sweet_Potatoes.html consultado: 27 de septiembre de 2017.
- ZIMDHAL, R. 1980. *Crop competition: a review*. *Inter. Plant Protection Center*. Oregon State University, Corvallis, Oregon, EUA. 195 p.



La Asociación Argentina de Horticultura (ASAHO), principal institución responsable de la promoción del conocimiento de las hortalizas, se ha propuesto elaborar una serie de fascículos bajo la denominación Colección Horticultura Argentina, destinados a la enseñanza de la especialidad en el país. A esta iniciativa se sumó el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), que, a través de un convenio específico con la ASAHO, hace posible la edición de esta colección.

La misma está compuesta por fascículos de **Horticultura General** y **Horticultura Especial**. Estos se proponen como base para el estudio de cada tema, y tienen como autores y responsables de edición a los principales profesionales de organismos públicos y empresas privadas o mixtas, con gran experiencia en la materia. Ellos han donado sus derechos de autor para contribuir con los estudiantes y técnicos en el desarrollo de la actividad.

ASAHO e INTA desean que estos fascículos formen parte de la biblioteca de consulta de todos aquellos que abracen esta disciplina.



ASAHO

Asociación
Argentina de
Horticultura



Secretaría
de Agroindustria



Ministerio de Producción y Trabajo
Presidencia de la Nación