

Boniato

Alfredo Miguel Gómez

Doctor ingeniero agrónomo

1. Introducción

En los países de habla hispana, el boniato se conoce también como batata o camote.

En España se hace la distinción entre variedades de piel roja, a las que se llama batata y a las de piel y carne blancas, boniato, aunque ambas pertenecen a la misma especie. El boniato mantiene la carne firme después de cocido, mientras que la batata se deshace.

Parece que el boniato procede de América (centro o sur). Se encontraron restos de tubérculos de boniato de hace 8-10.000 años en Chilca (Perú), pero no se sabe si entonces ya se cultivaban o fueron recolectados de plantas silvestres. Se piensa que su origen está entre el Yucatán al norte y el Orinoco al sur, seguramente entre Guatemala y el sur del Perú.

Ya en tiempos prehistóricos llegó a Polinesia.

A partir del descubrimiento de América, el boniato se extendió rápidamente. En su primer viaje, Colón conoció el boniato en Cuba y Santo Domingo, desde donde lo llevó a España.

Después hubo dos líneas de transmisión:

- Desde España, el boniato se extendió por Europa (sobre los años 1500) y fue a la India y África, con los portugueses.
- Desde México lo llevaron los españoles a Filipinas. En 1594 llegó a China, procedente de México o de la India.

Probablemente el boniato no se conoció en Norteamérica hasta la llegada de los europeos.

2. Características botánicas

La planta es de la especie *Ipomoea batatas* (Lam), que pertenece a la familia *Convolvulaceae*. Existen más de 400 especies silvestres de *Ipomoea* pero *I. batatas* solo se encuentra como planta cultivada. Otra *Ipomoea*, *I. aquatica*, se cultiva también en Malasia y China.

Las plantas procedentes de semilla tienen la raíz con un eje central y ramificaciones laterales. En las plantas producidas por esqueje, se desarrolla un vigoroso sistema de raíces adventicias que salen del esqueje enterrado y pueden llegar hasta 1,60 m de profundidad.

Hay raíces adventicias de dos tipos: finas y gruesas. Las primeras nacen de los entrenudos y tienen 4 haces vasculares, y las segundas nacen de los nudos y tienen 5-6 haces vasculares. Estas últimas son las que llegan a ser boniatos (raíces de almacenamiento). La proporción de unas y otras puede variar. Si el ambiente es favorable, se desarrollan más raíces gruesas y si es desfavorable, finas. En suelo seco y compacto las raíces gruesas comienzan a engrosar pero se lignifican y no llegan a ser de almacenamiento.

En la raíz se forma un engrosamiento donde se almacenan carbohidratos. El boniato se cultiva para el aprovechamiento de estas raíces tuberosas (que no son tubérculos).

Su forma varía desde casi esférica hasta ahusada. Puede llegar a medir más de 30 cm de longitud y 20 cm de anchura. El peso oscila entre 100 g y varios kilos por unidad.

La superficie de la raíz está cubierta por una capa suberificada. Tanto la piel como la carne contienen carotenoides y antocianos que determinan su color. En toda la carne hay vasos laticíferos que contienen látex y que aparece cuando se corta el boniato.

La textura de la raíz, después de cocida, es otra característica que sirve en España para clasificar las variedades: firme (boniato) o blanda y húmeda (batata), aunque se trata de la misma especie.

La mayoría de los boniatos son de porte rastrero, pero a veces se ponen erectos o se enroscan. Su longitud varía de 0,5 a 4 m. Algunos clones tienen ramas «invasoras» de hasta 16 m, que se utilizan para alimentación del ganado y en el control de la erosión. Los tallos rastreros emiten raíces en los nudos.

El tallo es normalmente de color verde pero algunos cultivares tienen una pigmentación púrpura.

Las hojas están dispuestas en espiral y tienen pecíolos de 5 a 30 cm. Son variables en forma y tamaño, incluso sobre la misma planta.

Hay variedades con hojas muy lobuladas y otras con bordes enteros y, entre estos dos extremos, las hay con formas intermedias. La superficie de la hoja suele ser glabra pero también pueden ser más o menos pilosas.

Las flores son aisladas o forman inflorescencias que nacen en la axila de las hojas, y tienen forma de campanilla. La flor abre antes del amanecer y se cierra y marchita al mediodía y solo es receptiva durante un corto período. La polinización la realizan insectos. La diferencia de longitud que existe entre los estambres y el estilo es causa frecuente de incompatibilidad, por lo que es difícil la producción de semilla.

El fruto es una cápsula de 5-8 mm de diámetro y contiene una o dos semillas negras de unos 3 mm. La testa es dura, lo que hace difícil la germinación. Solo se ha observado frecuente germinación de semillas en Papúa Nueva Guinea, donde aparecen continuamente nuevas variedades.

La raíz tuberosa, el boniato, no tiene período de dormición y cuando las condiciones de temperatura y humedad son adecuadas, se produce la brotación. Normalmente, de los brotes se obtienen los esquejes para la multiplicación de las plantas.

Después de la plantación de los esquejes, en un primer momento, se produce un crecimiento lento de las ramas y rápido de las raíces adventicias que salen de la parte enterrada del tallo. Estas raíces pueden llegar a 2 m de profundidad en determinados tipos de suelo, lo que permite a la planta soportar la sequía. Sin embargo, es importante que no falte humedad en el suelo durante las 6 semanas después de la plantación y al comienzo del engrosamiento de la raíz, pues entonces la producción se vería afectada.

A partir de las 9-10 semanas se produce un rápido crecimiento de los tallos y aumento de la superficie foliar y empieza el engrosamiento de la raíz. Finalmente cesa el crecimiento de las hojas y aumenta rápidamente el almacenamiento en la raíz.

3. Cultivo

Los boniatos se cultivan desde 40° latitud N hasta 32° S y desde el nivel del mar hasta 3.000 m de altitud en el ecuador.

Es una planta de clima cálido y se ve muy afectada por el frío. En las regiones templadas debe haber, al menos, un período de 4-6 meses relativamente cálidos para que el cultivo pueda prosperar.

Con menos de 15 °C en el suelo, la planta detiene su crecimiento. La temperatura óptima para el desarrollo es de 25-28 °C por el día y 17-20 °C en la noche. Por encima de 35 °C la planta no prospera (es la temperatura máxima), aunque no por eso llega a morir.

El boniato se desarrolla mejor con alta luminosidad, pero la floración y el engrosamiento de la raíz se inducen con días cortos.

Necesita, al menos, 500 mm de lluvia o riego durante el cultivo. Es resistente a la sequía pero sin la humedad necesaria, la producción se ve afectada.

Prefiere los suelos arenolimosos, permeables y con buen contenido en materia orgánica. Un buen drenaje es esencial, pues la planta no resiste encharcamientos. Los suelos muy pesados y de pobre aireación retrasan la formación de raíces y reducen la producción. El pH óptimo es 5,6-6,6. La planta es sensible a salinidad y al sodio.

Posiblemente una bacteria del género *Azospirillum* se asocie a la raíz como fijadora de nitrógeno.

Este es un cultivo perenne que se planta como anual. El boniato no madura y entonces se puede cosechar cuando se quiera. Esto permite tener dos cosechas, en algunos lugares.

3.1. Material vegetal

La selección realizada por los hombres, la hibridación natural y las mutaciones dan como resultado la existencia de un gran número de cultivares que difieren en el color de la piel (blanco, crema, marrón, amarillo, naranja o rojo-púrpura) o de la carne, en el tamaño y forma de las raíces y hojas, en la profundidad de enraizamiento, tiempo de maduración, resistencia a enfermedades y textura de la raíz.

Solo en algunos países se ha desarrollado una verdadera mejora genética del boniato y se dispone de variedades tipificadas y reconocidas. En la mayor parte de las zonas de cultivo son selecciones locales las que se continúan plantando, muchas veces sin ninguna garantía sanitaria.

En algunos lugares de EEUU, los boniatos los clasifican en dos tipos: los de textura menos acuosa, que tienen un 30-35 % de materia seca y denomina-

dos *sweet potato*. De este tipo son las variedades *Hanna*, *Golden sweet* y el más cultivado en California, *O'Henry*, de piel blanca. y, los más acuosos, con un 20-22 % de materia seca, pertenecen *Diane*, *Beauregard*, que ha sido durante mucho tiempo el más cultivado, y *Covington*, que lo es ahora. Este último y *Beauregard* son de piel cobriza y carne anaranjada.

Figura 1. 'Beauregard'



Las variedades 'Beauregard', de piel rosa y carne de color naranja y 'Jewell', de piel cobriza y carne naranja intenso, son muy cultivadas en EEUU, aunque también se emplean 'Nemagold', 'Centennial', 'Southern Delite', 'Hernández' y 'Regal', de carne de color naranja y 'Star Leaf', 'White Delight', 'Sumor', 'Picadita' y 'Campeón', de carne blanca o crema.

En España están a la venta, por viveros profesionales, las variedades 'Beauregard', 'California' y 'Georgia Jets' de carne naranja, y 'O'Henry' de carne blanca.

Del Centro Internacional de la Papa (CIP) en Lima (Perú), enviaron al IVIA en Valencia una colección de variedades de carne blanca, procedentes de todo el mundo, que se han ensayado en nuestras condiciones, por si pudieran sustituir con ventaja a las tradicionalmente cultivadas en esta comunidad. Algunas de ellas, 'Sumor' (EEUU), 'ST.87030' y 'Papota' (Perú) y 'Caplina' (Puerto Rico), fueron catalogadas como resistentes a nematodos (Meloidogy-

ne) y ‘TIS 3290’ (Nigeria) ha sido reconocida como tal en el Centro de Ciencias Medioambientales del Mediterráneo (CSIC) por el Dr. Bello. La resistencia a nematodos formadores de nódulos *Meloidogyne arenaria*, *M. hapla*, *M. incognita* y *M. javanica*, las hace especialmente útiles para su inclusión en la rotación de cultivos, en el diseño de sistemas de producción. Otras variedades, obtenidas del propio CIP, tales como ‘199043.4’, que nosotros conocemos como ‘CIP-4’, son tolerantes o medianamente resistentes.

Figura 2. ‘Sumor’



En Canarias, durante los años 2005 y 2008 se han caracterizado morfológicamente los cultivares conservados en los parques rurales, Anaga y Teno (Tenerife) donde se mantienen en cultivo una enorme diversidad de tipos y formas.

Los caracteres morfológicos estudiados determinan la existencia de una importante diversidad genética en los cultivares locales.

A raíz de una grave infección viral de la población de boniato en la Comunidad Valenciana, que casi extermina el cultivo (se redujo la producción en dos años en un 90 %), el IVIA sancó las variedades locales que se estaban cultivando y actualmente dispone de 9 clones procedentes de agricultores y los 13 proporcionados por el CIP de Lima, libres de virus, además de las variedades ‘Rojo California’ y ‘Beauregard’ procedentes de Málaga.

Figura 3. Planta madre libre de virus



En Valencia se han cultivado diversas selecciones de boniato blanco y actualmente la variedad con más presencia en la provincia de Valencia es ‘Blanco de Alginet’, bien adaptada a los gustos del consumidor, ya que el carácter carne blanca y firme se considera imprescindible para la doble dedicación, venta al público, en tiendas y supermercados, para la fabricación de pastelillos y dulces caseros y a la industria de pastelería. Últimamente se han introducido en el mercado cultivares de carne roja, ‘Rojo de Mallorca’ y ‘Batata de Málaga’ (*Beauregard*), conocidos como batata y ‘Rojo de California’, que se considera boniato a pesar de su color, porque su carne es consistente después de cocida.

El Clon ‘CIP-4’ es mucho más precoz, productivo y con tubérculos de mayor tamaño que los demás. Quizá podrían cultivarse dos ciclos por temporada. Los clones ‘Sumor’ y ‘Blanco de Alginet’ son más sensibles al retraso en la fecha de plantación y adelanto en el arranque, necesitando más tiempo para «tuberizar» y formar boniatos de calidad.

El Clon ‘Rojo California’ tiene muy buenas cualidades organolépticas para su consumo en fresco; cada día es más apreciado y está aumentando la demanda. Tiene un buen comportamiento agronómico, similar en producción al Blanco.

El boniato está presente y bien adaptado en áreas tropicales, donde vive una alta proporción de la gente más pobre. Tiene una amplia base genética

y tremenda variabilidad y potencial de mejora. Las variedades cultivadas son transgénicas (adquirida de forma natural), ya que se ha comprobado que tienen genes de *Agrobacterium*.

La investigación en la mejora del cultivo ha sido escasa. Solo de China, Japón, Korea, Taiwan y EEUU se tienen referencias de mejora genética y resultados publicados.

El boniato es una especie hexaploide con 90 cromosomas y con presencia de autoincompatibilidad, por lo que la única vía para producir frutos es la polinización cruzada.

El objetivo de la mejora es obtener variedades adaptadas a las diferentes zonas de producción, con alto rendimiento, tolerancia a las principales enfermedades, alta capacidad antioxidante y con calidad industrial.

Como sistema de mejora se utilizan dos:

- Selección clonal a partir de mutaciones, seguida del saneamiento de las variedades.
- Multiplicación sexual, seguida de propagación vegetativa de los ejemplares interesantes.

3.2. *Multiplicación de plantas*

Normalmente solo se utiliza la reproducción por semillas para la obtención de nuevas variedades.

La multiplicación de plantas se hace, normalmente, de forma vegetativa, mediante esquejes terminales de 30-45 cm, obtenidos de plantas maduras, ya instaladas en cultivos anteriores o de un vivero o, también, con esquejes terminales de 5-7 cm, enraizados en bandeja de alveolos.

En países cálidos, donde las plantas pueden seguir vegetando durante el invierno, los esquejes pueden obtenerse de plantaciones ya establecidas o conservadas, para este propósito, desde el año anterior. En países templados se ha de realizar una nueva plantación, el vivero, de donde se obtendrán los esquejes.

Para formar el vivero se hace una previa selección de los tubérculos: los boniatos seleccionados deben estar sanos y sin agrietado. Se eligen aquellos de tamaño pequeño a mediano de unos 3 a 5 cm de diámetro. Se han de conser-

var en buenas condiciones hasta el momento de la plantación, en febrero o marzo del año siguiente. Antes de la plantación, los tubérculos seleccionados se desinfectan para evitar enfermedades, fusariosis y *Rhizoctonia*, sumergiéndolos en una solución fungicida.

Figura 4. Esqueje para plantación



En el vivero, los tubérculos se colocan en caballones separados, evitando que se toquen unos con otros. Se da un tratamiento herbicida para evitar la salida de adventicias. Para favorecer la aparición temprana de esquejes, se utiliza algún sistema de protección térmica, túnel de plástico, cubierta flotante (manta térmica) o acolchado con plástico transparente. En este último caso, cuando aparecen los brotes se raja el plástico para que etoss salgan al exterior.

Puede hacerse una prebrotación de las raíces, 6 a 8 semanas antes de la plantación, colocándolas en ambiente cálido (37 °C) y húmedo (90 % HR) para asegurar una mejor y mayor brotación.

La aparición de esquejes comienza aproximadamente a los 20-25 días de la plantación. Se mantiene en el vivero una humedad suficiente hasta la brotación. Normalmente se dan 2 o 3 pases cortando esquejes.

3.3. *Plantación*

En labores preparatorias se da una labor profunda para enterrar el abonado de fondo y mejorar el terreno (no se recomienda en terrenos demasiado profundos y fértiles); posteriormente, se llevan a cabo trabajos superficiales de ganchos y *rotovator*, seguidas del acaballonado.

En países tropicales la plantación se hace a principios de la estación seca. En las regiones templadas se planta en primavera, tan pronto como la temperatura del suelo es adecuada y ha pasado el peligro de frío. Normalmente se hacen plantaciones de abril a julio.

En experimentos realizados en Valencia con tres variedades se ha comprobado que la producción comercial y el tamaño del tubérculo descienden cuando se retrasa la plantación desde mediados de abril a mediados de julio. Plantaciones anteriores a mediados de abril no repercuten en adelanto o aumento de la cosecha.

Si el suelo es muy permeable y profundo, puede plantarse en llano. No obstante, la plantación en caballones es la más usual y ofrece innegables ventajas en lo que se refiere al drenaje, al calentamiento del suelo y a la facilidad de arranque de las raíces.

Figura 5. Plantación de boniato



La separación entre líneas se sitúa entre 50-90 y 120 cm (en función de la maquinaria a utilizar) y entre plantas se dejan de 30 a 40 cm.

La densidad de plantación depende de muchos factores como localidad, clima, suelo, etc. En Valencia suele ser de 22.000 a 25.000 plantas/ha y en el sur de España es fácil superar 30.000 plantas/ha. En otros países se llega hasta 40.000-45.000 plantas/ha.

Figura 6. Plantación en dos hileras



Para la plantación se eliminan las hojas basales y se entierra el esqueje (dos nudos al menos) inclinado, hasta la mitad o los dos tercios de su longitud. Si se trata de un brote enraizado, se entierra el cepellón.

En un experimento realizado en el IVIA ha resultado mejor en calidad y producción la plantación mediante esquejes sin enraizar que enraizados. La plantación se hace normalmente a mano, aunque se pueden utilizar máquinas plantadoras. Algunas de estas suministran a la vez agua y fertilizante. El trasplante se realiza fuera de las horas de mucho calor para evitar la deshidratación de los esquejes.

Antes de la brotación, si hay salida de malas hierbas se da un tratamiento con diquat (solo contra dicotiledóneas) o glifosato. Puede utilizarse también fluazifop, antes de que los brotes de la plantación se hayan desarrollado.

Las ramas en 6-8 semanas han cubierto el suelo e impiden la salida de malas hierbas. Normalmente no se hacen escardas o solo una a las 4 semanas de la plantación.

Figura 7. Pleno desarrollo de las plantas



El acolchado, con plástico transparente o negro, supone una cierta ventaja sobre el suelo desnudo, pero tiene el inconveniente de que se ha de retirar antes de la recolección y después de destruir la parte aérea de la planta, lo que supone una tarea costosa. De más fácil manejo y resultados similares es el empleo de cubierta flotante de polipropileno no tejido. Se coloca y retira con facilidad y también aumenta la cosecha en recolección temprana.

Los esquejes libres de virus, obtenidos de algún centro reconocido, se plantan y los boniatos recolectados se utilizan el año próximo, en vivero, para la producción de esquejes.

Figura 8. Métodos de protección



Figura 9. Acolchado



3.4. Riego y abonado

Aunque el abonado depende de las reservas de elementos en el suelo y de la cosecha esperada, un abonado medio podría ser:

- Estiércol 25-30 t/ha, en el cultivo anterior.
- N 40- 80 UF/ha.
- P₂O₅ 60-120 kg/ha.
- K₂O 100-240 jg/ha.
- N y K 50 % en el abonado de fondo y 50 % en cobertera.

Tabla 1. Extracciones de un cultivo de boniato con una producción de 25 t/ha

Órgano	N Kg/ha	P ₂ O ₅ Kg/ha	K ₂ O Kg/ha	CaO Kg/ha	MgO Kg/ha
Raíces	62,8	39,3	128,8	12,8	11,8
Tallos y hojas	123,7	47,7	270,0	52,7	13,0
Total	186,5	87,0	398,0	65,5	24,8

Las extracciones de elementos minerales de este cultivo son importantes. Sin embargo una parte sustancial de ellas es retornada al suelo por medio de los tallos y hojas.

Mediante el riego se mantiene una humedad suficiente en el suelo durante los dos primeros meses y especialmente en las dos primeras semanas después del trasplante, para favorecer el enraizamiento de los esquejes. En los últimos meses del cultivo se eliminan total o parcialmente los riegos, para mejorar la calidad del producto y evitar pudriciones.

3.5. Recolección

Las producciones aumentan según atrasemos las recolecciones dando tiempo a formarse los tubérculos. Hay una estrecha correlación entre la producción total comercial y los grados-día a temperatura >12 °C (suma de temperatura media diaria menos 12) desde la plantación hasta la recolección.

En nuestros experimentos con varias fechas de plantación, la producción ha ido aumentando desde la primera recolección (75-90 días desde la plantación) hasta la tercera (a los 140-160 días).

El período favorable en Valencia para el cultivo del boniato, cuando se produce un apreciable aumento diario en la acumulación de grados-día a más de 12 °C, es entre mediados de abril y finales de octubre (en Andalucía, un mes antes). Más tarde de esta fecha, el boniato puede estar «almacenado» en el suelo pero difícilmente aumentará su producción.

Figura 10. Recolección



Normalmente, los tubérculos estarán listos para recolectarse a los 3-8 meses de la plantación. En muchas partes del trópico es posible hacer dos cosechas al año. En zonas secas o templadas solo una. La fecha de recolección depende de la variedad y las condiciones ambientales y de mercado. Si se cosecha cuando las plantas han ralentizado su crecimiento, debido a las temperaturas frescas del otoño, se favorece la conservación por tiempo prolongado. Un amarilleamiento del follaje indica que el cultivo se encuentra en condiciones de cosecha con el mayor rendimiento. Si el arranque es demasiado pronto, la producción es menor. Si se retrasa demasiado, se producen ataques de plagas y enfermedades. En muchas ocasiones el arranque se ajusta a las necesidades del mercado y no a una fecha determinada. El hecho de que el boniato se pueda dejar sin arrancar hasta que haga falta es inapreciable cuando su destino es autoconsumo. Se arrancan las plantas a medida que se necesitan. Pero hay que tener en cuenta que existen circunstancias (tipo de suelo, lluvias, variedad...) que no toleran la conservación en el suelo por mucho tiempo, ya que se inician procesos de pudrición.

En muchas partes de los trópicos la recolección se hace a mano. En plantaciones comerciales, primero se siegan las ramas con cuchillas y se arrancan las raíces con un arado especial, como doble vertedera, que abre el caballón dejando los boniatos en la superficie. En otros lugares se emplea un arado de vertedera, que deja el boniato en la superficie y entierra la parte aérea. Los boniatos se cargan, a mano o mecánicamente, en el remolque para ser llevados al lugar donde serán manipulados.

La piel del boniato es fina y se daña fácilmente durante la recolección. Los daños son más frecuentes e importantes si la planta está aún en crecimiento. Los golpes, cortes y peladuras provocados durante la recolección son puerta de entrada de patógenos que causan el deterioro del boniato durante el período de almacenamiento. El lavado de las raíces debe evitarse si van a ser conservadas, pues tienen mayor riesgo de pérdidas en ese período.

3.6. Plagas y enfermedades

3.6.1. Plagas

En general, para el boniato las plagas no presentan grandes problemas ni pérdidas.

Los nematodos del suelo *Meloidogyne* spp. y *Rotylenchus reniformis* producen quistes y lesiones en la raíz, reducen la producción y ocasionan heridas que facilitan la penetración de otros patógenos. Los medios de lucha son la utilización de variedades resistentes y la desinfección de suelo con nematicidas (Dicloropropeno).

Las rosquillas (*Spodoptera littoralis* Boisd.). En casos de fuerte ataque se dan tratamientos con productos autorizados (*Bacillus thuringiensis*) y se emplean cebos envenenados.

El gusano de alambre (*Agriotes* spp.). Sus larvas viven durante varios años y dañan las raíces. Los tratamientos preventivos antes del cultivo con clorpirifos, y también el empleo de feromonas, con técnicas de captura masiva, conociendo bien la especie y en grandes extensiones, permiten un control a largo plazo.

En otros países la plaga más importante es *Cylas formicarius*, el gorgojo del boniato. Tanto la larva como el adulto se alimentan de la raíz, en el campo y en el almacén. También se ha detectado *Omphisa anastomosalis*, tan dañino como el gorgojo.

La mosca blanca y el pulgón transmiten virosis. Se combaten con tratamientos con piretrinas y pirimicarb.

3.6.2. Enfermedades

- *Fusarium oxysporum* Schlecht, provoca un amarilleamiento progresivo de las hojas y una podredumbre negra de las raíces. Se previene mediante desinfección de suelo y con rotaciones largas. Este hongo y *F. solani* causan también daños en las raíces almacenadas si no han sido manipuladas con cuidado.
- Momificado (*Monilochaetes infuscans* Hals ex Harter), se manifiesta mediante manchas irregulares de color rojizo, agrietamientos de la corteza del boniato y momificación de los tubérculos. El método de control más indicado es utilizar material de reproducción sano.
- La podredumbre negra, causada por *Ceratocystis fimbriata*, se halla presente en todas partes donde se cultiva boniato. Produce daños en la parte enterrada de los tallos y en los boniatos antes de la recolección o en el almacenamiento. Para prevenirla se desinfectan los tubérculos destinados a multiplicación.
- Durante la conservación *Rhizopus* spp. ocasiona una podredumbre blanda.

Los virus afectan a la raíz y a las hojas. La presencia de un complejo virótico, constituido por los virus del Enanismo Clorótico (SPCSV) y del Moteado Plumoso (SPFMV), casi extermina la producción de boniato en la Comunidad Valenciana. El IVIA (Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias) realizó el saneamiento del material vegetal de las variedades cultivadas en la comunidad. Desde el 2001 se dispone de material vegetal libre de virus que se distribuye entre los agricultores y viveros hortícolas que lo solicitan.

3.6.3. Fisiopatías

Las heladas destruyen totalmente la planta; el encharcamiento ocasiona la pudrición del tubérculo; el agrietado (*Cracking*) se produce por oscilaciones en la humedad debido a grandes variaciones de agua disponible del suelo o temperaturas bajas en las últimas fases del cultivo; las raíces tuberosas en racimos pueden ocurrir cuando se interrumpe la fase de engrosamiento y hay

un excesivo crecimiento de la parte aérea de la planta y, las raíces deformadas se debe a un aporte irregular de agua durante las fases de crecimiento, altas temperaturas y suelos pesados y compactos.

3.7. Curado y almacenamiento

En climas templados las raíces inmediatamente después de la recolección pueden ser sometidas, aunque no es habitual, a un proceso de curado. Se almacenan a 30-33 °C y 85-95 % de humedad relativa durante 5-7 días en recintos con calefacción.

El curado facilita la cicatrización de las heridas. También reduce la deshidratación y el ataque de patógenos durante el almacenamiento y mejora la textura e incrementa el contenido de azúcares. En los trópicos, las condiciones de curado se alcanzan naturalmente, por lo que esta práctica es innecesaria. En la India el curado se efectúa extendiendo las raíces al sol y protegiéndolas de la lluvia durante la noche.

Las condiciones para el almacenamiento del boniato, una vez curado, son de 12 a 15 °C de temperatura y de 90 a 95 % de humedad relativa en un ambiente ventilado. Temperaturas más bajas pueden ocasionar daño por frío, mientras que a más altas (más de 18 °C) se producen pérdida de peso por aumento de la respiración, brotación de los boniatos y pérdida de calidad. Si se mantiene una humedad relativa baja, entre 50 y 60 %, las pérdidas de peso del producto son el doble que si la humedad es del 90 %. En los países tropicales raramente se almacenan los boniatos, ya que se consumen a medida que se van recolectando. Se debe almacenar material sano y no se utilizan productos químicos a menos que la raíz sea destinada a multiplicación, a formar el vivero. El boniato, en buenas condiciones, se puede almacenar hasta 4-6 meses.

4. Composición

La importancia del boniato como alimento radica en su valor energético (115 cal/100 g, mayor que la patata), gracias a su contenido de almidón. También es una fuente importante de elementos nutritivos como las vitaminas A, B1 y C, niacina y riboflavina, además de elementos minerales, especialmente potasio, y de algunos aminoácidos como la metionina, esencial para la vida humana y ausente en la mayoría de los alimentos de origen agrícola. También contiene lisina, que lo hace un buen complemento a las harinas de cereales.

El sabor dulce se debe a la sacarosa, glucosa y fructosa. Su contenido en proteínas es bajo, y también tiene bajo contenido en grasas y colesterol, pero muy alto en fibra digestible, que acelera el tránsito intestinal, previene el cáncer de colon, controla el nivel de glucosa, reduce el colesterol y produce sensación de saciedad.

Tabla 2. Composición del boniato (por kg de peso fresco)

Valor nutricional	Cantidad
Carbohidratos	248/344 g
Proteínas	11,3/18,0 g
Grasas	3,7/6,0 g
Agua	640/710 g
Calcio	280/350 mg
Fósforo	420/488 mg
Hierro	7,0/13,8 mg
Vitamina A	8 U.I.
Tiamina	0,9/1,0 mg
Riboflavina	0,6/0,7 mg
Niacina	6,0/12,9 mg
Ácido ascórbico	220/400 mg

La piel y la pulpa poseen antioxidantes debido a su contenido en antocianinas, carotenos, compuestos fenólicos y proteínas que previenen enfermedades cardíacas, el cáncer, diabetes y enfermedades hepáticas.

Las antocianinas (pigmentos que dan el color púrpura o morado a la piel y pulpa del boniato) se consideran reparadoras del daño de aprendizaje y memoria ocasionado por radicales libres. El color naranja de algunas variedades se debe a la presencia de β -carotenos que, además de ser fuente de vitamina A, son también antioxidantes.

Se debe destacar que la capacidad antioxidante no se altera con el proceso de fabricación de productos industrializados como los dulces.

También pueden consumirse los brotes tiernos que, por su alto contenido en proteínas y vitaminas, compensan el predominio de los hidratos de carbono de las raíces tuberosas. Por otra parte, los tallos y hojas de las plantas son apropiados para la alimentación del ganado.

En España el boniato se consume cocido o asado y es materia prima para postres. A la industria se destina un bajo porcentaje, ya que esta se abastece principalmente con boniato de importación. El destino del producto en las distintas regiones es diferente. Mientras que en Canarias se consume hervido (batata), en la Comunidad Valenciana se utiliza en la fabricación, artesanal o industrial, de pastelillos (boniato). Andalucía tiene las dos modalidades de producción y consumo.

En otros países se utilizan otros productos transformados (*chips*, harina, etc.) y el boniato de carne morada sirve para la elaboración de zumos y colorantes alimenticios. En Japón, por ejemplo, se emplea para la extracción de almidón y fibra alimentaria.

También, puede utilizarse para la fabricación de productos fermentados como etanol, butanol, ácido láctico y acetona y, a partir del almidón se pueden obtener plásticos biodegradables. Incluso se usa como medicina para la diabetes y otras enfermedades.

Mediante el programa VITA A (Vitamina A para África) se han introducido variedades de boniato de carne anaranjada para su cultivo y consumo en países africanos.

En muchos lugares se utilizan los brotes y hojas como alimento humano, además de su destino, más generalizado, en la alimentación del ganado.

5. Economía del cultivo

Por cantidad producida, el boniato es el séptimo cultivo en importancia mundial. Se cultiva en 111 países, tropicales, subtropicales o, simplemente, de clima templado. La mayoría de ellos son países en desarrollo. Entre los cultivos «de raíz» solo la patata le supera en importancia económica. A veces ocupa suelos pobres, degradados, donde otras especies no podrían prosperar.

El 90 % del boniato se cultiva en Asia, el 5 % en África y el otro 5 % en el resto del mundo. Solo el 2 % de la producción corresponde a países industrializados, principalmente EEUU y Japón. En China se cosechan anualmente 70.000.000 t. Indonesia, Uganda y Vietnam le siguen en importancia, cada uno con 2.000.000 t. Otros lugares, como Islas Salomón, Tonga, Ruanda, Burundi y las Islas Caimán tienen una alta producción por habitante y el boniato es un capítulo importante en su economía y alimentación.

Según la FAO, la producción de boniato aumentó un 50 % entre 1961 y 1973 y después declinó. La producción en Asia es ahora un 25 % mas grande que en 1960; desde entonces, en África ha crecido un 80 % mientras que en los países industrializados, principalmente EEUU y Japón, se ha reducido.

La mayor parte del boniato se produce como cultivo familiar, para consumo propio y para el ganado. Es frecuente como cultivo asociado. El mercado internacional de boniato es poco importante.

En Europa apenas se producen 50/55.000 t de boniato al año, de las cuales casi la mitad corresponden a España.

Tabla 3. Producción mundial de boniato. En toneladas

Mundo	103.109.367
Asia	78.458.070
China (primer país productor)	70.741.161
América del Sur	1.375.722
América del Norte	1.124.385
Europa	56.454
España	23.500

Fuente: estimaciones FAO (2013).

Tabla 4. Producción de boniato en el mundo, Europa y España. En toneladas

Año	Mundo	Europa	España
2012	108.004.173	51.359	22.000
2010	103.281.878	53.209	22.506
2005	127.880.976	60.726	23.554
2000	139.141.324	43.407	14.514
1990	122.770.107	74.990	35.367

Tabla 5. Superficie y producción de batata en España (2012)

	Superficie (ha)	Producción (t)
Andalucía	179	5.785
Canarias	442	4.416
España	621	10.201

Tabla 6. Superficie y producción de boniato en España (2012)

	Superficie (ha)	Producción (t)
Comunidad Valenciana	161	3.006
Andalucía	270	6.291
España	495	10.261

La distinción entre boniato (carne firme y blanca, piel blanca) y batata (carne y piel coloreadas) no se hace en otros países.

En España se cultivan anualmente unas 1.100 ha de boniato, que producen unas 20/25.000 t. Andalucía (especialmente Málaga) es la mayor región productora, con 450 ha y 12.000 t, seguida de Canarias que cultiva 440 ha y la Comunidad Valenciana, con 160 ha y 3.000 t de producción.

En los años posteriores a la Guerra Civil (1940-1950) el boniato fue, en algunos lugares de España, un alimento fundamental, sustituto del pan y las patatas, que eran escasos.

Además de la producción nacional, en España se consume boniato de importación, con destino a la industria de transformación y al consumo en épocas sin abastecimiento propio.

6. Retos y perspectivas

Las posibilidades de mejora en material vegetal y técnicas de cultivo son claras, ya que existe una amplia diversidad genética y el esfuerzo que se le ha destinado en investigación es mínimo.

La industrialización para pastelería parece un destino prometedor. Aún más interesante podría ser su dedicación a la fabricación de biocombustibles o plásticos biodegradables, ya que el boniato es un gran productor de almidón a coste reducido. Las variedades con resistencia a nematodos podrían servir a los agricultores que hacen cultivo ecológico, para incluirlas en la rotación.

Referencias bibliograficas

- CUSUMANO, C. y ZAMUDIO, N. (2013): *Manual técnico para el cultivo de batata (camote o boniato) en la provincia de Tucumán (Argentina)*. INTA.
- GALDÓN, R. (2015): *Comunicación personal*.
- MAROTO, J. V. (2002): *Horticultura Herbácea Especial*. Madrid, Mundi-Prensa. 5.^a edición.
- MARSAL, J. I. y CERDA, J. J. (2012): *Comparacion de clones de boniato blanco libre de virus con un cultivar rojo comercial*. Gijón, Seminario de técnicos y especialistas en horticultura.
- MARSAL, J. I. y CERDÁ, J. J. (2013): *Influencia en el cultivo de boniato de la utilización de material vegetal de 2º año*. Elche, Seminario de técnicos y especialistas en horticultura.
- MARSAL, J. I. y CERDÁ, J. J. (2014): *Cultivo del boniato: efecto sobre la productividad utilizando material vegetal de distinto origen*. Sevilla, Seminario de técnicos y especialistas en horticultura.
- MEDINA, C. E y RIOS, D. J. (2009): *Caracterización morfológica preliminar de las batatas (Ipomoea batatas lam) presentes en los parques rurales de Tenerife*. Tenerife, Seminario de técnicos y especialistas en horticultura.
- MIGUEL, A. y MARSAL, J. I. (2004): *Fechas de plantación y recolección de boniato*. Almería, XXXVII Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura, Almería.
- STODDARD, C. S.; DAVIS, R. M. y CANTWELL, M. (2013): «Sweetpotato production in California»; *U. C Vegetable Research Information Center*.
- UCCE MERCED COUNTY (2010): *Sweetpotato information and history*.
- WOLFE, J. A. (1991): *Sweet potato an untapped resource*. Cambridge University Press.