

# LA MANDIOCA

## Tecnología en Alimentos para la Economía Social

Rafael Feltan (INTA-AER Santo Pipó), Ariel Villasanti (INTA-AER Santo Pipó)  
y Ana Padawer (CONICET-ICA-UBA/PIUBAD)

PROCODAS | Programa Consejo de la Demanda de Actores Sociales



Ministerio de Ciencia,  
Tecnología e Innovación Productiva  
Presidencia de la Nación



UBA  
Universidad de Buenos Aires



SE[CYT]30<sup>er</sup>  
SECRETARÍA DE CIENCIA Y TÉCNICA

PIUBAD  
PROGRAMA INTERDISCIPLINARIO  
DE LA UBA PARA EL DESARROLLO

# LA MANDIOCA

## Tecnología en Alimentos para la Economía Social

Este documento de difusión fue elaborado por Rafael Feltan (INTA-AER Santo Pipó), Ariel Villasanti (INTA-AER Santo Pipó) y Ana Padawer (CONICET-ICA-UBA/PIUBAD), a partir del trabajo con la Cooperativa Agrícola y Ganadera de Gobernador Roca (Misiones) en el marco del Proyecto “Validación e incorporación de tecnología para el agregado de valor en la producción cooperativa de mandioca”, financiado por PROCODAS, Secretaría de Planeamiento y Políticas del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, Convocatoria 2016.

Para este proyecto contamos con la colaboración de Rosendo Lukowki, Marcelo Dzewa y Juan Antonio Tarnowski (Cooperativa Agrícola Ganadera de Gobernador Roca), el Ing. Ftal Roque Toloza (INTA-EEA Montecarlo); el Ing. Diego Guerrero (INTA- EEA Cerro Azul), los Ing. Antonio Uset e Ing. Miguel Correa (INTA- AER Puerto Rico), el Ing. Luciano Cianci (PIUBAD, UBA), el Ing. Agr. Javier Potschka (Cluster de la Mandioca Misionera), el Ing. Agr. Cristian Infuleski y el Ing. Nestor Munaretto (Ministerio del Agro y la Producción de la Provincia de Misiones), el Ing. Agr. Jorge Florentin (INTA), y el Ing. Diego Guerreo y el Lic. Martín Domínguez (EEA Cerro Azul) el Lic. Alejandro Romero y Gonzalo Kaiser (UCAR-Ministerio de Agroindustria de la Nación) y los socios y socias de la Cooperativa Agrícola Ganadera de Gobernador Roca (Misiones). Para la publicación de este documento contamos con la colaboración del Proyecto PIUBAD-D2: “Divulgación de conocimientos generados en el PIUBAD”, financiado por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad de Buenos Aires en su Convocatoria 2016.

## ¿QUÉ ES LA MANDIOCA?

El cultivo que en Argentina y Paraguay denominamos mandioca, también es conocido en Brasil como macaxeira o aipim, mientras que en los países del centro y norte del continente americano se la denomina yuca, y en inglés se la llama cassava. También se cultiva mucho en Asia, África y Oceanía, donde tiene otras denominaciones que aquí no son habituales.

La gente que vive en el noreste argentino y sus países limítrofes como Brasil y Paraguay la conoce bien, pero en otras zonas del país recién se está expandiendo su consumo como alimento en los últimos años, especialmente a partir de la demanda en los mercados de quienes se trasladaron de aquellas regiones, y tienen entre sus preparaciones culinarias preferidas la mandioca fresca o sus preparaciones en base a harina y almidón.

Poco a poco la mandioca comenzó a ser utilizada como ingrediente que puede reemplazar a la papa y la batata en restaurantes que exploran la cocina con ingredientes nativos, se hizo presente en las ferias gastronómicas y en comercios de productos orgánicos en forma de almidón o harina, circuló en las redes sociales en recetas aptas para celíacos donde reemplaza a las harinas con gluten, apareció en kioscos y almacenes como chips, en supermercados como producto envasado al vacío o congelado. Además, las preocupaciones ecológicas fomentaron los desarrollos de biomateriales, por lo que la mandioca comenzó a investigarse como posibilidad para la fabricación de empaques biodegradables y compostables que reemplazan al plástico convencional, o como alcohol (biocombustible).



Plantación de mandioca en la Estación experimental de Cerro Azul, INTA, Misiones. (Gentileza Ministerio de Agroindustria, UCAR - Foto: G. Kaiser)



Tubérculos de mandioca en la Estación experimental de Cerro Azul, INTA, Misiones. (Gentileza Ministerio de Agroindustria, UCAR - Foto: G. Kaiser)



## LA MANDIOCA (MANIHOT SCULENTA CRANZ) Y SUS USOS ALIMENTICIOS

Es una planta originaria de América, que fue cultivada por los pueblos indígenas amazónicos desde hace 8000-10000 años. Actualmente se cultiva en todas las regiones tropicales del mundo, siendo alimento de consumo básico para más de 500 millones de personas, pues es rica en hidratos de carbono -es decir que aportan energía, al igual que el maíz, la caña de azúcar o el arroz-. Otra ventaja del cultivo de mandioca es su buen crecimiento en suelos ácidos y su tolerancia a la sequía. Crece en zonas donde la temperatura oscila entre 20 y 27 grados, con lluvias entre 600 y 2000 mm anuales. En Argentina se produce especialmente en toda la provincia de Misiones, y en algunas zonas de Corrientes, Formosa y Chaco (unas 18.000/20.000 hectáreas en total).

La provincia de Misiones destina 8.000/10.000 has al desarrollo productivo de la mandioca. En su gran mayoría los productores son propietarios de la tierra donde la cultivan, sembrando un promedio de no más de tres hectáreas. En términos generales el ciclo dura casi dos años: un primer ciclo de entre 8 y 12 meses y uno segundo de hasta 15-24 meses. En Misiones actualmente el ciclo es reducido, llegando a apenas 8 meses en promedio, momento en el cual las raíces cuentan con el tamaño comercial y son cosechadas y vendidas. Esto se debe a que permite generar ingresos rápidos y, al cosecharse rápidamente, la concentración de almidón es menor y el producto es más apetecible para el consumo humano.

De lo cosechado actualmente en la provincia de Misiones, el 50% es destinado al autoconsumo, un 25% es comercializado en fresco y el 25% restante tiene como destino la industria. Como este cultivo se realiza en forma artesanal y se utiliza principalmente para autoconsumo, las 13 plantas industriales procesadoras de almidón que se encuentran en la provincia no cubren actualmente su capacidad productiva. Con cerca de 16 mil familias productoras (5 mil familias dedicadas a su obtención para renta y otras 11 mil para autoconsumo), esta hortaliza constituye una actividad clave en Misiones, con grandes perspectivas de crecimiento de la mano de la innovación tecnológica y del agregado de valor en origen.

Las raíces tuberosas de la mandioca se pueden

consumir luego de una cocción simple (hervor o frita), o bien utilizarse para la elaboración de harina -conocida en Brasil como farinha, con la que se elabora la conocida farofa-, y almidón -con el que se preparan comidas populares como el chipá-, pero también integrándose en cualquier tipo de amasado de pastas, panes, bizcochos. Aunque aun no es habitual en Argentina, también se puede utilizar como alimento sus hojas -frescas o deshidratadas-, y pueden aprovecharse sus raíces para alimentar el ganado, trozadas (chips) o procesadas en gránulos (pellets), combinadas con otros ingredientes. La inclusión de las hojas, además, proporciona proteínas a la energía de las raíces.



*Elaboración de bastones de mandioca en la Cooperativa Agrícola Ganadera de Gobernador Roca, Misiones. (Foto: Ana Padawer)*



*Elaboración de almidón de mandioca en la Cooperativa San Alberto, Misiones. (Foto: Ana Padawer)*

El almidón es el producto alimenticio derivado de la mandioca que más se ha desarrollado en Argentina y el mundo. Históricamente indígenas y pequeños productores realizaban una elaboración artesanal del almidón, que actualmente es retomada por productores agroecológicos. El proceso artesanal y el industrial son similares en esencia e implican el lavado de las raíces, el pelado y el macerado, del cual por filtrado se separan el agua y el almidón -conocido como lechada- de las fibras. Luego el almidón se aísla del agua por un proceso de sedimentación (gravedad) o centrifugado; y finalmente se seca y muele para ser consumido y

comercializado.

Los almidones que resultan del proceso anterior son llamados nativos, pero la tecnología ha desarrollado hace tiempo almidones modificados, que por distintos procesos como la extrusión (presión y modelado), cationización, hidrólisis (descomposición por acción del agua) o el calentamiento, cambian sus propiedades. La modificación de almidones se realiza con el objetivo de obtener productos con ciertas características que solicitan las industrias alimenticia, farmacológica, química y petrolera. También se pueden obtener pegamentos.

## VARIETADES

Las mandiocas se suelen clasificar popularmente como dulces o amargas, dependiendo de la concentración de ácido cianhídrico (HCN) que contienen. Se consideran variedades amargas aquellas que contienen al menos 100 mg de ácido cianhídrico por cada kilo de pulpa; aquellas que contienen menos son consideradas dulces. Para eliminar el ácido cianhídrico se puede cocer la mandioca en agua, deshidratarla naturalmente al sol o con algún proceso artificial de secado. Cuando se cultiva mandioca para el consumo en

fresco, los factores más importantes son el sabor, el aspecto y el tiempo de cocción de las raíces, que hacen que ciertas variedades sean preferidas respecto de otras. En Argentina las variedades preferidas actualmente para el consumo en fresco son conocidas con los nombres criollos de “coloradita”, “rocha”, “blanca”, “concepción”, “pombero guazú” y “amarilla”, entre otras, y en el caso de los mbyà como *mandi’o karape* (petisa), *mandi’o pyta* (colorada), *mandi’o michy* (pequeña) o *mandio’ hu* (negra).



Gentileza Ministerio de Agroindustria, UCAR. (Foto: G. Kaiser)



Gentileza Ministerio de Agroindustria, UCAR. (Foto: G. Kaiser)

Estas variedades dulces son valoradas por su uso culinario en fresco, pero también son importantes las susceptibilidades a enfermedades, la fisiología del cultivo (el ritmo de crecimiento, que permite reducir las tareas de eliminación de vegetación competente y escalonar variedades) y el vigor y/o calidad de las estacas (ramas semilla). A diferencia de las variedades domésticas para consumo en fresco, identificadas con nombres

de personas que las circularon o características fenotípicas (tamaño, color), las mandiocas dulces almidoneras generalmente tienen un nombre que combina letras y números, remitiendo al centro de investigación que las identificó, tales como la variedad IAC 90, desarrollada por el Instituto Agronómico de Campinas (Brasil), o la CA 25, desarrollada por el INTA en la Estación Experimental de Cerro Azul.



Gentileza Ministerio de Agroindustria, UCAR. (Foto: G. Kaiser)

Las descripciones técnicas de las variedades preferidas incluyen características morfológicas (forma de las distintas partes de la planta), fisiológicas (forma de crecimiento) y organolépticas (información sensorial). Tanto los/as técnicos/as como los/as productores/as testean sus variedades para la culinaria pero los sentidos no son suficientes para poder identificar con certeza las variedades de mandioca; para ello se pueden realizar análisis de la composición química –en particular la relación amilosa/



Gentileza Ministerio de Agroindustria, UCAR. (Foto: G. Kaiser)

amilopectina, que incide en la conformación del almidón- y también se están comenzando a realizarse análisis genéticos en las estaciones experimentales del INTA en Misiones. La identificación molecular de variedades permite que distintos nombres populares sean unificados bajo una misma descripción en base al ADN, proporcionando evidencia de que se trata de “la misma planta con diferente nombre”, lo que permite elegir las variedades (clones) más resistentes a enfermedades.

## HISTORIA DEL CULTIVO Y PRODUCTORES ACTUALES, COOPERATIVAS Y CLUSTERS

Si bien la mandioca tiene un origen amazónico, los/as mbyà-guaraní son quienes encarnan la tradición de consumo de mandioca fresca (mandío) más antigua en el actual territorio argentino y también la elaboración de alimentos en base al almidón. Los/as criollos/as adoptaron su consumo a partir de las relaciones cotidianas con los/as mbyà en la primera mitad del siglo XX: el producto primario pasó a formar parte de la alimentación familiar, mientras que su transformación en derivados como el almidón o la harina, con una elaboración artesanal o mecanización precaria, permitió cierta capitalización de los/as agricultores/as como forma complementaria a la comercialización de yerba mate, el producto agrícola emblemático de la provincia.

La provincia de Misiones es históricamente la principal productora de mandioca del país, con

un 70% de la producción nacional. De acuerdo a datos oficiales, la mandioca es producida mayoritariamente por agricultores/as familiares, lo que involucra a unas 3200 unidades domésticas. Los espacios familiares que figuran en los datos oficiales sobre la mandioca no incluyen a la población mbyà, ya que estos generalmente no comercializan sus excedentes de producción de alimentos.

El cultivo de mandioca en la provincia de Misiones está localizando principalmente en una franja de 200 kilómetros que acompaña el trazado de la ruta nacional N° 12, en la margen izquierda del Río Paraná, y en menor medida en zonas cercanas a la ruta nacional 14. La producción de mandioca destinada al consumo en fresco se concentra en el municipio de Gobernador Roca y en menor medida en Jardín América y San Ignacio, mientras que los municipios de Puerto

Rico y Montecarlo, y en menor medida San Pedro, se destacan por la producción destinada a la manufactura de almidón.

Las cooperativas y las empresas familiares son los espacios donde actualmente se elabora el almidón de mandioca en Misiones: en algunas pocos casos se elabora almidón artesanal y casi no existen elaboradoras artesanales o industriales de harina. De acuerdo a datos oficiales, actualmente funcionan unas 11 plantas industriales procesadoras de fécula de mandioca en Misiones (4 cooperativas y 7 empresas familiares). Un 30% de la producción de mandioca se destina a uso industrial.

La mandioca se ha integrado en los programas de fomento de la horticultura en Misiones a partir de la intervención de los organismos técnicos gubernamentales vinculados al agro (INTA, Ministerio de Agroindustria de la Nación y la Provincia). Además del acompañamiento en la producción, se han producido mejoras en la comercialización a través de las Ferias Francas y mercados concentradores, que han capitalizado en cierta forma la experiencia asociativa de los movimientos sociales rurales de la provincia. Los espacios cooperativos se integran actualmente en una organización de segundo nivel específica: el Cluster de la Mandioca Misionera, creado en 2013.

Constituye un espacio privilegiado de encuentro ya que allí participan funcionarios/as públicos/as de gestión agrícola (nacionales, provinciales y municipales), de ciencia y tecnología (INTA, INTI y universidades), empresarios/as familiares y cooperativas. Tanto el INTA como el INTI fueron creados en la segunda mitad de los '50: actualmente el INTA depende del Ministerio

de Agroindustria -organizado a partir de centros regionales, estaciones experimentales, institutos de investigación, y unidades de extensión-, mientras que el INTI es un ente autárquico -organizado con centros regionales y multipropósito-.

Durante los últimos años, los/as técnicos/as del INTA han estado trabajando con los/as productores/as para mejorar el cultivo de mandioca por medio de la elaboración de manuales, ensayos en centros experimentales y asistencia en las chacras a través de las oficinas de extensión. Los ensayos y tareas de extensión en torno al cultivo han girado en los últimos tiempos en torno a la identificación molecular de las variedades de cultivo, ensayos de fertilizantes y herbicidas, métodos de conservación en fresco e identificación de microorganismos que afectan a la mandioca de uso industrial. Los/as técnicos/as del INTI han estado trabajando en la certificación de BPM y en la realización de ensayos de variedades.

También en vínculo directo con los/as productores/as y las asociaciones han estado los organismos de desarrollo del agro, especialmente el Ministerio de Agroindustria Nacional, que interviene desde varias dependencias. Una de ellas es la Unidad de Cambio Rural (UCAR), organismo creado con el objetivo de administrar los créditos de organismos internacionales y quien ha llevado adelante la política de creación del Clúster de la Mandioca Misionera. Otras dependencias son la Secretaría de Agricultura Familiar y la Secretaría de Agregado de Valor, organismos nacionales que tienen su correlato en sedes provinciales.

## LEGISLACIÓN SOBRE LA MANDIOCA COMO ALIMENTO

La mandioca es un producto multipropósito: se utiliza para alimentación humana y animal y también industrialmente; se consume en fresco (previa cocción) y en productos elaborados. Es por ello que recientemente los organismos vinculados al agro y la industria alimenticia han codificado en manuales de buenas

prácticas agrícolas (BPA) y buenas prácticas de manufactura (BPM) las orientaciones para el cultivo y manufactura, con el fin de optimizar la seguridad alimentaria y agregar valor de cambio a un cultivo que es reconocido como tradicional, y por lo tanto está presente en todas las unidades domésticas.

La seguridad alimentaria se rige de acuerdo al Código Alimentario Argentino (CAA, Ley 18284), que en el cap. II establece la obligatoriedad de las BPM. Las BPM y las BPA son consideradas por la autoridad sanitaria nacional de alimentos (ANMAT) como un pre-requisito para la implementación del Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (por sus siglas en inglés, HACCP, Hazard Analysis Critical Control Point). Además, las BPM también son retomadas en relación al comercio del producto por la Resol 80/96 del Reglamento del Mercosur. Respecto a esto último, la mandioca está codificada por la Clasificación Uniforme para el Comercio Internacional (CUCI) de las Naciones

Unidas, que indica materiales usados en la producción, estado de procesamiento, prácticas de mercado y uso de productos y tecnología, tanto para la mandioca fresca como para la harina. Desde el MERCOSUR la mandioca se identifica por la nomenclatura NCM, basada en el Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercaderías, fijado por la OMA (Organización Mundial de Aduanas). Las implicancias de estas regulaciones para quienes cultivan mandioca con fines de comercialización implican que los establecimientos estén certificados por ANMAT, pero los/as elaboradores/as artesanales se rigen por otra normativa.

## ¿CÓMO SE PLANTA LA MANDIOCA?

A diferencia de lo que habitualmente se concibe como proceso de siembra -es decir la implantación de semillas-, la mandioca se propaga agámicamente, por medio de estacas-semillas obtenidas de plantas maduras (a partir de 8 a 10 meses de edad). La brotación, el vigor de la futura planta, así como la cantidad y calidad de raíces están directamente relacionados con la calidad de la estaca-semilla - si está libre de enfermedades, la genética, o su fecha de implantación -, las condiciones de temperatura y humedad del suelo, así como su preparación -fertilización y tratamiento de patógenos preexistentes-.

En Misiones, entre mayo y agosto se realiza el proceso de conservación de las ramas semilla, que se seleccionan y ubican en posición horizontal o vertical en el campo, bajo cubiertas naturales (árboles, ramas o caña de azúcar). A partir de mediados de agosto se cortan trozos entre 12 y 15 cm de largo, revisando que contengan 5 a 7 yemas, que son los que se procederá a plantar.



Tamaño de corte de la rama-semilla de mandioca en la chacra de un productor de la Cooperativa agrícola ganadera de Gobernador Roca, Misiones. (Foto: Ana Padawer)



Conservación de la rama-semilla de mandioca en la chacra de un productor de la Cooperativa agrícola ganadera de Gobernador Roca, Misiones. (Foto: Ana Padawer)



## SELECCIÓN Y PREPARACIÓN DE SUELO ANTES DE LA IMPLANTACIÓN

Los suelos que se consideran óptimos son aquellos medianamente fértiles, ya que en suelos muy fértiles crece la parte aérea en perjuicio de la raíz. También debe evitarse que el suelo presente una pendiente mayor al 12%, utilizar zonas bajas excesivamente húmedas (porque se producen anegaciones que pudren las raíces), suelos pesados (más de 60% de arcilla, o limo), suelos compactados o con cualquier impedimento físico para el desarrollo

de las raíces.

Las tareas de preparación de suelo se realizan en Misiones entre junio y agosto. Primero se suele acondicionar el suelo con el paso de una rastra de discos, y luego se realiza una posterior arada con arado tatú, cuya función principal es realizar los surcos para facilitar la plantación. Este mismo procedimiento se puede realizar en forma manual o con tracción a sangre, cuando se planta en menor escala.



*Preparación del suelo con arado en la Cooperativa San Alberto, Misiones. (Gentileza, Ministerio de Agroindustria, UCAR - Foto: G. Kaiser)*

## PLANTACIÓN

A partir de la segunda quincena de agosto hasta fines de octubre se extiende el período habitual de plantación de las ramas-semilla, ya que durante este período no se registran heladas, las condiciones de humedad de suelo son mayores al 60%, y la temperatura es mayor a 17 grados centígrados, lo que permite la brotación.

Antes de plantarlas, conviene que las estacas-semillas seleccionadas se desinfecten con productos a base de cobre. A continuación se las coloca en posición horizontal dentro de los surcos (a unos 10-15cm de profundidad) y se las cubre totalmente con tierra suelta, ya que las plantaciones superficiales pueden producir que las plantas se vuelquen mientras que las que son muy profundas dificultan la cosecha de raíces.

Las ramas semilla suelen plantarse a 1 metro o 0,70 cm de distancia (cuando las variedades de mandioca tienen un tallo de estructura erecta, sin ramificaciones), manteniendo 1 metro entre cada



*Ramas semilla en surcos en la chacra de un socio de la Cooperativa agrícola ganadera de Gobernador Roca, Misiones. (Foto: Ana Padawer)*

surco. De estas opciones resulta una densidad de plantación entre 10.000 a 13.000 plantas por hectárea.

## NUTRICIÓN MINERAL Y FERTILIZACIÓN

Si bien la mandioca se puede cultivar en suelos pobres, expresa su potencial productivo en suelos con mayor fertilidad. Por ello quienes quieren mantener niveles mínimos de fertilidad tratan de realizar anualmente una devolución de los nutrientes extraídos por las raíces

cosechadas. Para un rendimiento de 25 toneladas de raíces de mandioca por hectárea, se calcula una necesidad de 58 kg/ha de Nitrógeno (N), 13 kg/ha de Fósforo (P), 103 kg/ha de Potasio (K), 15 kg/ha de Calcio (Ca) y 8 kg/ha de Magnesio (Mg).

## COMPETENCIAS DE LA MANDIOCA: LAS MALEZAS

La época crítica de competencia de las malezas ocurre en las primeras semanas del crecimiento del cultivo, por ello se controlan a partir de los 15 o 30 días después de la plantación, hasta que el canopeo de la mandioca haya cerrado el entre-líneo: en ese momento el desarrollo de ramas y hojas no permite la penetración de la luminosidad suficiente para el desarrollo de malezas, lo que suele ocurrir hacia los 120 días de la implantación. El crecimiento de malezas no solo causa una

disminución en los rendimientos, sino que ocasiona pérdidas de la calidad de las raíces y también dificultan la cosecha.

Para el control de las malezas se pueden realizar labores culturales, que consisten en la elección de variedades vigorosas con alta capacidad competitiva por ser ramificadas, de manera que cierran antes el entre-líneo, como la CA 25 para almidón o la Rocha-Coloradita para consumo fresco; también se puede optar por efectuar

la plantación de poblaciones densas (13.000 plantas por hectárea), el uso de cobertura orgánica muerta o viva, y cultivos intercalados. Por ejemplo en Misiones se suele plantar mandioca entre yerbales viejos o abandonados. Los sistemas mecánicos para el control de malezas se basan en el uso de herramientas manuales o de tiro, con tractor o animales

(caballos o bueyes). El control químico es una alternativa de manejo, ya que con las aplicaciones de herbicidas pre-emergentes y selectivos se realiza un desmalezado homogéneo. Sin embargo, todavía son muy escasas las investigaciones realizadas en Argentina sobre el uso de diferentes herbicidas en el caso de la mandioca.

## PLAGAS EN LA MANDIOCA

Existen insectos y arácnidos que atacan a las plantas de mandioca ocasionando daños de diversa consideración. Hay plagas menores, que ocasionan poca o ninguna pérdida en el rendimiento, y plagas mayores que causan daños severos al cultivo con pérdidas en el rendimiento. Respecto de estas últimas, es importante saber que las plagas causan daños al cultivo por alguno de los siguientes mecanismos:

- Reducción de área fotosintética activa (por daños en las hojas).
- Debilitamiento de la planta e inhibición del transporte de nutrientes (por daños en los tallos).
- Ataque al material de plantación, reduciendo la brotación (por daños en las estacas-semilla).
- Favorecimiento de pudriciones en las raíces.
- Actuación como vectores, es decir transmisión de otras enfermedades sin provocación de daños por sí mismos.

Las plagas que atacan la planta durante un período prolongado, tales como ácaros, trips, cochinillas, o barrenadores del tallo, reducirán el rendimiento en mayor grado que los que causan defoliación y daño a partes de la planta durante un período corto, tales como el marandová, mosca de las agallas y hormigas cortadoras. Esto se debe a que la planta de mandioca es capaz de recuperarse de un daño causado en corto tiempo bajo condiciones ambientales favorables.

De las plagas mencionadas recién, algunas han tenido mayor presencia en la provincia de Misiones en los últimos años, por lo que se han implementado distintas formas de controlarlas:

*Hormigas cortadoras (Atta sp. y Acromyrmex sp.)*

El método de control más efectivo es el uso de cebos granulados colocados al costado de los

senderos formados por las hormigas, y próximos a las bocas de los hormigueros.

*Marandová (Erinnyis ello)*

Es una plaga que consume brotes jóvenes, yemas apicales y hojas, de aparición ocasional o esporádica. Causa pérdidas en el cultivo cuando ataca durante los primeros 5 meses de plantación. El marandová adulto es una mariposa de hábitos nocturnos, de color ceniza. Las larvas varían en su color, pudiendo ser amarillo, negro, gris oscuro, canela y verde, y pueden alcanzar los 10 a 12 cm de longitud. Un control muy efectivo se logra con la bacteria *Bacillus thuringiensis*, que ataca las larvas.



Ensayos en la Estación Experimental de Cerro Azul. Larva y adulto de marandová. (Foto: Rafael Feltán)

*Barrenadores del tallo (Clilomima spp., Coelostermus spp., Lagochirus spp.)*

Son conocidos popularmente como bichos taladro. Las larvas pueden medir hasta 30 milímetros de longitud; generalmente son de color blanco, amarillo o canela y se pueden ver en las partes aéreas de las plantas. Los tallos y ramas se pueden quebrar o reducir a aserrín. Durante los períodos

secos puede haber defoliación y en ataques severos puede producirse la muerte de las plantas. Los barrenadores adultos permanecen activos durante todo el año, aunque su actividad puede disminuir en los meses más frescos. El control de esta plaga se puede realizar con insecticidas sistémicos y en caso que no se pueden controlar, se deben extraer y quemar las partes de la planta afectadas.

## LAS ENFERMEDADES DE LA MANDIOCA

Las plantas de mandioca pueden ser atacadas por bacterias, hongos, virus y micoplasmas, causando diferentes enfermedades. La bacteriosis es una de las enfermedades más devastadoras ya que, bajo determinadas condiciones ambientales, puede causar la pérdida total del cultivo. Entre las bacteriosis se destaca en Misiones la *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis*, que se ha diseminado rápidamente en

los últimos años.

En general, cuanto una plantación de mandioca se origina de ramas afectadas por esta bacteria, los/as productores/as sufren pérdidas de hasta el 100%. Sin embargo, las bacteriosis son en gran medida evitables, ya que una de las principales causas de su diseminación es el uso de material de multiplicación enfermo. Ya sea que las ramas-semillas estén afectadas, o cuando la infección es posterior a la plantación, el mayor daño se produce cuando la bacteriosis afecta al cultivo en los primeros cuatro meses después de la plantación. Por eso, en general se trata de efectuar distinto tipo de intervenciones:

### Controles Culturales:

- Selección del material de plantación, evitando que las ramas-semilla provengan de plantas enfermas.
- Rotación de cultivos (con maíz, poroto sable o mucuna en verano; con lupino y avena en invierno) y descanso del suelo (por lo menos durante un año).
- Plantación intercalada de mandioca con otro cultivo.
- Eliminación de plantas enfermas y de los residuos de cosecha, quitándolas del lote, enterrándolas o quemándolas.

### Controles Químicos:

- Se suelen realizar en el momento de almacenar las ramas para la plantación, de manera de prevenir la enfermedad en materiales sanos. Se suelen usar fungicidas a base de cobre, por ejemplo, sulfato de cobre tribásico y oxiclórico de cobre.



*Ensayos en la Estación Experimental de Cerro Azul. Bacteriosis. (Foto: Rafael Feltán)*

## LA COSECHA DE LA MANDIOCA

La cosecha tradicional de la mandioca se realiza generalmente a partir del mes de marzo, tanto para mercado fresco como para industria. En las zonas próximas a establecimientos industriales es común esperar dos años para realizar la cosecha, ya que así las raíces tienen mayor tamaño: esto tiene como ventaja que las tareas de extracción de raíces se dificultan, pero a cambio se obtienen mayores rendimientos de almidón.

La cosecha de mandioca en Misiones se realiza en forma manual, e insume gran cantidad de mano de obra y esfuerzo físico. Algunos factores relacionados con las características del suelo tienen incidencia en la eficiencia de la cosecha: en los suelos sueltos o arenosos la operación es más sencilla que en suelos arcillosos o pesados; y en cualquier tipo de suelo, la cosecha se facilita cuando éste está húmedo. La distribución de las raíces también es un factor importante, ya que resulta más sencillo cuando el enraizamiento es compacto y arracimado.

La cosecha mecanizada es una de las alternativas a la hora de reducir costos de producción, pero hasta el momento sólo se han utilizado en Argentina en forma piloto. Existen en el mundo varios modelos de cosechadora de mandioca que realizan una tarea más o menos completa: algunas solamente aflojan el suelo para que la extracción (manual) sea más fácil y rápida, otras



*Cosecha manual de mandioca en la Cooperativa agrícola ganadera de Gobernador Roca, Misiones. (Foto: Ana Padawer)*

aflojan y extraen las raíces, y otras extraen las raíces del suelo y las separan de la tierra. La decisión de mecanizar no se vincula solamente con una cuestión de costos, sino con las prácticas de cultivo: el uso de esta maquinaria se limita cuando se planta de modo consociado y cuando se trata de cultivos destinados al consumo fresco, ya que, al menos con la tecnología disponible en la zona, las raíces se deterioran.



*Cosechadora de mandioca en la Cooperativa San Alberto, Misiones. (Gentileza, Ministerio de Agroindustria, UCAR - Foto: G. Kaiser)*

## POSTCOSECHA DE LA MANDIOCA

La postcosecha es una etapa muy importante en el cultivo de mandioca, debido a que se producen alteraciones en la pulpa, las que se manifiestan en forma de puntos o franjas (primero azules y luego marrones), dispuestos a través de los haces vasculares. Estos deterioros de las raíces pueden provenir de daños físicos que se producen durante la cosecha al extraer las raíces (ya sea por medios manuales o mecánicos), aunque en ese proceso no se trata solo de impericias humanas o eficiencias en la mecanización sino que también inciden la variedad (adhesión de la cáscara) y el tipo de suelo (se deterioran más cuando los suelos son pesados o secos).

También se pueden producir daños fisiológicos, que consisten en pérdida de peso de las raíces por respiración o disminución de vitaminas, asociados ambos procesos a un excesivo calor y humedad en el almacenamiento. Para evitar este

tipo de daño se debe cosechar en el momento de madurez óptima (dependiendo de la variedad), ya que a mayor madurez es aumenta el porcentaje de materia seca y disminuye el de agua; el calor y la temperatura en raíces con mayor contenido de agua, hacen que el deterioro sea mayor.

El deterioro microbiano se produce como consecuencia del ataque de patógenos (bacterias y hongos) en la cosecha o durante el almacenamiento. Se desarrolla generalmente entre los 5 a 7 días después de la cosecha, especialmente en zonas con daños físicos y en ambientes de humedad relativa y temperaturas altas. Se manifiesta como un estriado vascular y posterior pudrición, con fermentación y maceración de tejidos. Los géneros más encontrados actualmente en Misiones son *Rhizopus*, *Mucor*, *Choanephora*, *Lasiodiplodia* y *Fusarium*, siendo las especies *Lasiodiplodia theobromae*, *Fusarium solani* y *F. Javanicum* las más destructivas.



Mandioca parafinada en la Cooperativa agrícola ganadera de Gobernador Roca, Misiones. (Foto: Ana Padawer)



*Mandioca envasada al vacío en la Cooperativa agrícola ganadera de Gobernador Roca, Misiones. (Fotos: Ana Padawer)*



Otra forma de manejo pos cosecha que se encuentra en desarrollo es el envasado al vacío. Para realizar este proceso es necesario lavar las raíces de mandioca, luego se elimina la epidermis a través del proceso de pelado, y se procede al envasado, debiendo conservarse refrigeradas durante el período de comercialización. Otra opción es agregar el corte de las raíces en pequeños trozos de 10 centímetros de largo, o en bastones de unos 5 cm de largo y 2 cm de espesor, los que son precocidos para lograr una mayor vida pos cosecha de las raíces y facilitar su consumo en los

hogares. El sistema de envasado al vacío consiste en extraer el oxígeno que contiene el producto, evitando de esta manera la oxidación y posterior putrefacción del alimento a conservar, prolongando su vencimiento en 60 días aproximadamente. Este sistema mejora sustancialmente las condiciones de seguridad alimentaria y calidad del producto, ya que anula el desarrollo de microorganismos por la ausencia de oxígeno; permite que las raíces de mandioca conserven su textura, y estabiliza el sabor y frescura de los alimentos, ya que no hay pérdida de agua.

# BIBLIOGRAFÍA

## de referencia

- EEA Montecarlo (2008). Cuadernillo “Producción de Mandioca y sus Usos”. Editado por la Secretaria de Desarrollo Economico de la Municipalidad de Montecarlo.
- Ospina, Bernardo y Ceballos, Hernan (2002). “La yuca en el tercer milenio: sistemas modernos de producción, rprocesamiento, utilizacion y comercialización”. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (2015). Asistencia Integral en Sistemas de Gestión de Calidad y Planificación en la Agroindustria de la Mandioca de la provincia de Misiones. Fase II. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (2015). Manual de Buenas Prácticas (BPA) para la producción de mandioca. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Padawer, Ana (2017). “Una mirada antropologica acerca del desarrollo. La agricultura familiar como protagonista de las transformaciones en el agro en el SO de Misiones”. En Fabris, Julio: Apuntes para el desarrollo de Argentina. Editorial Universitaria de Buenos Aires. Pp. 297 – 328.
- Pletsch, Rodolfo y Uset, Antonio (2013). Cuadernillo “Mandioca (manihot esculenta Crantz). Manejo y conservaciòn de ramas con destino a semilla. Ediciones INTA.
- Rival Laura y Doyle McKey (2008). “Domestication and Diversity in Manioc (Manihot esculenta Crantz ssp. esculenta, Euphorbiaceae)”. Revista Current Anthropology, Vol. 49, No. 6. Pp. 1119-1128.
- Uset, Antonio; Correa, Miguel y Krindges, Anibal (2016). Cuadernillo “Mandioca para consumo fresco”. AER Puerto Rico- INTA Ediciones.





PROCODAS | Programa Consejo de la Demanda de Actores Sociales



Ministerio de Ciencia,  
Tecnología e Innovación Productiva  
Presidencia de la Nación



UBA  
Universidad de Buenos Aires



Instituto de Ciencias  
Antropológicas FLO:UBA

SE[CYT]30<sup>º</sup>  
SECRETARÍA DE CIENCIA Y TÉCNICA

PIUBAD  
PROGRAMA INTERDISCIPLINARIO  
DE LA UBA PARA EL DESARROLLO