



# GUÍA TÉCNICA

# CULTIVO DE MANDIOCA







**GUÍA**

**TÉCNICA**

**Cultivo de**

# **MANDIOCA**

César Arnaldo Caballero Mendoza

Cipriano Ramón Enciso Garay

Cirilo Catalino Tullo Arguello

Jorge Daniel González Villalba

*San Lorenzo, Paraguay  
2019*



## EDITOR

César Arnaldo Caballero Mendoza

## REVISORA

Alicia Duarte Caballero

## FOTOGRAFÍAS

César Arnaldo Caballero Mendoza

Armando Rubén Santacruz Toledo

Cirilo Catalino Tullo Arguello

Carlos Antonio López Talavera

Es permitida la reproducción parcial de este material siempre que sea citado de la siguiente forma:

---

Guía técnica cultivo de mandioca. / César Arnaldo Caballero Mendoza ... [et al.]. –  
San Lorenzo, Paraguay : FCA, UNA, 2019.  
56 p. : il. ; tablas, figuras ; 25 cm.

Incluye bibliografías y anexos.  
ISBN 978-99967-940-9-4 (en línea)  
ISBN 978-99967-940-8-7 (impresa)

1. Mandioca (***Manihot esculenta***). 2. Mandioca - Características agronómicas.  
3. Mandioca - Condiciones edafoclimáticas. 4. Mandioca - Variedades. 5. Suelos  
- Preparación. 6. Semillas - Conservación. 7. Mandioca - Cultivo. 8. Asociación de  
cultivos. 9. Mandioca - Enfermedades y plagas. 10. Control de enfermedades. 11.  
Control de plagas. 12. Control de malezas. 13. Mandioca - Cosecha. 14. Mandioca -  
Postcosecha. 15. Costo de producción. 16. Análisis económico. I. Caballero Mendoza,  
César Arnaldo. II. Enciso Garay, Cipriano Ramón. III. Tullo Arguello, Cirilo Catalino.  
IV. González Villalba, Jorge Daniel.

CODFCA 02.19.341

CDD: 633.682

---

Todos los derechos reservados

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

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

Esta publicación se realiza en el marco del “Proyecto de Adopción de Paquetes Tecnológicos para cultivos producidos por Pequeños Productores Rurales del Paraguay 2015-2019” implementado por la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción con la asistencia técnica y financiera de la **Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) Oficina en Paraguay**. La JICA deslinda cualquier responsabilidad acerca del contenido del material.

**MATERIAL DE DISTRIBUCION LIBRE Y GRATUITA.**



## EQUIPO TÉCNICO DEL PROYECTO

**Director** Ing. Agr. Dr. Luis Guillermo Maldonado Chamorro

---

**Gerente** Ing. Agr. Dr. Jorge Daniel González Villalba

---

**Coordinador General** Ing. Agr. M.Sc. Hiroshi Isaki (Experto de JICA)

---

**Técnicos**

- Ing. Agr. Dr. Cipriano Ramón Enciso Garay
- Ing. Agr. M.Sc. Oscar Joaquín Duarte Álvarez
- Ing. Agr. César Arnaldo Caballero Mendoza
- Ing. Agr. Natalia de Jesús Zelada Cardozo
- Ing. Agr. Armando Rubén Santacruz Toledo
- Ing. Agr. Cirilo Catalino Tullo Arguello
- Ing. Agr. M.Sc. Luis Roberto González Segnana
- Ing. Agr. M.Sc. Pedro Aníbal Vera Ojeda
- Ing. Agr. M.Sc. Javier Ortigoza Guerreño
- Ing. Agr. M.Sc. Lucio Romero Ramos
- Ing. Agr. Blanca Beatriz Alonso Giménez
- Ing. Agr. Giovanni Abrahám Bogado Martínez
- Ing. Agr. Carlos Antonio López Talavera



## CULTIVO DE MANDIOCA

### AUTORES

**César Arnaldo Caballero Mendoza**

Ingeniero Agrónomo  
Área de Producción Agrícola  
Facultad de Ciencias Agrarias  
Universidad Nacional de Asunción  
Correo electrónico: ceacaballero@gmail.com

**Cipriano Ramón Enciso Garay**

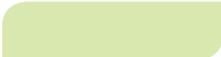
Ingeniero Agrónomo, Dr.  
Área de Producción Agrícola  
Facultad de Ciencias Agrarias  
Universidad Nacional de Asunción  
Correo electrónico: cenciso@agr.una.py

**Cirilo Catalino Tullo Arguello**

Ingeniero Agrónomo  
Área de Producción Agrícola  
Facultad de Ciencias Agrarias  
Universidad Nacional de Asunción  
Correo electrónico: cirilotullo@hotmail.com

**Jorge Daniel González Villalba**

Ingeniero Agrónomo, Dr.  
Área de Economía Rural  
Facultad de Ciencias Agrarias  
Universidad Nacional de Asunción  
Correo electrónico: vdecano@agr.una.py



# AGRADECIMIENTOS

Agradecemos por el apoyo al Proyecto “Adopción de Paquetes Tecnológicos para cultivos producidos por Pequeños Productores Rurales del Paraguay” en el cultivo de mandioca, al Ministerio de Agricultura y Ganadería, a la Dirección de Extensión Agraria, a los técnicos del Centro de Desarrollo Agropecuario Caazapá, Lic. Felipe Cano Oviedo, Ing. Agr. Aldo Ramón Ruíz Vera, Ing. Agr. Ricardo Ariel Noguera Arguello, Ing. Agr. Salvador Fabio Vega Martínez y a los técnicos del Centro de Desarrollo Agropecuario Caaguazú Este, Ing. Agr. Nilda Beatriz González Brítez, Lic. Amadeo Báez Villaverde, Ing. Agr. Augusto Javier Azcona Pereira, asimismo, a los integrantes de los comités de productores “Pytyvo rekavo”, distrito de Cnel. Maciel, “Santa María”, distrito de Gral. Morínigo (Departamento de Caazapá) y “Comité de productores Tajy”, distrito 3 de Febrero (Departamento de Caaguazú). A los técnicos de la Gobernación de Caazapá Lic. Manuel Morel Paiva e Ing. Agr. Hugo Asunción Espínola López. Finalmente a todos los docentes y funcionarios de la Facultad de Ciencias Agrarias que apoyaron la ejecución del Proyecto.





# PRÓLOGO

## *Guías Técnicas para adopción de Paquetes Tecnológicos*

La actividad agrícola para el desarrollo económico del Paraguay, y por sobre todo, el impacto socio económico de este sector en la calidad de vida de los paraguayos, históricamente ha sido objeto principal de numerosas intervenciones tanto del Gobierno Nacional como de la Cooperación Internacional. En este sentido, la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), ha apoyado las iniciativas locales para la promoción y mejoramiento de las condiciones de vida de los productores rurales desde el inicio de sus actividades en el país, hace más de 40 años.

En el año 2011, con una visión más territorial y enfatizando las actividades vinculadas con la agricultura familiar y autogestión de pequeños productores, a través del Estudio para el Desarrollo Rural Integral dirigido al Pequeño Productor (EDRIPP), la JICA propuso al Gobierno Paraguayo lineamientos para el desarrollo de los diferentes territorios en el Paraguay, caracterizándolos en base a sus condiciones particulares. En este contexto, la JICA ha llevado a cabo varios proyectos y estudios sectoriales enfocados a la promoción y mejoramiento de los principales cultivos del Paraguay, siendo uno de los proyectos más exitosos el de mejoramiento del cultivo y calidad del sésamo, con la iniciativa de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asuncion y el fuerte apoyo del sector privado.

Tras esta primera formidable experiencia con la Facultad de Ciencias Agrarias, hemos tomado la decisión de apoyar conjuntamente otros cultivos significativos en las principales zonas productivas del país, iniciando en el año 2015 la implementación del “Proyecto de Adopción de Paquetes Tecnológicos para cultivos producidos por pequeños productores rurales en el Paraguay” (Proyecto PPT), con el propósito

de fortalecer la producción, rendimiento y manejo sanitario de 7 cultivos de gran impacto en la economía del pequeño productor, como son la caña de azúcar, yerba mate, mandioca, poroto, maíz, cebolla y cítricos, enfocando esfuerzos en los departamentos de Caaguazú y Caazapá.

Con visión innovadora, el Proyecto PPT ha incorporado el conjunto de conocimientos de prácticas agrícolas, provenientes tanto de la investigación como del conocimiento empírico con base cultural, al concepto de “paquete tecnológico”, trabajando lado a lado con el productor, para que la tecnología aplicada redunde en cambios positivos en la producción y productividad de sus cultivos.

El resultado de 4 años de trabajo con los productores, ha sido sistematizado en la serie de “GUÍAS TÉCNICAS PARA LA ADOPCIÓN DE PAQUETES TECNOLÓGICOS” con el fin de extender el aprendizaje acumulado a través del Proyecto PPT a los extensionistas del presente, y a los estudiantes que aspiran a ser profesionales del sector rural y futuros extensionistas.

Como cooperación japonesa, es nuestro mayor deseo que estas GUIAS se constituyan en un instrumento transformador de la gestión de la producción en las fincas agrícolas a través del recurso humano altamente capacitado con información y técnicas adecuadas a la realidad de los productores rurales.

**Lic. Norio Yonezaki**

*Representante Residente*

*Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)*

*Oficina en Paraguay*



# PRESENTACIÓN

La Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción (**FCA/UNA**) y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (**JICA**), pone a disposición de productores, estudiantes y técnicos en general la presente **GUÍA TÉCNICA PARA EL CULTIVO DE LA MANDIOCA**, elaborada por el “*Proyecto de Adopción de Paquetes Tecnológicos para cultivos producidos por Pequeños Productores Rurales del Paraguay*” (PPT), implementado por la (FCA/UNA) entre los años 2015-2019, con asistencia técnica y financiera de (JICA) Oficina en Paraguay.

La elaboración de la Guía Técnica para el cultivo de mandioca obedece a la decisión del PPT de fortalecer la producción, rendimiento y manejo sanitario de cultivos de importancia económica y alimentaria que son producidos por pequeños productores rurales en el Paraguay, específicamente en los departamentos de Caaguazú y Caazapá.

La presente Guía Técnica fue desarrollada bajo una concepción teórica y metodológica denominada “*Paquete tecnológico*” que incorpora conocimientos provenientes de la investigación, la extensión y el conocimiento empírico de los productores, a través de una interacción participativa entre los actores, que posibilite cambios positivos en la producción y productividad del cultivo por medio de la adopción de una tecnología sustentable. Como estrategia de transferencia de tecnología, el PPT instaló parcelas demostrativas en fincas de productores, previo consenso sobre componentes tecnológicos preexistentes e intercambiando conocimientos con los actores para la validación en finca.

Los trabajos de investigación y participación de productores, técnicos y extensionistas del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG/DEAg) para la elaboración de esta guía, se ubican territorialmente en el Departamento de Caazapá, en el distrito de Gral. Morínigo y Cnel. Maciel, en el Departamento de Caaguazú, en el distrito 3 de Febrero. La mandioca constituye un rubro de autoconsumo y de renta importante dentro de la agricultura familiar del Paraguay. En estos distritos existe baja productividad, debido al manejo agronómico inadecuado y degradación de suelos con bajo rendimiento.

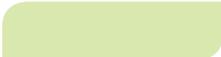
La guía presenta un amplio marco referente al cultivo presentando la clasificación botánica, características, variedades, exigencias, manejo, cosecha, poscosecha y costo de producción de las mismas. Por otra parte informaciones y datos generados en la investigación son presentados haciendo que este material sea de utilidad tanto a técnicos como a profesionales, agricultores y estudiantes con el propósito de servir de apoyo y sustento para potenciar la agricultura familiar a través del fortalecimiento de la autogestión de los pequeños productores.

**Prof. Ing. Agr. Luis Guillermo Maldonado Chamorro**

*Decano*

*Facultad de Ciencias Agrarias*

*Universidad Nacional de Asunción*



# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	15
<hr/>	
<b>2. CLASIFICACIÓN BOTÁNICA Y MORFOLÓGICA</b>	17
<hr/>	
<b>3. EXIGENCIAS EDAFOCLIMÁTICAS</b>	19
3.1 Suelo	19
3.2 Clima	19
3.2.1 Temperatura	19
3.2.2 Precipitación	20
3.2.3 Fotoperiodo	20
<hr/>	
<b>4. VARIEDADES</b>	21
<hr/>	
<b>5. MANEJO Y CONSERVACIÓN DE RAMAS SEMILLAS</b>	22
5.1 Semilla	22
5.2 Selección de rama-semilla	22
5.3 Corte y oreo de rama-semilla	23
5.4 Almacenamiento y cobertura	23
5.5 Cantidad	24
<hr/>	
<b>6. IMPLANTACIÓN Y MANEJO DEL CULTIVO</b>	26
6.1 Selección de la parcela	26
6.2 Extracción de muestra de suelo	28
6.3 Aplicación de enmiendas	28
6.4 Preparación del suelo	29
6.4.1 Sistema convencional	29
6.4.2 Sistema de siembra directa	29
6.5 Preparación de estacas	30
6.6 Plantación	31
6.6.1 Época de plantación	32
6.6.2 Densidad de plantación	32
6.7 Fertilización	33
<hr/>	
<b>7. ASOCIACIÓN DE CULTIVOS</b>	35



# ÍNDICE

<b>8. CONTROL DE MALEZAS, PLAGAS Y ENFERMEDADES</b>	<b>36</b>
8.1 Control de malezas	36
8.2 Plagas y su control	37
8.2.1 Marandová	37
8.2.2 Mosca blanca	38
8.2.3 Chinche de encaje	39
8.2.4 Barrenadores del tallo	40
8.2.5 Hormigas cortadoras	41
8.3 Enfermedades y su control	41
8.3.1 Bacteriosis	42
8.3.2 Pudrición de raíces	44
8.3.3 Mancha parda	44
8.3.4 Cercospora	45
8.3.5 Antracnosis	46
8.3.6 Enfermedades virósicas	47
8.3.7 Cuero de sapo	48
<hr/>	
<b>9. COSECHA Y POSTCOSECHA</b>	<b>49</b>
9.1 Cosecha	49
9.2 Postcosecha	50
<hr/>	
<b>10. COSTO DE PRODUCCIÓN Y ANÁLISIS ECONÓMICO</b>	<b>51</b>
10.1 Resultados en parcelas	53
10.2 Anexo	55
<hr/>	
<b>11. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>56</b>

# MANDIOCA





## 1

## INTRODUCCIÓN

La mandioca, *Manihot esculenta* Crantz, es una de las principales fuentes de carbohidratos para la población del Paraguay. Se cultiva en todos los Departamentos de la región Oriental del país, cubriendo un área de aproximadamente 182.000 ha.

La producción se destina para consumo en fresco, el procesamiento industrial, la obtención de almidón, fariña y harina. A nivel de la agricultura familiar, además del consumo en fresco se utiliza para la alimentación animal y la elaboración de almidón en forma artesanal. Es importante mencionar que los productores que procesan la mandioca prefieren variedades con elevado contenido de materia seca, debido a su mayor rendimiento en almidón.

En el marco del Proyecto de “Adopción de Paquetes Tecnológicos para cultivos producidos por pequeños productores rurales en Paraguay”, ejecutado en forma conjunta por la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción (FCA-UNA) en convenio con la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), se ha trabajado con productores organizados en comités en los distritos Coronel Maciel y General Morínigo, en el Departamento de Caazapá y 3 de Febrero en el Departamento de Caaguazú.

En este material se presenta informaciones técnicas referentes al cultivo de la mandioca y experiencias recogidas durante la ejecución del Proyecto mencionado anteriormente. El mismo busca promover la difusión de tecnologías apropiadas para mejorar el rendimiento del cultivo.



## 2

## CLASIFICACIÓN BOTÁNICA Y MORFOLÓGICA

Dentro de las jerarquías sistemáticas, la mandioca pertenece a la clase Dicotiledoneae, caracterizada por la producción de semilla con dos cotiledones, al orden Euphorbiales, familia Euphorbiaceae, género *Manihot* y especie *Manihot esculenta* Crantz.

Dentro de la familia Euphorbiaceae se encuentran plantas de portes muy diferentes: árboles, arbustos e hierbas y de diversa importancia económica; unas se caracterizan por la producción de latex, aceite, raíces comestibles, existen además ornamentales y también medicinales.

Una de las tribus más importantes de la familia de las Euphorbiáceas es la Manihoteae, representada por el género *Manihot*. Dentro del género *Manihot* se han clasificado alrededor de un centenar de especies, entre las cuales la única cultivada comercialmente es *Manihot esculenta* Crantz, comúnmente conocida como mandioca.

El género *Manihot*, tiene alrededor de 180 especies, se compone principalmente de arbustos y está confinado al Nuevo mundo desde Arizona, Estados Unidos, hasta Argentina.

Se encontraron tres grupos de especies que tienen gran afinidad morfológica a la especie cultivada. Estos se encuentran en México, en América Central, en las Guayanas, en Brasil, en Paraguay y en Argentina.

La mandioca es un arbusto perenne, monoica, de ramificación simpodial y con variaciones en la altura de la planta que oscilan entre 1 a 5 m, aunque la altura máxima generalmente no excede los 3 m.

Los tallos son particularmente importantes en la mandioca, pues son el medio que se utiliza para la multiplicación vegetativa. El tallo maduro es cilíndrico y su diámetro varía de 2 a 6 cm, se pueden observar tres colores básicos de tallo maduro: gris-plateado, morado y amarillo verdoso. Tanto el diámetro como el color varían significativamente con la edad de la planta y variedad.

Las hojas son los órganos en los cuales ocurre principalmente, la fotosíntesis, son caducas, es decir, se avejentan, mueren y se desprenden de la planta a medida que esta se desarrolla. El número total de hojas producidas por la planta, su longevidad y capacidad fotosintética son características varietales, profundamente influenciadas por las condiciones ambientales. Las hojas son simples y están compuestas por la lámina foliar y el peciolo. La lámina foliar es palmada y profundamente lobulada. El número de lóbulos en una hoja es variable y por lo general impar, oscilando entre 3 y 9.

La mandioca es una planta monoica, es decir, con flores unisexuales masculinas y femeninas en una misma planta, normalmente la polinización es cruzada. La estructura básica del arreglo de las flores es el racimo, en el que las flores femeninas, están localizadas en la parte basal, y las masculinas se agrupan en la parte superior.

El fruto es una capsula dehiscente y trilobular, de forma ovoide a globular, con 1 a 1,5 cm de diámetro, con seis aristas longitudinales, estrechas y prominentes.

La semilla es el medio de reproducción sexual de la planta, posee un valor incalculable en el mejoramiento genético del cultivo, pues a través de la reproducción sexual se pueden producir nuevos cultivares genéticamente superiores.

La semilla es de forma ovoide-elipsoidal y mide alrededor de 10 mm de largo, 6 mm de ancho y 4 mm de espesor.

Las raíces de la planta de la mandioca, tienen como característica principal la capacidad de almacenamiento de almidones, razón por la cual es el órgano de la planta que hasta el momento ha tenido un mayor valor económico. Sin embargo, no todas las raíces producidas eventualmente se convierten en órganos de almacenamiento.

Cuando la planta proviene de semilla sexual, se desarrolla una raíz primaria pivotante y varias de segundo orden.

Si la planta proviene de estacas, las raíces son adventicias y se forman en la base inferior cicatrizada de la estaca, que se convierte en una callosidad y también a partir de las yemas de la estaca que están bajo tierra. Estas raíces al desarrollarse, inicialmente, forman un sistema fibroso, pero después algunas de ellas inician su engrosamiento y se convierten en raíces tuberosas. La raíz tuberosa de la mandioca está compuesta de tres partes esenciales: la cáscara, la pulpa y las fibras centrales.

## 3

## EXIGENCIAS EDAFOCLIMÁTICAS

### 3.1 Suelo

La mandioca puede plantarse en una gran variedad de suelos. El cultivo se da desde los suelos muy pobres en elementos nutritivos hasta aquellos con alta fertilidad. Los suelos deben ser sueltos, porosos, con cierta cantidad de materia orgánica y con un pH entre 6 y 7; crece muy bien en suelos pobres, bajo condiciones de extrema acidez crece bien y da rendimientos razonables. La tolerancia a pH muy bajos es debido a su habilidad para crecer en suelos con muy altos niveles de saturación de aluminio, superior a 80%, sin disminuir su producción, pero es muy sensible a la salinidad.

El suelo ideal para el cultivo de la mandioca debe ser profundo, suelto con buen drenaje y buena fertilidad, con textura entre franco arenosa o arcillo arenosa. Estas condiciones favorecen el crecimiento de las raíces, la buena aireación y circulación de agua; además facilita el arranque y cosecha de las raíces. Los suelos bajos y anegados favorecen la aparición de las enfermedades que causan pudrición en las raíces.

### 3.2 Clima

#### 3.2.1 Temperatura

Los rendimientos máximos de la mandioca se obtienen a una temperatura media de 25 a 27°C, siempre que haya suficiente humedad disponible en el periodo de crecimiento. Las mejores temperaturas para el buen desarrollo del cultivo se registran entre 25 a 30°C. Temperaturas inferiores a 16°C y superiores a los 34°C detienen el crecimiento de la planta.

### **3.2.2 Precipitación**

La planta de la mandioca requiere entre 700 y 1500 mm de lluvia, bien distribuidas durante todo el ciclo del cultivo. Aunque muestra tolerancia a niveles inferiores de lluvia en relación a otros cultivos.

### **3.2.3 Fotoperiodo**

Es una planta que crece bien en condiciones de plena luz, sus rendimientos dependen en primer lugar de este factor, que juega un papel esencial en la fotosíntesis y en las reacciones fotoperiódicas. Para su desarrollo, la planta requiere de plena luz, en general son necesarias de 10 a 12 horas de luz diaria para su mayor producción de raíces tuberosas. En Paraguay normalmente hay por lo menos 11 horas de luz diaria, durante todo el año.

## 4

**VARIEDADES**

Existen numerosas variedades de mandioca con buen potencial de rendimiento difundidas en el país. Se recomienda el empleo de aquellas variedades que presentan buena productividad, alto contenido de almidón, buena calidad culinaria y adaptada a las condiciones de clima y suelo de la zona. Para minimizar los riesgos de producción, es importante contar con 2 o más variedades de mandioca en la finca. La selección de las variedades debe hacerse de acuerdo a la finalidad y al destino de la producción: para consumo en fresco en la propia finca, para venta en el mercado, para industria u otros. Las variedades más cultivadas son las siguientes: Cano Guazú, Cano'i, Pyta, Señorita, Konche, Tacuara Sa'yju, Tacuara Hovy, Meza'i, Caballero'i, Chara, Cano Pyta, Bertoni, entre otros.

En la zona de influencia del proyecto PPT fue difundida a los productores la variedad Tapojo'a Sa'yju que presenta alto potencial de rendimiento, buena calidad culinaria y alto contenido de materia seca y almidón, además posee buena capacidad de conservación bajo tierra. Se la puede dejar por dos años o más en la parcela, sin que presenten problemas de pudrición en la raíz.

## 5

## MANEJO Y CONSERVACIÓN DE RAMAS SEMILLAS

### 5.1 Semilla

El material de propagación para la implantación del cultivo de mandioca es el tallo, conocido como rama-semilla del cual se obtienen las estacas. La obtención de rama-semilla de buena calidad, en cantidad y en época oportuna, es un problema cada vez más grave que enfrenta el productor. La falta del material de siembra se agudiza especialmente cuando se registran heladas sucesivas durante el invierno. El riesgo es muy grande cuando se recurre a cualquier tipo de material de siembra, lo que da lugar a la utilización de estacas contaminadas con enfermedades y plagas, que afecta la brotación, y en consecuencia disminuye la población de plantas afectando considerablemente el rendimiento.

Para obtener semilla de alta calidad, es necesario que los productores adopten tecnologías adecuadas y realicen correctamente la selección y el almacenamiento de la rama-semilla.

### 5.2 Selección de rama-semilla

El material de propagación o rama-semilla de mandioca, se debe elegir de plantaciones sanas, vigorosas, con buen desarrollo y maduras, que tengan de 8 a 10 meses de edad.

Se deben descartar las plantas pequeñas y las que fueron atacadas por plagas o enfermedades, eliminando principalmente aquellas plantas cuyos tallos fueron afectados por insectos, ácaros, bacteria y virus. Estos patógenos pueden diseminarse por medio del material de siembra reduciendo la brotación de las estacas.



**Figura 1.** Corte de rama-semilla por el cooperador del Comité Pytyvo rekavõ de Cnel. Maciel.

### 5.3 Corte y oreo de rama-semilla

El corte de las ramas se debe efectuar con machete bien filoso a una altura de 15 a 20 cm del suelo (*Figura 1*), las ramas cortadas se deben amontonar en la melga, en pequeños grupos de 10 a 15 ramas, dejándolas orear en el campo por 3 a 4 días, para reducir el contenido de humedad y eliminar las hojas, para luego realizar el acarreo y el almacenamiento.

Se realizaron capacitaciones a los comités de productores de mandioca asistidos por el Proyecto Paquetes Tecnológicos en los Departamentos de Caazapá y Caaguazú a través de demostraciones de métodos en la selección de plantas en el cultivo, corte, oreo y almacenamiento de rama - semilla. Los productores que aplicaron dicha práctica en su finca observaron mayor vigor de la planta, buen desarrollo vegetativo y aumento en el rendimiento de sus cultivos.

### 5.4 Almacenamiento y cobertura

El almacenamiento de la rama-semilla de mandioca, es una práctica necesaria en el país, debido a la presencia de heladas que ocurren durante el invierno. Para contar con semillas de buena calidad, es necesario cortarlas y almacenarlas antes de la primera helada, en el mes de mayo. El mal almacenamiento de las ramas semillas afecta la calidad de las estacas, y consecuentemente la pérdida de la capacidad de brotación y enraizamiento.

Para un almacenamiento adecuado es necesario seguir las siguientes recomendaciones: elegir lugar alto y seco, preferentemente bajo árboles; limpiar el lugar seleccionado, eliminar las malezas y restos de cultivos; remover el suelo entre 5 a 8 cm de profundidad y nivelar el

lugar; preparar en el sitio seleccionado soporte de madera, a modo de caballete, de 70 a 80 cm de altura del suelo; tal soporte se construye colocando dos postes fuertes a los que se fija un travesaño, para sostener las ramas almacenadas; evitar dañar las yemas durante el transporte y almacenamiento; colocar las ramas en forma vertical o parada, ubicándolas una a una, apoyadas por el soporte, y cuidando que la base del tallo esté en contacto con el suelo.

Una vez colocadas la rama-semilla en el lugar del almacenamiento se debe cubrir adecuadamente con paja seca, hojas secas de caña de azúcar, chala de maíz, cebadilla, u otras gramíneas, con un espesor de 30 a 40 cm. Finalmente se debe atar con una cuerda, piola o piolín para evitar el volcamiento de las ramas almacenada; de este modo se protegen las yemas de las heladas y se evita la deshidratación de las rama- semilla almacenadas, por el efecto de los fuertes vientos durante el invierno.

## 5.5 Cantidad

Para plantar una hectárea de mandioca, es necesario almacenar entre 2.500 a 3.000 ramas. La relación que existe es de 1:4, es decir, de 1 ha de cultivo se puede obtener rama-semilla para cubrir 4 ha de cultivo.

Las prácticas de almacenamiento de rama-semilla, a través de demostraciones de métodos fueron realizadas conforme a las recomendaciones técnicas, que son: selección y limpieza del lugar, remoción del suelo, acarreo de ramas semillas, acondicionamiento de la rama en forma vertical (*Figura 2*), cuidando que la base del tallo esté en contacto con el suelo; con el acompañamiento de los socios, técnicos del PPT y de la DEAG-MAG, teniendo en cuenta la metodología recomendada como componente del paquete tecnológico del proyecto.



**Figura 2.** Almacenamiento de rama-semilla de mandioca.

Fotografía: Cirilo Tullo.



**Figura 3.** Cobertura de las ramas-semillas de mandioca con pajas secas de caña de azúcar en el distrito de Gral. Morinigo.

Posterior al almacenamiento de las ramas, se debe realizar la cobertura de las mismas para proteger de las heladas durante el invierno, con paja seca, como hojas de caña de azúcar, chala de maíz u otras gramíneas (Figura 3). Es necesario evitar el uso de hojas frescas para cubrir las ramas por el contenido de humedad que pueda propiciar la ocurrencia de las enfermedades causadas por hongos y así evitar la pudrición de las ramas almacenadas.

Los productores manifestaron que este método de almacenamiento no es habitual en sus fincas, normalmente realizan apresuradamente el corte de las ramas y el almacenamiento, día antes de la helada, por la probabilidades según información meteorológica, generalmente realizan sin tener en cuenta ningún criterio técnico de almacenamiento, amontonando las ramas una sobre otras en posición horizontal, sin la cobertura (Figura 4), en algunos casos realizan cobertura, utilizando cualquier resto vegetal, métodos que causan más heridas a las ramas posibilitando la entrada de patógenos que puede reducir la calidad de las mismas, y en consecuencia produce la deshidratación de las ramas, afecta la brotación y como resultado se reduce la calidad y cantidad de estacas que se pueda utilizar para la plantación.

**Figura 4.** Almacenamiento de rama-semilla en forma horizontal sin cobertura, en el sistema tradicional. Fotografía: Cirilo Tulló.



## 6

## IMPLANTACIÓN Y MANEJO DEL CULTIVO

### 6.1 Selección de la parcela

El suelo a ser destinado para el cultivo de mandioca, debe ser plano, profundo, suelto, con buen drenaje y de buena fertilidad, con pendiente inferior a 5%, y de textura franco arenoso o franco arcillo-arenosa.

Para la siembra directa o labranza mínima, es necesario utilizar una parcela donde fue sembrada abonos verdes, como ser avena negra, maíz asociada con mucuna o con abundante vegetación natural (Figura 5).

La selección y posterior instalación de las parcelas demostrativas con los paquetes tecnológicos fue realizado en forma conjunta con los socios de los comités.

**Figura 5.** Parcela seleccionada para el cultivo de mandioca, en el Distrito de Cnel. Maciel.

Fotografía: Carlos López





**Figura 6.** Parcela demostrativa de mandioca en el Distrito de Cnel. Maciel periodo agrícola 2015/16.

En Cnel. Maciel y Gral. Morínigo, las parcelas seleccionadas, presentaban buena cobertura de abono verde (mucuna ceniza), suelo profundo y con ligera pendiente, textura franco arenoso (según análisis de suelo), y en el distrito de 3 de Febrero con vegetación natural, suelo plano y profundo, con textura franco arcillo arenoso.

Las parcelas demostrativas instaladas en los Departamentos de Caazapá y Caaguazú, fueron:

- a. Distrito Cnel. Maciel**, compañías San Miguel Isla, Comité Pytyvõ Rekavo, en la finca del Sr. Demetrio Sánchez, en las coordenadas 26°08'47" latitud sur y 56°26'4" longitud oeste.
- b. Distrito Gral. Morínigo**, compañías Santa María, Comité Santa María, en la finca del Sr. Edgar Oviedo, en las coordenadas 26°57',73" latitud sur y 55°53'01,98" longitud oeste.
- c. Distrito 3 de Febrero**, compañías Santa Librada, Comité Tajy, en la finca del Sr. Juan Ortiz, en las coordenadas 26°0'57,73" latitud sur y 55°53'01,98" longitud oeste.

La parcela demostrativa (PD) de mandioca tuvo una dimensión de 20 metros de largo y 10 metros de ancho, que corresponde a 200 m<sup>2</sup> de superficie (Figura 6). En la misma se aplicó los componentes tecnológicos para el cultivo de mandioca, desde la selección de la parcela hasta la cosecha.

## 6.2 Extracción de muestra de suelo

Para determinar la calidad del suelo para el cultivo de la mandioca, es necesario realizar el análisis de suelo de la parcela, la extracción de la muestra se debe realizar por lo menos 3 a 4 meses antes de la implantación del cultivo. La muestra se debe extraer desde la superficie hasta los 25 centímetros de profundidad en diferentes puntos de la parcela, por lo menos en 12 a 15 lugares, para el efecto se debe caminar en zigzag por el terreno, de manera a cubrir toda la superficie de la parcela. La extracción de la misma se puede efectuar con pala o con extractor y depositar las sub muestras en un balde bien limpio y repetir la operación en los diferentes puntos (*Figura 7*). Luego mezclar bien las muestras recogidas, retirando del total una muestra de aproximadamente 1 kg, cargar en una bolsa de polietileno limpio sin uso y colocar un rótulo con los siguientes datos: nombre del propietario, localidad, superficie, cultivo anterior, fecha de extracción, cultivo a implantar y enviar al laboratorio de suelo para su posterior análisis.

**Figura 7.** Extracción de muestra de suelo.  
Fotografía: Armando Santacruz.



## 6.3 Aplicación de enmiendas

La baja fertilidad de los suelos en los Distritos de las áreas de influencia del Proyecto, hacen necesario la aplicación de la cal agrícola y de materia orgánica en el cultivo de la mandioca. La cantidad de cal agrícola a ser aplicada se debe determinar en función al resultado del análisis de suelo, ya que el exceso puede provocar deficiencias de otros nutrientes. Se debe distribuir al voleo (*Figura 8*), cubriendo toda la superficie e incorporar con arado tres meses antes de la plantación.



**Figura 8.** Distribución al voleo de cal agrícola, en la parcela demostrativa.

## 6.4 Preparación de suelo

La preparación del terreno es una actividad fundamental para lograr una buena productividad del cultivo de la mandioca, para lograr la buena preparación de suelo, el productor puede utilizar los métodos e implementos tradicionales de labranza o implementar sistemas conservacionistas, mediante el uso de abonos verdes y realizar la siembra directa o labranza mínima, que permiten mejorar y mantener la productividad de los suelos. Los sistemas de preparación de suelos que se pueden aplicar son:

### 6.4.1 Sistema convencional

Consiste en realizar primero una buena limpieza y corpida del terreno, evitando la quema de los residuos vegetales. La primera arada se debe realizar dos meses antes de la plantación a una profundidad de 30 cm, para permitir la incorporación y descomposición de los residuos vegetales en el suelo. La segunda arada, se debe efectuar unos días antes de la plantación con su respectiva rastreada, hasta que el suelo quede bien suelto y nivelado, quedando listo para la plantación.

### 6.4.2 Sistema de siembra directa

Es un sistema muy sencillo y para iniciarlo es necesario tener en cuenta algunos aspectos básicos, se debe iniciar en el ciclo anterior a la temporada de cultivo de la mandioca, es decir en el verano, con una buena preparación del suelo: una arada y una buena rastreada. Luego, sembrar maíz a una densidad de 45.000 a 50.000 plantas/ha. A los 90 a 110 días después de haber sembrado el maíz, se siembra la mucuna ceniza en doble hilera entre las melgas del maíz utilizando 90 kg/ha de semilla (Figura 9). En este sistema, las plantas de maíz actúan como soporte a la mucuna que trepa y envuelve completamente al cultivo de maíz. La cosecha se debe efectuar cuando completa su ciclo y dejar los rastrojos de maíz y la



**Figura 9.** Parcela de *Mucuna* para la plantación de mandioca en Siembra Directa.

Fotografía: Cirilo Tulló.

cobertura de hojas y ramas de mucuna. Unos 15 días antes de la plantación de la mandioca se procede a acamar los rastrojos de las mismas, con una o varias pasadas de rolo-cuchillo, a fin de acamar y cubrir la superficie del suelo. Para la eliminación de malezas y eventuales rebrotes de abonos verdes se puede aplicar herbicidas (glifosato 2 L/ha), 8 días después de haber realizado el acamado. La plantación de la mandioca se debe realizar a la semana de la aplicación del herbicida. En caso de existir malezas rebrotadas, el control se puede efectuar manualmente, con machete o azada.

Para la plantación de la mandioca se deben abrir hoyos, con pala o azada, o abrir surcos con surcador subsolador para las hileras del cultivo y sembrar las estacas en posición horizontal en el surco, presionar levemente con el pie y cubrir con tierra.

## 6.5 Preparación de estacas

La preparación de las estacas se debe realizar momentos antes de la plantación. Es necesario escoger la rama-semilla en el lugar del almacenamiento y realizar la prueba de emisión del látex practicando con el machete una leve herida superficial por donde fluye la savia o látex, lo cual indica que la rama es apta para ser utilizada como material de propagación. La parte basal y los brotes de la parte apical, así como los materiales afectados por daños de insectos, ataque de enfermedades, y las ramas deshidratadas son inapropiadas y deben ser descartadas.

Las ramas seleccionadas se deben utilizar solamente hasta el tercio medio del tallo, eliminando las raicillas de la parte basal y el tercio superior (terminal); cortar las estacas manualmente, con machete bien filoso, en el aire, en forma recta, con 10 a 12 cm de largo, y con 5 o más yemas, evitando realizar el corte sobre troncos o tocones que puede quebrar la corteza y dañar las yemas (Figura 10).



**Figura 10.** Preparación de estacas por los productores capacitados en el distrito Cnel. Maciel.

Fotografía: Carlos López.

## 6.6 Plantación

La plantación se debe realizar en suelo bien preparado, con buen contenido de humedad, para lo cual se deben abrir surcos de 8 a 10 cm de profundidad, colocar la estaca en posición horizontal en el surco, presionarla levemente con el pie y cubrirla con tierra.

En el caso de la siembra directa se deben abrir hoyos con pala, azada o surcadora con disco cuchilla para cortar la cobertura vegetal, donde se deposita la estaca, presionada levemente, y cubierta con tierra (Figura 11).



**Figura 11.** Apertura de hoyo y plantación en siembra directa, comité Pytyvõ rekavo.

Fotografía: Carlos López.

### 6.6.1 Época de plantación

La plantación se puede realizar entre julio y octubre, siendo la mejor época el mes de agosto y la primera quincena de setiembre. En estos meses, ya es menor la posibilidad de ocurrencia de heladas, la temperatura empieza a aumentar, llegando a oscilar entre 28 y 30°C, ideal para la buena y rápida brotación de las estacas.

Si la plantación se realiza en épocas muy tempranas (mes de julio), se corre el riesgo de que el cultivo sea afectado por las bajas temperaturas al inicio de la brotación, pudiendo provocar serios daños e incluso perjudicar totalmente la plantación. En cambio, las plantaciones tardías (octubre - noviembre) pueden presentar bajo porcentaje de brotación de las estacas debido a las altas temperaturas.

### 6.6.2 Densidad de plantación

La densidad de la plantación, es un factor que depende de la fertilidad del suelo, de la variedad seleccionada y del destino de la producción.

La plantación de mandioca en parcela demostrativa en los Distritos de Cnel. Maciel y Gral. Morínigo del departamento de Caazapá y 3 de Febrero de Caaguazú, la densidad de plantación utilizada fue de 1,00 m entre hileras y 0,70 entre plantas (Figura 12), con una población de 14.285 plantas/ha.

A pedido de los agricultores de las diferentes zonas en el área del proyecto, fue introducida la variedad Tapojo'a Sa'yju, por la buenas características agronómicas que presenta la variedad, principalmente por su potencial de rendimiento, buena calidad culinaria para el consumo en fresco y alto contenido de almidón para procesamiento, ya sea en forma artesanal e industrial.



**Figura 12.** Variedad Tapojo'a Sa'yju, y distancia de plantación utilizada en la parcela demostrativa, Proyecto PPT.



**Figura 13.** Plantación mecanizada de mandioca en finca de productores.

La mecanización en la plantación de mandioca es poco difundida y adoptada por los pequeños productores en el Paraguay. En el marco del Proyecto PPT, con el apoyo de la JICA, se pudo adquirir una plantadora de mandioca para realizar demostraciones de métodos con los pequeños productores. La experiencia fue realizada en el Distrito 3 de Febrero del Departamento de Caaguazú, en donde se instaló una parcela demostrativa en la finca del señor Juan Ortiz, a fin de realizar la prueba de siembra mecanizada. Los socios del comité mostraron mucho interés por la plantadora, por la capacidad del mismo para agilizar y alivianar el trabajo, más aun por la posibilidad de utilizar a tracción animal, reducir la cantidad de mano de obra, el costo y efectuar la siembra de 3 a 5 ha por día (Figura 13).

## 6.7 Fertilización

La mandioca es una planta que extrae grandes cantidades de nutrientes del suelo, especialmente el Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K). Por cada tonelada de raíz cosechada, el cultivo extrae del suelo 4,42; 0,67 y 3,58 kg/ha, respectivamente, de dichos nutrientes.

Los suelos de las zonas dedicadas a la producción de mandioca en su mayoría presentan baja fertilidad, razón por la cual, para la buena producción es necesaria realizar la fertilización de la mandioca, en base a los resultados de un análisis físico-químico del suelo, dicho resultado determinará la cantidad de nutrientes a aplicar y se debe aplicar correctamente. La aplicación de fósforo y potasio se debe efectuar en forma básica en surcos en el

momento de la plantación y en cobertura se debe aplicar el nitrógeno a los 45 a 60 días después de la brotación en surcos o en hoyo a 15 a 20 cm de la planta (Figura 14 y 15).

En suelos con baja fertilidad es necesario implementar un plan de recuperación, mediante el uso de abonos verdes, abonos orgánicos y fertilización química. Si no se hace el análisis de suelo, se sugiere realizar la aplicación de fertilizante químico, utilizando 200 a 300 kg/ha de la formulación 12-12-17-02 o 15-15-15.



**Figura 14.** Aplicación de fertilizantes químicos en surcos a 15 cm de la planta.



**Figura 15.** Aplicación de fertilizantes en hoyo a 15 cm de la planta. Fotografía: Cirilo Tulló

## 7

## ASOCIACIÓN DE CULTIVOS

Es una práctica que presenta ventajas significativas en el manejo y conservación de los suelos. Consiste en la siembra de dos o más cultivos en la misma área, al mismo tiempo. Se puede asociar mandioca con maíz, maní, poroto o abonos verdes como la canavalia (Figura 16). Esto permite una rápida cobertura del suelo, disminuyendo los efectos de la erosión, la germinación y el desarrollo de las malezas; además reduce la proliferación de plagas y la diseminación de enfermedades. Los cultivos asociados ofrecen mayor producción en relación a los monocultivos, proporcionan gran ventaja al obtenerse más de un rubro por unidad de superficie y rubros alternativos para la alimentación de la familia.



**Figura 16.** Asociación de mandioca con canavalia.

## 8

## CONTROL DE MALEZAS, PLAGAS Y ENFERMEDADES

### 8.1 Control de malezas

Las malezas representan un problema de importancia económica en el cultivo de mandioca, constituyen un factor limitante para el desarrollo y productividad del mismo, porque compiten por agua, luz y nutrientes. Para evitar pérdidas importantes de producción por competencia de malezas, el cultivo de mandioca debe mantenerse libre de ellas en los primeros 100 a 120 días. Es necesario realizar carpidas antes de que empiece a competir las malezas con el cultivo, efectuando esta labor en los primeros tres meses de su desarrollo. Si no se realiza un control adecuado en esta etapa, reduce significativamente la producción de raíces.

El control de malezas se puede realizar manualmente con azada, siendo muy importante las dos primeras carpidas, acompañadas de aporque para evitar el tumbamiento de la planta por efecto del viento; también se puede intercalar con el uso de implementos de tracción animal o tractor (carpidora o carancho) con carpida manual.

También se puede realizar el control de malezas en forma química mediante el uso de herbicidas de acción pre emergente como Alaclor y Dual, a razón de 2 a 4 L/ha u Oxifluorfen y Linuron 2 a 3 L/ha, y/o con herbicidas pos emergentes selectivos a la mandioca; éstos se pueden aplicar después de la emergencia de la mandioca y de las malezas, principalmente para el control de las gramíneas o malezas de hojas finas, como Propaquizafop, Cicloxidim, a razón de 0,5 a 1,5 L/ha. La elección del herbicida a utilizar depende del tipo de maleza predominante en la zona y de la textura del suelo, como así también del desarrollo de

**Figura 17.** Aplicación de herbicida antes de plantación para la siembra directa de mandioca.



las malezas y de la selectividad para el cultivo. Igualmente, se pueden realizar el control integrado, que consiste en una combinación de los métodos químicos, mecánicos y culturales, con el fin de obtener resultados más eficientes, reducir costos y producir menor impacto al ambiente. Para el caso de la siembra directa se puede realizar la aplicación de herbicidas de acción total como el glifosato unos días antes de la plantación (Figura 17) o se puede realizar aplicaciones dirigidas sobre el surco de la plantación antes de la brotación de las estacas.

## 8.2 Plagas y su control

La mandioca es un cultivo que puede ser atacado por varias especies de insectos y ácaros, algunos de los cuales causan daños económicos de consideración. Generalmente produce disminución del área foliar que representa la capacidad fotosintética de la planta, producen reducciones en el rendimiento; y por el ataque a los tallos, lo cual debilita a la planta e inhibe el transporte de nutrientes. Si el ataque se produce al material de siembra, reduce la brotación. También puede haber ataques a las raíces que ocasionan pudriciones secundarias.

En el Paraguay, las plagas son de poca importancia económica, debido a la existencia de enemigos naturales que las controlan. No obstante, existen insectos que pueden producir ataques esporádicos pero severos en ciertas épocas del año.

Entre las plagas de mayor incidencia se encuentran: Marandová (*Erinnyis ello*), Mosca blanca (*Bemisia spp*), Chinche de encaje (*Vatiga illudens*), Barrenadores del tallo (*Chilomina sp.*) y (*Coelosternus sp.*) y Hormigas cortadoras (*Attas pp.*).

### 8.2.1 Marandová

Se considera como la plaga más importante de la mandioca en el país, poblaciones altas de este insecto pueden provocar defoliación total de la plantación en corto tiempo, si el ataque ocurre en la fase de desarrollo del cultivo, reduce el rendimiento, afecta el contenido de materia seca y almidón en las raíces y la calidad culinaria para el consumo en fresco. El ataque se puede presentar en cualquier etapa de desarrollo del cultivo, las larvas se alimentan de las hojas, brotes y tallos tiernos (Figura 18 y 19).



**Figura 18.** Larvas de marandová



**Figura 19.** Planta atacada por marandová.

Para el control es recomendable el uso adecuado de prácticas culturales, como ser: buena preparación del suelo y control oportuno de malezas, los que pueden reducir las poblaciones de adultos y pupas. También existen varios parasitoides y depredadores que son enemigos naturales del marandová: los huevos son parasitados por *Trichogrammas spp.* y *Telenomus spp.*; las larvas son parasitadas por *Apanteles spp.* Entre los principales depredadores de las larvas de marandová también se cuentan a las avispas *Polistes spp.*, chinche del género *Podisus spp.* y *Zelus spp.*, entre otros. Existe también otro grupo de controladores biológicos que son los microorganismos entomopatógenos como los *Bacillus thuringiensis* y de *Baculovirus erinnyis*, que pueden afectar a las larvas del marandová y causar una epidemia en la población de esta plaga.

Cuando el ataque es severo, se puede realizar control químico; existen productos eficientes para su control, se recomienda el uso de aquellos productos de menor peligrosidad para humanos y animales. Se puede utilizar Carbaryl a razón 30 g por tanque de 20 litros de agua o Imidacloprid a razón de 20 cm<sup>3</sup> en 20 litros de agua, efectivo para el control de las larvas. También se puede realizar control mecánico, efectuando la recolección manual de las larvas y pupas para reducir la población.

### 8.2.2 Mosca blanca

La mosca blanca afecta a numerosas especies de plantas, también se observa con mayor frecuencia en cultivo de mandioca, registrándose severos ataques al cultivo anualmente.

Cuando el ataque es fuerte, puede causar amarillamiento y secado de las hojas bajas de la planta y deformación de las hojas apicales. Las poblaciones de moscas adultas se pueden detectar sacudiendo los cogollos de las plantas para hacerlas volar. Las pupas y ninfas se pueden encontrar en el envés de las hojas bajas e intermedias (Figura 20). Cuando el ataque es severo se observa la presencia de fumagina, que está asociada con el ataque de la mosca blanca. Su incidencia es mayor en época de sequía y se acentúa en los meses de enero a abril. Las precipitaciones continuas y la existencia de enemigos naturales (parasitoides y depredadores) disminuyen la población y los niveles de daños, actuando

**Figura 20.** Ataque severo de la mosca blanca en el envés de las hojas.





**Figura 21.** Ataque de chinches en el envés de las hojas.



**Figura 22.** Daño foliar causado por Chinche de encaje.

como control natural, evitando así el empleo de producto químico; sin embargo, cuando existe una alta población se puede recurrir al uso de insecticidas.

El control de la mosca blanca se puede realizar mediante el uso de Imidacloprid, Abamectina a razón 15 a 20 cm<sup>3</sup> por tanque de 20 litros de agua. Los insecticidas sólo se deben aplicar cuando hay altas poblaciones de las moscas, poblaciones bajas no afectan los rendimientos del cultivo de la mandioca.

### 8.2.3 Chinche de encaje

El ataque de este chinche se presenta en las estaciones secas, agravándose cuando la sequía es prolongada. Los adultos son de color gris y miden aproximadamente 3 mm, la ninfa es de color blanco y un poco más pequeña; tanto adultos como ninfas se encuentran en grandes cantidades en el envés de las hojas (*Figura 21*). Las poblaciones se concentran sobre las hojas basales e intermedias pero, cuando el ataque es severo, pueden llegar hasta las apicales. Las hojas afectadas presentan pequeñas manchas amarillas (*Figura 22*), luego se vuelven marrón-rojizas, semejantes a los daños causados por ácaros.

La población de este insecto comienza a aumentar significativamente en los meses de febrero y marzo; el mayor grado de ataque se observan en los periodos secos prolongados. La infestación disminuye naturalmente con las lluvias y cuando la temperatura desciende, que normalmente ocurre desde el mes de mayo.

El control de esta plaga se puede realizar con insecticidas, sólo se debe aplicar cuando la población es alta, en población baja no afecta el rendimiento del cultivo. Además posee enemigos naturales que depredan sus ninfas y adultos.



**Figura 23.** Larva de *Chilomina sp* dentro del tallo.



**Figura 24.** Planta afectada por barrenador del tallo.

### 8.2.4 Barrenadores del tallo

Los barrenadores del tallo más importantes que atacan al cultivo de la mandioca pertenecen a la Orden de los Lepidópteros (*Chilomina sp.*) y Coleópteros (*Coelosternus sp.*) que en el estado larval se alimentan del tallo y de las ramas de las plantas, causando daños considerables, en forma esporádica o localizada.

La *Chilomina sp.*, es un insecto barrenador del tallo que afecta las plantaciones de mandioca, y puede causar pérdidas en la producción de raíces cuando los tallos se quiebran, debilitados por el ataque de este insecto. La larva permanece fuera durante 15 días aproximadamente, alimentándose de la corteza del tallo y de los brotes; posteriormente penetra en el tallo formando galerías (Figura 23). Los ataques se identifican fácilmente por la presencia del aserrín formado por el excremento, producidos por la larva que sale de las galerías hechas por el insecto (Figura 24).

En el caso del coleóptero *Coelosternus sp.*, las larvas varían en tamaño y forma según la especie; generalmente es de color blanco amarillento y marrón pálido, la cabeza tiene forma de cápsula, es de color marrón con mandíbulas negras. Se las pueden encontrar formando túneles o galerías en las partes aéreas de las plantas. Su ataque se detecta fácilmente por el aserrín y exudado que sale de las galerías hechas por el insecto en las ramas infestadas, los tallos o ramas pueden quebrarse por efecto del viento. Durante los períodos secos, las ramas pueden perder sus hojas y secarse, especialmente si el ataque es severo.

No se recomienda el uso de control químico, debido a que es muy difícil lograrlo, considerando que la larva se encuentra dentro de los tallos; pero se puede reducir la población a través de prácticas culturales, eliminando las plantas infestadas y mediante el uso de semillas sanas. Además, los enemigos naturales de este insecto actúan como parásitos de huevos, larvas y pupas, en los primeros instares larvales antes que penetren en el tallo.



**Figura 25.** Nido de hormigas en el cultivo de mandioca.

**Figura 26.** Plantación atacada por hormigas (Ysaú)

### 8.2.5 Hormigas cortadoras

Existen varias especies de hormigas cortadoras en el país; la más importante es el “ysaú” (*Atta spp.*), pudiendo provocar defoliación total si la población es alta. Si el nido se encuentra en el cultivo y el ataque es severo (*Figura 25*), las hormigas cortan hasta las yemas e inclusive los brotes tiernos de la planta (*Figura 26*). Si el ataque se produce en el estado joven del cultivo puede provocar retardo en el crecimiento normal y si se produce en plantas adultas reduce el área foliar, en consecuencia disminuye el contenido de materia seca, finalmente afecta la calidad culinaria de las raíces.

El control más efectivo es el uso de insecticidas (Fipronil), aplicado directamente en los orificios de entrada del nido o el uso de cebo tóxico (Mirex granulado) esparcido en los caminos y cerca de los nidos, logrando así un control efectivo. Los hormigueros se observan con facilidad debido a los montículos de tierra alrededor de los orificios de entrada.

Además existen otras plagas que atacan el cultivo de mandioca, pero de menor importancia económica como: trips, ácaros (arañita roja), cochinilla, mosca de la agalla, mosca del cogollo, entre otros.

## 8.3 Enfermedades y su control

Las enfermedades pueden ocasionar grandes pérdidas en el cultivo de la mandioca, es afectado por muchos patógenos que causan enfermedades en la parte aérea y en la raíz. Estos patógenos pueden ser de diferentes orígenes como ser: bacterias, hongos, virus o fitoplasma, disminuyendo el vigor de las plantas, reduciendo su capacidad fotosintética o causando pudrición de las raíces. Algunos patógenos atacan solamente el tallo, que es el material de propagación normalmente usado, causando la muerte de sus tejidos o invadiendo el sistema vascular sin mostrar daño visible; sin embargo, ésta forma constituye la fuente primaria de infección dentro de las plantaciones. Otros patógenos atacan el tejido foliar y partes tiernas del tallo, causando manchas, defoliaciones, marchitez, muerte

descendente o total. Otros patógenos se localizan en los tejidos de las raíces y en la parte basal del tallo, causando pudriciones radiculares. Las raíces recién cosechadas pueden presentar pudriciones. Dichas pudriciones pueden ser un efecto fisiológico-patogénico y son aceleradas por daños mecánicos que sufren las raíces en el momento de la cosecha.

Entre las enfermedades de la mandioca más importantes en el Paraguay, se encuentran la bacteriosis, la pudrición de raíces, las manchas foliares y algunas enfermedades causadas por virus.

### 8.3.1 Bacteriosis

Es una de las enfermedades bacterianas conocida comúnmente como “mbirú”; se considera como una de las más importantes en la producción de mandioca, en cultivos altamente infestados, puede ocasionar grandes pérdidas. Se presenta en todas las zonas productoras de mandioca, principalmente en variedades susceptibles a la enfermedad.

La bacteriosis o “mbirú” llamada también añublo bacteriano, es causada por la bacteria *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis* (Xam). Es una enfermedad sistémica, circula por el sistema vascular del tallo, peciolo y llega hasta las raíces.

Los síntomas de la enfermedad se caracterizan por la presencia de manchas angulares, quemazones foliares, marchitez, muerte descendente, exudación gomosa y necrosamiento del sistema vascular. Los síntomas primarios, se observan en las plantas jóvenes que resultan de la siembra de material infectado; consisten en la marchitez de las hojas tiernas seguida por muerte descendente (Figura 27). Los síntomas secundarios, se caracterizan por manchas foliares, exudados en el tallo, marchitamientos y muerte de la planta. Al comienzo, la manchas foliares son pequeñas y angulares, de apariencia acuosa, que luego crecen cubriendo total o parcialmente la hoja y adquiriendo un color marrón. Las hojas necrosadas

se secan y permanecen adheridas al tallo por un tiempo corto, pero más tarde caen.



**Figura 27.**  
Planta afectada  
por bacteriosis

**Figura 28.**  
Exudación  
gomosa en el  
tallo.



También aparece la exudación gomosa en los tallos jóvenes infectados (Figura 28), en los peciolos y en las hojas; generalmente son de color amarillo o anaranjado, gomoso y pegajoso. Los haces vasculares de los peciolos y de los tallos infectados se necrosan, tomando la apariencia de bandas de color marrón. Esta coloración vascular puede extenderse hasta la raíz.

La diseminación del patógeno generalmente se produce por medio del uso de material de siembra proveniente de cultivos infectados; también la bacteria puede penetrar en la planta a través de los estomas y por heridas de los tejidos ocasionadas en forma mecánica, por granizo, impacto de las gotas de lluvia, salpicaduras, viento, herramientas contaminadas, movimiento de las personas y animales dentro de la plantación.

Para el control de esta enfermedad se recomienda combinar los diferentes métodos, puede realizarse de diferentes formas:

**Control cultural:** La mejor forma de evitar la propagación de esta enfermedad, es la utilización de estacas sanas, obtenidas de plantaciones libres de la enfermedad, y realizar una buena selección de rama-semilla antes del almacenamiento y de la plantación. Además, es necesario tomar medidas preventivas mediante prácticas agronómicas tales como: rotación de cultivo, buena preparación de suelo, uso de variedades resistentes o tolerantes, uso de semillas sanas, eliminación de plantas enfermas y restos de cultivos.

**Control químico:** Se puede realizar el control químico de esta enfermedad a través de los tratamientos de las estacas-semillas, deben ser tratadas con fungicida - bactericida. Se prepara la solución en un tambor o tacho donde se sumergen las estacas durante 3 a 5 minutos; posteriormente se secan y luego se debe realizar la plantación. Este tratamiento impide que las bacterias que están en el suelo penetren a través de las nuevas raíces.



**Figura 29.** Pudrición de raíces causadas por *Phytophthora* spp.

### 8.3.2 Pudrición de raíces

Las pudriciones de las raíces de la mandioca se presentan en algunas zonas productoras del país. Muchos organismos son capaces de provocar pudriciones de raíces tanto en plantas jóvenes, como también en plantas maduras; entre las más importantes, se pueden citar a: *Phytophthora* spp., *Pythium* sp., y *Armillariella mellea*; estos hongos son habitantes naturales del suelo y pueden afectar el cultivo en cualquier etapa del desarrollo de la planta.

Las pudriciones suaves más importantes son causadas por *Phytophthora drechsleri*, y *Pythium* sp., generalmente se presentan en época lluviosa; su desarrollo está favorecido por los suelos pesados (arcilloso), mal drenados, con alto contenido de materia orgánica, causando marchitez de la planta, severa defoliación y pudriciones de las raíces (Figura 29).

Las pudriciones secas, son causadas por *Armillariella mellea* conocido como *Uruperó* y *Rosellinia* sp. Estos causan pudriciones secas en las raíces durante periodos lluviosos. Aparece en suelo de rozado, la enfermedad no presenta síntomas en la parte aérea y en el momento de la cosecha se observa pudrición de las raíces.

Para prevenir el ataque de las enfermedades, es necesaria la eliminación de plantas enfermas y de restos de cultivos, realizar rotación de cultivos con gramíneas, como maíz, sorgo u otras. En suelo pesado se recomienda realizar la plantación en camellones y abrir surcos de desagüe para los días lluviosos. No se recomienda el tratamiento químico en plantación infectada.

### 8.3.3 Mancha parda

Esta enfermedad es producida por el hongo *Cercosporidium henningsi*. Es una de las enfermedades más comunes y que aparece normalmente en todas las zona productoras de mandioca. Aparece frecuentemente en época lluviosa y con alta temperatura, presentándose con mayor severidad cuando el cultivo tiene más de 5 meses de edad, no provoca daños significativos.



**Figura 30.** Daño causado por *Cercosporidium henningsii* en el haz y en el envés del lóbulo foliar.

Los síntomas se caracterizan por manchas angulares y circulares de color marrón uniforme de bordes definidos y oscuros localizados en el haz o en el envés de las hojas (Figura 30). En el envés, las lesiones tienen un fondo gris debido a la presencia de los cuerpos fructíferos del hongo, a medida que la enfermedad progresa, las hojas infectadas se amarillean, se secan y caen.

Para el control de esta enfermedad, se recomienda realizar rotación de cultivos, eliminación de restos de cultivos. Si el ataque es muy severo, se puede realizar pulverizaciones con fungicidas tales como: Clorotalonil, Mancozeb, Benomil, Topsín, en dosis de 2 gramos por litro de agua.

#### 8.3.4 Cercospora

El añublo pardo es una mancha foliar causada por *Cercospora vicosae*. Se presenta donde prevalece el *Cercosporidium*, pero a diferencia de ésta, las manchas de la *Cercospora* son más grandes y cubren frecuentemente una quinta parte o más del lóbulo foliar.



**Figura 31.** Daño causado por *Cercospora* en el haz y en envés del lóbulo foliar.

Los síntomas se caracterizan por manchas grandes y con bordes indefinidos de color marrón uniforme, con centro grisáceo en el envés debido a la presencia de los cuerpos fructíferos del hongo (*Figura 31*). El patógeno puede causar severas defoliaciones en variedades susceptibles. Su severidad es mayor cuando la planta tiene más de 6 meses de edad.

Para el control preventivo, se recomienda la rotación de cultivos y eliminación de restos de cultivos. No se han observado en el país daños económicos importantes causados por esta enfermedad en el cultivo de mandioca.

### 8.3.5 Antracnosis

Es una enfermedad causada por *Colletotrichum spp.*, se caracteriza por la presencia de manchas foliares localizadas hacia los bordes de los lóbulos de las hojas jóvenes; éstas presentan distorsión y muerte parcial o total de tejido afectado. El patógeno ataca también tallos tiernos causando marchitez, y tallos maduros produciendo lesiones y muerte de los tejidos desde arriba para abajo (*Figura 32*). En la parte central de las lesiones, generalmente se pueden observar áreas rosadas formadas por los fructificaciones del hongo. En plantaciones jóvenes, los brotes nuevos sufren daños más severos.

Para prevenir el ataque de ésta enfermedad, se debe eliminar las plantas enfermas y restos de cultivos, evitar la utilización de material de siembra proveniente de plantaciones afectadas por la enfermedad y realizar rotación de cultivos.



**Figura 32.** Plantas con síntomas de antracnosis en las hojas y tallo.



**Figura 33.** Síntomas característicos del Mosaico, con deformación de los lóbulos foliares.

### 8.3.6 Enfermedades virósicas

Hay diversos virus que provocan enfermedades en cultivos de mandioca; la más importante en el país es el *Mosaico común*. Las plantas afectadas por el Mosaico común desarrollan síntomas de mosaico y clorosis en las hojas (*Figura 33*). Ocasionalmente, en algunas hojas afectadas se presentan manchas verdes claras y oscuras, delimitadas por las nervaduras. La principal fuente de inoculo es el material vegetal infectado. Debido a que el virus se disemina de manera sistémica en la planta, las estacas provenientes de plantas afectadas se constituyen en fuentes de inoculo. Se puede también propagar por transmisión mecánica con los machetes u otros implementos usados en las labores dentro del cultivo.

En el Paraguay, no se tiene información sobre los daños que ocasiona el mosaico en el cultivo de la mandioca. Para prevenir la diseminación es necesario identificar la enfermedad, marcar la planta, eliminar del cultivo y quemar los tallos después de la cosecha de las raíces. Para disminuir los riesgos de transmisión mecánica, las herramientas utilizadas en el corte de las ramas para el almacenamiento o el corte de las estacas deben desinfectarse.

Para el control de esta enfermedad se debe eliminar plantas enfermas y restos de cultivo, evitar la utilización de estacas provenientes de plantaciones afectadas por la enfermedad y desinfectar el machete con agua-jabón o con hipoclorito de sodio (1 litro de detergente en 4 litros de agua) entre corte de planta a planta.



**Figura 34.** Raíces con síntomas de la enfermedad Cuero de sapo y hendiduras en la raíz.

### 8.3.7 Cuero de sapo

El cuero de sapo es una enfermedad asociada a fitoplasmas y/o virus que afectan a la mandioca; su presencia ha sido registrada en América principalmente en Colombia, Venezuela, Perú y Brasil. En Paraguay se observaron los primeros síntomas en el año 1989 en fincas de productores de los departamentos de Itapúa y Caaguazú. Especialistas del Departamento de Producción Agrícola de la FCA-UNA, han observado en el mes agosto del año 2010 posibles síntomas de la enfermedad en las raíces cosechadas de diferentes variedades en el departamento Central y también en los productos comercializados en los mercados de Gran Asunción, provenientes de diferentes zonas productoras del país.

Los síntomas característicos de la enfermedad son lesiones en forma de hendiduras de diferentes grados en las raíces, dependiendo de la intensidad de infestación (*Figura 34*). En muchas variedades se manifiestan únicamente en las raíces, observándose en el momento de la cosecha. Generalmente no presentan síntomas en la parte aérea. En otras variedades puede presentar síntomas tipo mosaico difícilmente distinguible en condiciones de campo. Se puede confundir fácilmente con los daños causados por ácaros, trips, deficiencias de microelementos o toxicidad de herbicidas. Si el ataque es severo puede afectar más del 90% del rendimiento del cultivo de la mandioca, causando pérdida parcial o total de la producción, con el agravante de que el problema se puede observar solamente en el momento de la cosecha en las raíces. Esta situación puede producir la falta de abastecimiento de mandioca en la finca para el consumo de la familia, en los mercados de consumo en fresco y en las industrias procesadoras, produciendo grandes pérdidas a los productores y al país.

La enfermedad se puede controlar mediante la utilización de estacas provenientes de plantas sanas, producidas en plantaciones manejadas técnicamente y con adecuado control de calidad fitosanitaria, para lo cual es necesario contar con una parcela de producción de semillas y seleccionar plantas libres de síntomas de la enfermedad en la raíz, al cosechar se debe observar detenidamente las raíces, si presenta síntoma de la enfermedad, debe ser descartada la planta como (rama-semilla) material de propagación.

## 9

## COSECHA Y POSTCOSECHA

## 9.1 Cosecha

La cosecha se debe efectuar cuando la planta de la mandioca ha alcanzado su madurez fisiológica, se realiza normalmente en forma manual, dependiendo de las variedades utilizadas, esta operación se puede realizar en forma gradual para el consumo en la finca o de una sola vez para la venta al mercado o a la industria. En Paraguay, el ciclo de crecimiento desde la plantación hasta la cosecha es de 9 a 12 meses; esto ocurre generalmente entre los meses de mayo a junio. En este periodo, la planta completa su ciclo fisiológico y llega a su máximo potencial de rendimiento, contenido de materia seca y almidón en las raíces, como así también en calidad culinaria; pero algunas variedades tienen la particularidad que se puede dejar en el campo por más tiempo. Comúnmente se las conoce como mandioca de dos años, es decir, completan nuevamente su ciclo en el segundo año en los meses de mayo a julio a los 18 a 20 meses después de la plantación.

La cosecha se realiza manualmente, arrancando la planta con ayuda de algunos implementos como azada, pala, palanca, etc. Conviene mencionar que existen implementos para realizar la cosecha en forma semi-mecanizada, que facilita el proceso de arranque, permitiendo un mayor rendimiento de cosecha comparado al sistema manual.



**Figura 35.** Cosecha manual de mandioca.

La productividad en general es creciente con la edad de las plantas, pero en el contenido de materia seca y almidón generalmente sufre variaciones, principalmente desde los meses de octubre a diciembre, debido a la nueva brotación de la planta después del invierno. En este periodo disminuye el contenido de materia seca y almidón en las raíces.

Para efectuar la cosecha, se poda la parte aérea con machete, cortando el tallo a unos 20 cm de suelo; se amontonan las ramas en las melgas o se retiran del cultivo; luego se procede al arranque manual, estirando y sacudiendo del tocón (Figura 35). Las raíces cosechadas deben ser amontonadas en un lugar para luego proceder al corte del pedúnculo, amontonando las raíces y los tocones por separado. Las raíces para el consumo en fresco deben ser transportadas en el mismo día al mercado para su comercialización, evitándose así el deterioro fisiológico; las raíces destinadas para la industria deben ser transportadas antes de 48 horas, evitando la exposición directa al sol, a fin de disminuir el deterioro de las raíces.

La cantidad de jornal que se requiere para la cosecha varía. Existen algunos aspectos que interfieren, como por ejemplo la dureza del suelo por sequía, cultivos enmalezados, variedades muy ramificadas y suelos pesados (arcillosos). En condiciones adecuadas, cultivos bien manejados, limpios, suelos livianos (franco arenoso), un jornal hombre puede cosechar entre 800 a 1.000 kg de raíces, por jornada de trabajo.

Si se aplican las técnicas recomendadas, se puede alcanzar en el primer año 25 a 30 t ha<sup>-1</sup> de rendimiento y en el segundo año de 40 a 50 t ha<sup>-1</sup>.

## 9.2 Postcosecha

La mandioca destinada para el consumo en fresco, debe ser transportada al mercado en el mismo día para evitar el deterioro fisiológico de las raíces. Inmediatamente después de la cosecha, deben ser seleccionadas las raíces comerciales y cargadas en bolsas de 50 kg para su transporte y venta en los mercados (Figura 36). En las industrias, las raíces se comercializan sin clasificar y pueden ser transportadas a granel en camiones, carretas, dependiendo de la distancia a la industria.

**Figura 36.** Transporte de la mandioca al Mercado de Abasto de Asunción.



## 10

## COSTOS DE PRODUCCIÓN Y ANÁLISIS ECONÓMICO

La finca agropecuaria requiere de una inversión de capital para adquirir los medios necesarios que serán utilizados en el proceso de producción. En ese sentido, el costo de producción agrícola se refiere a la sumatoria de dinero utilizado en la obtención de los medios de producción durante el proceso productivo. Se consideran medios de producción a semillas y fertilizantes, herbicidas e insecticidas, construcciones e instalaciones, maquinaria y equipo, mano de obra familiar y contratada, entre otros. En resumen, el costo de producción es la valoración económica de todos los recursos (medios de producción) utilizados para la obtención de un producto, es decir, toda la erogación necesaria (directa e indirecta) desde la preparación de la tierra hasta la cosecha.

Los **costos totales (CT)** de producción agrícola se pueden clasificar en directos e indirectos. Los **costos directos (CD)** se refieren al desembolso directo de recursos para adquisición de insumos, materiales, mano de obra directa y el costo del dinero (intereses), que están relacionados directamente con la producción; mientras que, los **costos indirectos (CI)** están relacionados a los recursos utilizados en el proceso que afecta al funcionamiento de la unidad productiva como mantenimiento, depreciación de activos, canales de riego y drenaje. Esta forma de estructurar los costos facilita la valorización de cada uno de los ítems ya mencionados, y se expresa en guaraníes por hectárea ( $\text{G ha}^{-1}$ ). El costo medio es el costo por unidad y es un buen indicador para la toma de decisión (de producir o no) puesto que determina la competitividad que tiene el agricultor en el proceso productivo y se expresa en guaraníes por kilogramo ( $\text{G kg}^{-1}$ ).

Para el análisis económico se tuvo en cuenta el **ingreso bruto (IB)**, que es el valor monetario total obtenido por la venta del producto que, a su vez, está conformado por el **precio (P)** en finca, que es el valor monetario pagado por kilogramo de producto, multiplicado por el **rendimiento (Q)** obtenido por unidad de superficie, medido en  $\text{t ha}^{-1}$ . El resultado del ingreso bruto, se expresa en guaraníes por hectárea ( $\text{G ha}^{-1}$ ).

$$IB = P * Q$$

Uno de los indicadores que muestra la sostenibilidad a corto plazo es el **margen bruto (MB)**, que es el valor monetario resultante de la diferencia entre el ingreso bruto (IB), que es valorización del producto generado por el proceso productivo y el costo directo (CD), que es la valorización de los insumos directos y personal utilizado en dicho proceso, y se expresa en guaraníes por hectárea ( $\text{G ha}^{-1}$ ).

$$MB = IB - CD$$

Por otro lado, el indicador que muestra la sostenibilidad a largo plazo es el **ingreso neto (IN)**, que es resultante de la diferencia entre el ingreso bruto (IB) y el costo total (CT) y se expresa en guaraníes por hectárea ( $\text{G ha}^{-1}$ ).

$$IN = IB - CT$$

Por otra parte, el indicador de **rentabilidad (R)**, es resultado del cociente entre el **ingreso neto (IN)** y el **costo total (CT)** multiplicado por cien y se expresa en porcentaje (%).

$$R = \frac{IN}{CT} * 100$$

Como se trata de la producción de la agricultura familiar, un aspecto importante con respecto a la medición es la utilización de la mano de obra, ya sea familiar o contratada. En ese sentido, se procedió a cuantificar la **mano de obra total (MOT)**, dada por la sumatoria de jornales utilizados en el proceso productivo, medido en jornal por hectárea ( $\text{jornal ha}^{-1}$ ).

$$MOT = \sum \text{Jornales en el proceso productivo}$$

Asimismo, se obtuvo el **rendimiento del jornal (RJ)**, es decir, la valorización en términos monetarios de cada jornal invertido en el proceso productivo por unidad de superficie, expresado en guaraníes por jornal ( $\text{G jornal}^{-1}$ ).

$$RJ = \frac{IB - \text{Costo de insumos} - \text{Costo de labranza} - \text{Costo del dinero} - CI}{MOT}$$

Dado que se recomienda una tecnología, es importante el cálculo del **punto de equilibrio (PE)**, que indica la producción mínima que debe obtenerse para cubrir los costos de producción del rubro (especialmente los costos directos) que son los que directamente desembolsa el productor y se expresa en tonelada por hectárea ( $\text{kg ha}^{-1}$ ).

$$PE = \frac{CD}{P}$$

## 10.1 Resultados en parcelas

Los resultados obtenidos en las parcelas demostrativas para el periodo 2015 - 2016, y el levantamiento de información<sup>1</sup> de las prácticas realizadas sobre el cultivo, sirvieron para estructurar el costo de producción<sup>2</sup>, donde por un lado, se tuvo en cuenta los costos directos (insumos, mano de obra y costo del capital), y por otro lado, los costos indirectos (móviles e inmóviles). En cuanto a la participación porcentual de cada uno de los ítems, se puede apreciar que los costos directos representan alrededor del 95%, mientras que los costos indirectos, la diferencia, es decir, el 5%. Dentro de los costos directos, lo que respecta a insumos, mano de obra e intereses, representan 44, 40 y 11%, respectivamente.

**Tabla 1.** Resumen de costos de producción del cultivo de mandioca, año 2015 -2016.

CONCEPTO	TOTAL (₡)	%
<b>I.- COSTOS DIRECTOS</b>	<b>9.308.367</b>	<b>95</b>
A. Insumos técnicos	4.301.204	44
B.- Insumos Físicos	3.900.000	40
C.- Intereses s/costos directos (13,5% anual)	1.107.163	11
<b>II.- COSTOS INDIRECTOS</b>	<b>450.000</b>	<b>5</b>
A.- Bienes Móviles	250.000	3
B.- Bienes Inmóviles	200.000	2
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>9.758.367</b>	<b>100</b>

Para el cálculo de los resultados económicos, se consideró el precio base de la mandioca en 400 ₡ kg<sup>-1</sup>, ya que según los productores fue el precio pagado en finca. Para obtener el ingreso bruto, el precio en finca se multiplicó por el rendimiento obtenido en una superficie de una hectárea (30.477 kg), cuyo monto alcanzó 12.190.800 ₡. El costo total de producción por hectárea de mandioca, tal como se observa en la *Tabla 1*, fue 9.758.367 ₡, y el costo medio de 320 ₡ (*Tabla 2*), que muestra el costo por kilogramo de mandioca con la aplicación de los componentes tecnológicos. Al ingreso bruto se le restó el costo directo quedando 2.882.433 ₡ como margen bruto, es decir, la cantidad de dinero disponible para el productor después de cubrir el pago de los insumos, mano de obra y el costo del dinero (intereses) destinado al pago de insumos, servicios y mano de obra, y que muestra la sostenibilidad a corto plazo. Por otro lado, al ingreso bruto se le restó el costo total quedando 2.432.433 ₡ como ingreso neto, es decir, la cantidad de

1 La obtención de la información puede considerarse como un estudio de caso, dado que se realizó a través de la aplicación de los componentes tecnológicos en las condiciones agroclimáticas para el cultivo de mandioca en una zona específica, que en este caso fue en el comité Pytyvo Rekavo, compañía San Miguel Isla, distrito de Cnel. Maciel para el año 2015-2016.

2 La estructura utilizada fue en base al cuadro del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2013).

dinero disponible para el productor después de pagar el costo directo e indirecto, y que muestra la sostenibilidad a largo plazo. Este último, sirvió para calcular la rentabilidad de la actividad que arrojó un valor de 25%, es decir, el rendimiento de la inversión para el productor en ese porcentaje sobre el monto del costo total. El punto de equilibrio para la tecnología recomendada fue de 23.271 kg, es decir, la cantidad mínima de producción que cubre el costo, que en este caso es inferior al rendimiento obtenido.

Se utilizó un total de 75 jornales para la producción de una hectárea de mandioca considerando los componentes del paquete sugeridos a los productores, que se visualiza en la *Tabla 3*.

Cada jornal invertido en la producción rindió 82.432 G, es decir, 22.462 G por encima de lo que se paga en la zona por jornal, en las actividades extraprediales.

Como el análisis se concentró en el año agrícola 2015 - 2016, la obtención de los indicadores de la *Tabla 2*, alienta a dedicar esfuerzo para la producción de este rubro, dado que existe una respuesta aceptable de la producción (rendimiento) a los componentes tecnológicos sugeridos y utilizados en todo el proceso productivo, y que el rubro es básico para la alimentación humana y especialmente para la población nacional. Asimismo, la inversión en algunos de los componentes como análisis de suelo y cal agrícola se recomienda realizar cada tres años y se espera un mayor margen para el productor en los siguientes periodos agrícolas.

**Tabla 2.** Variables en indicadores económicos sobre el cultivo de mandioca, año 2015 -2016.

INDICADOR	UNIDAD	VALOR
1.- Precio de venta (Precio en finca)	G kg <sup>-1</sup>	400
2.- Rendimiento (Producción por hectárea)	kg ha <sup>-1</sup>	30.477
3.- Ingreso bruto (1 x 2)	G ha <sup>-1</sup>	12.190.800
4.- Costo total (Costo directo + costo indirecto)	G ha <sup>-1</sup>	9.758.367
5.- Margen bruto (3 – Costo directo)	G ha <sup>-1</sup>	2.882.433
6.- Ingreso neto (3 – 4)	G ha <sup>-1</sup>	2.432.433
7.- Costo medio (4 ÷ 2)	G kg <sup>-1</sup>	320
8.- Rentabilidad ((6 ÷ 4) x 100)	%	25
9.- Jornal total	jornal ha <sup>-1</sup>	75
10.- Rendimiento del jornal	G jornal	82.432
11.- Punto de equilibrio	kg ha <sup>-1</sup>	23.271

3 El jornal considerado para la zona de estudio para el año agrícola 2015 - 2016 fue de 50.000 G.

## 10.2 Anexo

**Tabla 3.** Costos de producción del cultivo de mandioca (in extenso), año 2015 - 2016.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT. (C)	TOTAL (C)
<b>I.- COSTOS DIRECTOS</b>				<b>9.308.367</b>
<b>A. Insumos técnicos</b>				<b>4.301.204</b>
1.- Análisis de suelo	ud	1	50.000	50.000
2.- Cal agrícola	t	3,1	400.000	1.240.000
3.-Materia orgánica (estiércol bovino)	t	20	30.000	600.000
4.- Rama Semilla	ud	3000	300	900.000
5.-Fertilizante	kg	262	3.767	986.954
6.- Herbicida	l	3	22.500	67.500
7.- Bolsa	ud	609	750	456.750
<b>B.- Insumos Físicos</b>				<b>3.900.000</b>
1.- Rolado	hora	1	150.000	150.000
2.- Aplicación de herbicida	jornal	1	50.000	50.000
3.- Aplicación de cal agrícola	jornal	3	50.000	150.000
4.- Aplicación de materia orgánica	jornal	4	50.000	200.000
5.- Plantación	jornal	6	50.000	300.000
6.- Fertilización química (cobertura)	jornal	2	50.000	100.000
7.- Carpida y aporque	jornal	21	50.000	1.050.000
8.- Cosecha y embolsado	jornal	38	50.000	1.900.000
<b>C.- Intereses s/Costos Directos (13,5% anual)</b>				<b>1.107.163</b>
<b>II.- COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>450.000</b>
<b>A.- Bienes Móviles</b>				<b>250.000</b>
1.- Pulverizador			C/año	50.000
2.- Implemento			C/año	200.000
<b>B.- Bienes Inmóviles</b>				<b>200.000</b>
1.- Galpón			C/año	200.000
<b>COSTO TOTAL (C)</b>				<b>9.758.367</b>

## 11. BIBLIOGRAFÍA

- AgroWin. 2011. Manual de Costos de Producción. 27p. Disponible en: <http://www.agrowin.com/documentos/manual-costos-de-produccion/MANUAL-COSTOS-AGROWIN-CAP1-2y3.pdf>
- Arce, H. 1999. Presupuesto, costos y decisiones de Empresas Agropecuarias. Córdoba, AR. Ediciones Macchi. 324p.
- Belloti, AC; Reyes, J; Arias, B; Vargas, O. 1979. Insectos y ácaros de la yuca y su control. In Yuca: investigación, producción y utilización. Cali, CO, CIAT. p. 367- 420.
- Caballero, CA. 2001. Descriptores morfológicos y agronómicos para la caracterización de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz). San Lorenzo, PY, MAG-DIA. 33 p.
- Cock, JH. 1989. La yuca: nuevo potencial para un cultivo tradicional. Cali, CO, CIAT. 240 p.
- Domínguez, E. 1986. Yuca: investigación, producción y utilización. Cali, CO, CIAT. 656 p.
- Durán, R. y Scoponi, L. 2005. El Gerenciamiento agropecuario en el Siglo XXI. Buenos Aires, AR. Osmar D. Buyatti. 559 p.
- Hershey, C. 1991. Mejoramiento genético de la yuca en América Latina. Cali, CO, CIAT. 426 p.
- Lorenzi, J; Dias, CC de; 1993. Cultura da mandioca. Campinas, BR, Embrapa. 41 p.
- Lozano, JC, Booth, RH. 1979. Enfermedades de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz). In Yuca: investigación, producción y utilización. Cali, CO, CIAT. p. 421 – 484.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, PY). 2017. Datos de encuestas agrícolas, sub centros de la DCEA y DEAg-MAG. Departamento de Estadísticas/DCEA. Asunción, PY. 52 p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2009. Costos de Producción de rubros agrícolas. Asunción, PY. 27p. Disponible en: <http://www.mag.gov.py/dgp/Costos%20rubros%20agricolas%202009%20MAG-DGP-UEA.pdf>
- Montaldo, A. 1979. La yuca o mandioca: cultivo, industrialización, aspectos económicos, empleo en la alimentación animal, mejoramiento. San José, C R, IICA. 386 p.
- Ospina, B; Ceballos, H. 2002. La yuca en el tercer milenio: sistema moderno de producción, procesamiento, utilización y comercialización. Cali, CO, CIAT. 586 p.
- Otsubo, A; Lorenzi, JO. 2004. Sistema de produção: cultivo da mandioca na Região Centro-Sul do Brasil. Brasil, Embrapa. 116 p.





El PPT es un convenio de cooperación entre los gobiernos de Paraguay y Japón, representados respectivamente por la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción (FCA-UNA), y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

Su propósito es establecer paquetes tecnológicos que sean adoptados en forma eficiente por los pequeños productores en la zona de influencia del proyecto, que incluyan tecnología apropiada, asistencia técnica eficiente para cultivos seleccionados en forma participativa.



**Oficina del proyecto**  
FCA/UNA - San Lorenzo  
E-mail: ppt-fca@hotmail.com  
Teléfono: (021) 585 606/10 Int.280

ISBN: 978-99967-940-8-7

