

Manual de Tecnologías en la Cadena Agroindustrial de la

YUCA

Mary Isabel Barragán Alturo • John Mario López • Luis Fernando Cadavid • Juan Carlos



SB
211
.C3
B36
c.3



Programa Nacional
de Competitividad y Desarrollo
Tecnológico en la Cadena
Agroindustrial de Frutas
y Hortalizas



S13
211
C3
B36
C-3



MANUAL DE TECNOLOGÍAS EN LA CADENA AGROINDUSTRIAL DE LA YUCA (*Manihot sculenta* Crantz)

Autores:

Mary Isabel Barragán Alturo, Ingeniera Agrónoma
John Mario López, Ingeniero Agroindustrial
Luis Fernando Cadavid M.Sc., Ingeniero Agrónomo
Juan Carlos Lucas Aguirre, Ingeniero Agroindustrial



Programa Nacional de Competitividad y Desarrollo Tecnológico en la Cadena Agroindustrial de Frutas y Hortalizas, con el apoyo de:



COMITÉ DE
CAFETEROS DE
RISARALDA

MANUAL DE TECNOLOGÍAS EN LA CADENA AGROINDUSTRIAL DE LA YUCA (*Manihot sculenta* Crantz)

Autores:

Mary Isabel Barragán Alturo, Ingeniera Agrónoma
John Mario López, Ingeniero Agroindustrial
Luis Fernando Cadavid M.Sc., Ingeniero Agrónomo
Juan Carlos Lucas Aguirre, Ingeniero Agroindustrial

Asesoría Técnica

Bernardo Arias M.Sc., Ingeniero Agrónomo CIAT - Entomología
Lisímaco Alonso M.Sc., Ingeniero Agrónomo Clayuca
Fernando Calle Ph.D., CIAT - Mejoramiento
Elizabeth Alvarez, CIAT - Fitopatología
Gustavo Jaramillo, CIAT - Mejoramiento
Martha Liliana Agudelo Valencia, Economista
Germán Llano, Ingeniero Agrónomo



Coordinación General y Asesoría Metodológica

Jesús María Pedraza Roncancio Lic. C. Agr. M.Sc.



Programa Nacional de Competitividad y Desarrollo Tecnológico en la Cadena Agroindustrial de Frutas y Hortalizas, con el apoyo de:



COMITÉ DE
CAFETEROS DE
RISARALDA

Este Manual de Capacitación en Tecnologías en la Cadena Agroindustrial de la Yuca se realizó en 2002, en la administración de:

SENA - DIRECCIÓN GENERAL

| | |
|---------------------------|---|
| Enrique Cuervo Bernal | <i>Director General</i> |
| Gonzalo Vélez Villegas | <i>Director de Formación Profesional</i> |
| Gonzalo Sandoval Escobar | <i>Jefe División Sector Primario y Extractivo</i> |
| Gloria Rodríguez Martínez | <i>Jefe Grupo de Competitividad</i> |
| Alba María Mateus | <i>Asesora Grupo de Competitividad</i> |

Programa Nacional de Competitividad y Desarrollo Tecnológico en la Cadena Agroindustrial de Frutas y Hortalizas

Jesús María Pedraza Roncancio *Coordinador Nacional Operativo*

Con el apoyo de:

| | |
|----------------------------------|--|
| CIAT | Joachim Voss <i>Director General</i> |
| Clayuca | Doctor Bernardo Ospina <i>Director Ejecutivo</i> |
| Comité de Cafeteros de Risaralda | Doctor Alberto Restrepo <i>Director Ejecutivo</i> |

Con el fin de mejorar esta publicación en el futuro, agradecemos hacer llegar sus comentarios o sugerencias a la siguiente dirección: Programa Nacional de Competitividad y Desarrollo Tecnológico en la Cadena Agroindustrial de Frutas y Hortalizas. SENA Dirección General, Grupo de Competitividad.
Telefax: 546 1500 o SENA Regional Quindío, Centro Agroindustrial, Vereda San Juan, A.A. 695, Armenia, Quindío, Colombia. Telefax: (967) 496 213.
E-mail: senapost-cosecha@epm.net.co.

Este material es propiedad del SENA de Colombia. Puede ser reproducido en forma parcial o total por cualquier medio no publicitario, concediendo crédito de la publicación original al SENA y a los respectivos autores, de la siguiente manera:

Autores: Mary Isabel Barragán Alturo, John Mario López, Luis Fernando Cadavid y Juan Carlos Lucas Aguirre. 2002. Manual de Tecnologías en la Cadena Agroindustrial de la Yuca (*Manihot sculenta* Crantz). Programa Nacional de Competitividad y Desarrollo Tecnológico en la Cadena Agroindustrial de Frutas y Hortalizas, SENA Dirección General, Dirección de Formación Profesional Grupo de Competitividad. Bogotá, Colombia. Impresora. Feriva S.A.

Este documento se publica en tres versiones:

1. En pasta de argolla con diapositivas.
2. En libro, donde las diapositivas aparecen como fotografías.
3. CD Rom.

ISBN: 958-15-0088-X

Revisión y asesoría de los capítulos.

1. Morfología y fisiología de la planta de yuca. Variedades más comunes.
2. Establecimiento de un cultivo de yuca.
3. Nutrición de la yuca y manejo de suelos.
4. Manejo de plagas, enfermedades y malezas en el cultivo de yuca.
5. Cosecha, empaque y transporte de las raíces de yuca.
6. Proceso agroindustrial de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz).
7. Gestión empresarial en el agronegocio de la yuca.
8. Comercialización de las raíces de yuca.

LISTA DE ACRÓNIMOS

| | |
|------------|---|
| CIAT | Centro Internacional de Agricultura Tropical |
| CAISA | Centro de Atención Integral al Sector Agropecuario |
| C.C.I. | Corporación Colombia Internacional |
| CRQ | Corporación Autónoma Regional del Quindío |
| CORABASTOS | Corporación de Abastos de Bogotá |
| CORPOICA | Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria |
| DANE | Departamento Administrativo Nacional de Estadística |
| DFID | Department for International Development |
| DNP | Departamento Nacional de Planeación |
| FAO | Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación |
| ICA | Instituto Colombiano Agropecuario |
| ICONTEC | Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación |
| IICA | Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura |
| SENA | Servicio Nacional de Aprendizaje |
| UMATA | Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria |
| URPA | Unidad Regional de Planeación Agropecuaria |

TABLA DE CONTENIDO

| | Página |
|---|---------------|
| 1. Introducción | XII |
| 2. Agradecimientos | XIV |
| 3. Objetivos | XIV |
| 4. Orientaciones para el uso del manual | XV |
| 5. Listado de diapositivas | XVII |
| Capítulo 1. Morfología y fisiología de la planta de yuca. | |
| Variedades más comunes | |
| Introducción | 1-6 |
| 1.1 Morfología de la planta de yuca | 1-7 |
| 1.2 Fisiología | 1-14 |
| 1.3 Variedades comunes en Colombia | 1-18 |
| Resumen del Capítulo | 1-27 |
| Ejercicio | 1-28 |
| Bibliografía | 1-32 |
| Capítulo 2. Establecimiento de un cultivo de yuca | |
| Introducción | 2-6 |
| 2.1 Establecimiento de un cultivo de yuca | 2-7 |
| 2.2 Manejo del material de siembra | 2-8 |
| 2.3 Prácticas de establecimiento | 2-15 |
| Resumen del Capítulo | 2-18 |
| Práctica | 2-20 |
| Bibliografía | 2-23 |
| Capítulo 3. Nutrición de yuca y manejo de suelos de ladera | |
| Introducción | 3-7 |
| 3.1 Conceptos básicos de suelos y su relación con el cultivo de la yuca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz) | 3-8 |
| 3.2 Desórdenes nutricionales del cultivo | 3-15 |
| 3.3 Evaluación de la fertilidad de los suelos y el estado nutricional de los cultivos | 3-22 |
| 3.4 Manejo de suelos de ladera | 3-31 |
| Resumen del Capítulo | 3-34 |
| Práctica | 3-35 |
| Bibliografía | 3-38 |

| | | |
|--|---|------|
| Capítulo 4. Manejo de plagas, enfermedades y malezas en el cultivo de la yuca | | |
| | Introducción | 4-8 |
| 4.1. | Manejo integrado de las plagas de mayor incidencia | 4-9 |
| 4.2. | Manejo integrado de las enfermedades más limitantes en yuca | 4-32 |
| 4.3 | Manejo integrado de arvenses | 4-41 |
| | Resumen del Capítulo | 4-46 |
| | Práctica | 4-47 |
| | Bibliografía | 4-50 |
| Capítulo 5. Cosecha, empaque y transporte de las raíces de yuca | | |
| | Introducción | 5-6 |
| 5.1 | Planeación de la producción con base en el mercado | 5-7 |
| 5.2 | Factores de precosecha que inciden en la poscosecha | 5-8 |
| 5.3 | Deterioro postcosecha | 5-9 |
| 5.4 | Cosecha | 5-12 |
| 5.5 | Índices de cosecha | 5-13 |
| 5.6 | Métodos de cosecha | 5-15 |
| 5.7 | Empaque | 5-21 |
| 5.8 | Medios de transporte | 5-24 |
| | Resumen del Capítulo | 5-29 |
| | Práctica | 5-30 |
| | Bibliografía | 5-32 |
| Capítulo 6. Proceso agroindustrial de la yuca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz) | | |
| | Introducción | 6-7 |
| 6.1 | Producción de yuca enfocada a la agroindustrialización e integración de líneas de proceso | 6-9 |
| 6.2 | Proceso de agroindustrialización integral del cultivo de yuca | 6-10 |
| | Resumen del Capítulo | 6-42 |
| | Práctica | 6-43 |
| | Bibliografía | 6-59 |
| Capítulo 7. Gestión empresarial en el agronegocio de la yuca | | |
| | Introducción | 7-5 |
| 7.1. | Qué es una empresa | 7-6 |

| | | |
|------|---|------|
| 7.2. | Tipos de empresa | 7-6 |
| 7.3. | Empresa hortofrutícola | 7-7 |
| 7.4 | Opciones para constituir un agronegocio | 7-8 |
| 7.5 | Los agricultores son empresarios | 7-8 |
| 7.6 | Construyendo el plan de trabajo para la finca | 7-11 |
| 7.7 | Qué puedo hacer en la finca para mejorar mis ingresos | 7-12 |
| 7.8 | Tareas para el establecimiento del cultivo | 7-13 |
| | Anexo: 1 | 7-21 |
| | Resumen del Capítulo | 7-22 |
| | Ejercicio | 7-23 |
| | Bibliografía | 7-24 |

Capítulo 8. Comercialización de las raíces de yuca

| | | |
|------|--|------|
| | Introducción | 8-5 |
| 8.1 | Comercialización de raíces frescas de yuca | 8-6 |
| 8.2 | Presentación de las raíces frescas de yuca | 8-7 |
| 8.3 | Mercados y precios | 8-9 |
| 8.4 | Característica del consumidor final | 8-12 |
| 8.5 | Determinación de los precios | 8-14 |
| 8.6 | Manejo de épocas de cosecha | 8-14 |
| 8.7 | Manejo de las raíces de yuca en supermercados | 8-15 |
| 8.8 | Organización para la comercialización | 8-16 |
| 8.9 | Comercialización de la yuca en Colombia | 8-17 |
| 8.10 | Impacto de los cambios en los precios mayoristas | 8-19 |
| 8.11 | Inteligencia de mercados | 8-20 |
| 8.12 | Comercio de la yuca en Colombia | 8-23 |
| | Resumen del Capítulo | 8-27 |
| | Práctica | 8-29 |
| | Bibliografía | 8-31 |

1. INTRODUCCIÓN

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es una de las principales fuentes de energía para millones de personas en el mundo; se puede cultivar desde el nivel del mar hasta los 2.000 metros de altura.

Existen más de cinco mil clones de yuca que presentan características diferentes tanto en su composición química como en sus propiedades culinarias, lo cual es de mucha importancia para su producción, comercialización y determinar su utilización en la industria.

El sistema de comercialización de yuca fresca se viene complejizando y especializando en la medida en que las características de la demanda se han ido transformando con la evolución del mercado en la yuca a consumir, nuevas y más eficientes formas de distribución del producto y nuevas frecuencias y formas de consumo. De tal forma que dentro del sistema coexisten un conjunto de canales e interrelaciones que van desde los más tradicionales hasta los de vanguardia para la comercialización de productos procesados hacia mercados internacionales. Las transformaciones tecnológicas que se han presentado en el sistema están relacionadas con la diversidad de canales y permiten comprender las alternativas que se presentarán en un futuro próximo dentro del mismo.

Debido a las deficientes prácticas en las operaciones de producción, cosecha, transporte, almacenamiento y utilización de esta raíz, las pérdidas poscosecha son bastante elevadas, lo que trae consecuencias económicas, sociales y ambientales. En la actualidad se presentan varias alternativas de utilización de esta raíz para mitigar este impacto. Las raíces de yuca pueden ser utilizadas agroindustrialmente de una forma integral, con el objetivo de aprovechar el 100% de la biomasa arrojada por un cultivo de yuca, mermando las pérdidas poscosecha y ofertando un producto con un mayor valor agregado, transformándose en una mejora en los ingresos para productores, comerciantes e industriales vinculados a esta cadena productiva. Esta integración contribuye al fortalecimiento de la yuca como producto agrícola competitivo e involucra al agricultor dentro de un esquema de innovación tecnológica, productiva e incluso organizacional, logrando que éste se comporte como empresario agrícola.

El **Manual de tecnologías en la cadena agroindustrial de la yuca** ofrece al profesional, al estudiante de pregrado y al empresario un conjunto de técnicas compiladas desde la perspectiva de cadena, con enfoque hacia la conservación del medio ambiente.

El documento se halla dividido en capítulos, a través de los cuales se describen las principales tecnologías en el proceso productivo, la cosecha, poscosecha, procesamiento, comercialización y gestión empresarial. Este desarrollo permite tener una visión de conjunto de las oportunidades y posibilidades de éxito del agronegocio de la yuca.

2. AGRADECIMIENTOS

Los autores de este Manual agradecen a las directivas del Sena Regional Quindío y al Comité Departamental de Cafeteros de Risaralda por el apoyo logístico y económico que nos brindaron durante las etapas de elaboración de este documento.

Al doctor Jesús María Pedraza por la asesoría metodológica y técnica, sin las cuales no habría sido posible su elaboración.

A los doctores Lisímaco Alonso, de Clayuca; Fernando Calle y Bernardo Arias, y al grupo de Patología de Yuca del CIAT por su valiosa colaboración en el aporte de información técnica sobre el manejo del cultivo en pre y poscosecha.

Al doctor José Hernández Jiménez, del Comité de Cafeteros de Risaralda, que apoyó la validación del material a través de la capacitación y transferencia de tecnología a productores y comercializadores de yuca en el Eje Cafetero; sin su plena colaboración no hubiera sido posible la edición de este documento.

Los autores

3. OBJETIVOS

Generales

Contribuir a la competitividad de la cadena agroindustrial de la yuca fortaleciendo la capacidad técnica de todos los eslabones a través del estudio y aplicación de los conocimientos tecnológicos contenidos en el presente manual.

Específicos

Al finalizar el estudio de cada uno de los Capítulos del presente Manual, los estudiantes estarán en capacidad de aplicar tecnologías de producción, cosecha, poscosecha y comercialización de la yuca, generando valor agregado en cada uno de los eslabones de la cadena.

Las personas capacitadas a través de este Manual estarán en capacidad de aplicar los criterios técnicos, administrativos y de organización que les permiten ser competitivos en la cadena.

4. ORIENTACIONES PARA EL USO DEL MANUAL

El presente Manual se ha preparado para acompañar al multiplicador o extensionista en el desarrollo de actividades de capacitación dirigidas a distintos miembros de la cadena agroindustrial. Sin embargo, este material también puede utilizarse en la capacitación de estudiantes de ciencias agrícolas, profesionales dedicados a la asistencia técnica y empleados de organizaciones con responsabilidades en la cadena agroindustrial.

El contenido del Manual está distribuido en capítulos, que tienen recursos de apoyo que son citados en el cuerpo del documento. Estos recursos son los materiales visuales, láminas de color, diapositivas, dibujos e ilustraciones que dan apoyo al multiplicador y facilitan el aprendizaje del participante en la capacitación.

Las siguientes son recomendaciones acerca del uso que se le debe dar a este Manual, para que tanto multiplicador como capacitandos saquen el mejor provecho de él:

- Antes de usar el Manual, revíselo, para asegurarse de que todos sus componentes estén presentes y en buen estado. Familiarícese con él, revisando cada componente.
- Tenga a su disposición el proyector de diapositivas.
- Prepare copias suficientes de las instrucciones que deben seguir los participantes al realizar los ejercicios o prácticas.
- Tenga en cuenta el tiempo. Cada capítulo tiene un tiempo mínimo de realización que incluye el período necesario para la ejecución de los ejercicios o prácticas.
- Asegúrese de que los escenarios para la realización de los ejercicios han sido preparados con anterioridad, particularmente los que se refieren a las actividades de campo.
- Aproveche todos los componentes del Manual.
- En la fase introductoria, realice las actividades de preparación y motivación de la audiencia.

En el desarrollo de los capítulos no deje pasar por alto las actividades de tipo práctico. Ellas son el corazón del aprendizaje. Al dirigir los ejercicios tenga en cuenta:

- Leer con los participantes las instrucciones del ejercicio.
- Ofrecerles los materiales necesarios para realizar el ejercicio.

Durante la capacitación, recuerde los siguientes principios:

- Los participantes son los gestores de su propio aprendizaje. Conceda el tiempo necesario para preguntas, discusión y actividades prácticas.
- Evite el enfrascamiento en discusiones en las cuales usted siente que se persigue encontrar un “ganador”. Permita que el desarrollo del tema se encargue de aclarar las controversias.
- Centre la atención de los participantes en los objetivos específicos, tanto en el desarrollo de los contenidos técnicos como en el de los ejercicios o prácticas.
- El modelo utilizado en los capítulos sigue la siguiente secuencia: objetivo, contenido, ejercicio práctico, información de retorno del ejercicio y resumen. Aproveche esta concatenación de eventos para darle estructura al proceso de aprendizaje.

LISTADO DE LAS DIAPOSITIVAS

Capítulo 1: Morfología y fisiología de la planta de yuca. Variedades más comunes en Colombia

- 1.1 Título del capítulo.
- 1.2 Flor femenina y flor masculina (CIAT, audiovisual: Morfología de la planta de yuca).
- 1.3 Fruto de la yuca (CIAT, audiovisual: Morfología de la planta de yuca).
- 1.4 Tallo de yuca.
- 1.5 Tejidos que componen la raíz tuberosa (CIAT, audiovisual: Morfología de la planta de yuca).
- 1.6 Estacas, forma de propagación comercial.
- 1.7 Variedades más comunes, título.
- 1.8 Foto de Chiroza (M Col 2066).
- 1.9 Foto de ICA Tradicional (HMC 1).
- 1.10 Foto de ICA Catumare.
- 1.11 Tabla de variedades promisorias (CIAT, Programa de mejoramiento de yuca).
- 1.12 Clones recomendados para áreas templadas (CIAT, Programa de mejoramiento de yuca).

Capítulo 2: Establecimiento de un cultivo de yuca

Manejo de material de siembra, selección y preparación de estacas de yuca para siembra.

- 2.1 Planta seleccionada por producción (CIAT, mejoramiento de yuca).
- 2.2 Parte del tallo a usar para semilla (CIAT, mejoramiento de yuca)
- 2.3 Corte de estacas (Capítulo 4 Diapositiva 26) (CIAT, patología de yuca).
- 2.4 Tamaño y número de yemas por estaca (CIAT, mejoramiento de yuca).
- 2.5 Estacas para siembra.
- 2.6 Estacas afectadas por mosca de la fruta.
- 2.7 Estacas con daños patológicos (CIAT, mejoramiento de yuca).
- 2.8 Desinfección de las estacas (Capítulo 4. Diapositiva 27) (CIAT, patología de yuca).
- 2.9 Siembra de estacas de yuca.

Capítulo 3: Nutrición de la planta de yuca y manejo de suelos

Nutrición

- 3.1 Componentes del sistema suelo-planta.
- 3.2 Dinámica de los iones en la fase cambiante, solución y raíz.
- 3.3 Funciones de los elementos en las plantas.
- 3.4 Deficiencia de N y P (CIAT, Audiovisual: Desórdenes nutricionales en la planta de yuca).
- 3.5 Deficiencia de K (CIAT, Audiovisual: Desórdenes nutricionales en la planta de yuca).
- 3.6 Deficiencia de Ca (CIAT, Audiovisual: Desórdenes nutricionales en la planta de yuca).
- 3.7 Deficiencia de Mg (CIAT, Audiovisual: Desórdenes nutricionales en la planta de yuca).
- 3.8 Deficiencia de B (CIAT, Audiovisual: Desórdenes nutricionales en la planta de yuca).
- 3.9 Deficiencia de Zn (CIAT, Audiovisual: Desórdenes nutricionales en la planta de yuca).

Evaluación de la fertilidad de los suelos y el estado nutricional de los cultivos

- 3.10 Factores para el diagnóstico de la fertilidad del suelo.
- 3.11 Niveles críticos.
- 3.12 Análisis de suelo y su interpretación.
- 3.13 Requerimientos nutricionales.
- 3.14 Factores que inciden en la eficiencia de la fertilización.

Manejo de suelos de laderas

- 3.15 Suelo inclinado, sembrado con yuca.
- 3.16 Recomendaciones para manejo de suelos de laderas.

Capítulo 4: Manejo de plagas, enfermedades y malezas en el cultivo de yuca

Plagas

- 4.1 Título del capítulo.
- 4.2 Larvas del gusano cachón (CIAT, entomología de yuca).

- 4.3 Control biológico del gusano cachón con *Trichogramma* (CIAT, entomología de yuca)
- 4.4 Fases de desarrollo de *C. bergi* (CIAT, 1982. Problemas en el cultivo de la yuca)
- 4.5 Escala de daño en las raíces causado por *C. bergi* (CIAT, entomología de yuca)
- 4.6 Daños causados por los trips en yuca (CIAT, entomología de yuca)
- 4.7 Daño severo en brotes, asociado de *Anastrepha* con *E. caratovora* (CIAT, entomología de yuca).
- 4.8 Daño causado por las chizas (CIAT, 1982. Problemas en el cultivo de la yuca).
- 4.9 Control biológico de chizas por *Bacillus thuringiensis* (CIAT, entomología de yuca).

Enfermedades

- 4.10 Marchitez parcial en yuca por añublo bacterial (CIAT, 1982. Problemas en el cultivo de la yuca).
- 4.11 Exudación gomosa por añublo bacterial (CIAT, fitopatología de la yuca).
- 4.12 Superalargamiento, chancros en los tallos y peciolo de las hojas (CIAT, fitopatología de la yuca).
- 4.13 Síntomas en las hojas phoma (CIAT, 1982. Problemas en el cultivo de la yuca).
- 4.14 Marchitez característica de *Phytophthora* (CIAT, fitopatología de yuca).
- 4.15 Pudrición radical.
- 4.16 Necrosamiento de raíces por *Rosellinia necatrix* (CIAT, 1982. Problemas en el cultivo de la yuca).
- 4.17 Síntomas finales de cuero de sapo (CIAT, mejoramiento de la yuca).

Arvenses

- 4.18 Formas de control.
- 4.19 Persona aplicando herbicidas con pantalla.
- 4.20 Factores que inciden en la efectividad de los herbicidas.

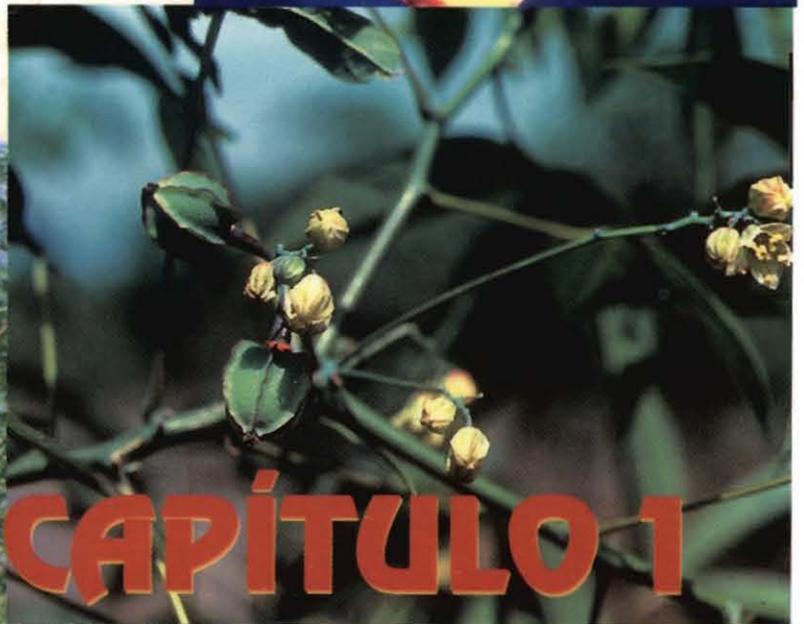
Capítulo 5: Cosecha, empaque y transporte de las raíces de yuca

- 5.1 Definición de calidad y cualidad.
- 5.2 Factores precosecha que inciden en la calidad y vida útil del producto.

- 5.3 Objetivo del manejo poscosecha.
- 5.4 Partes internas del tubérculo (Yuca: Investigación, producción y utilización, pág. 494).
- 5.5 Deterioro poscosecha de la yuca.
- 5.6 Deterioro fisiológico y microbiológico.
- 5.7 Definición de cosecha.
- 5.8 Amarillamiento de hojas bajas (índices de cosecha).
- 5.9 Extracción manual de raíces de yuca.
- 5.10 Separación de raíces del tallo.
- 5.11 Remoción mecánica de raíces de yuca.
- 5.12 Extracción de raíces de yuca después de la remoción mecánica.
- 5.13 Redrojos.
- 5.14 Empaque tradicional de yuca para consumo fresco (bulto de fique).
- 5.15 Empaque en canastillas plásticas.

Capítulo 6: Proceso agroindustrial de la yuca

- 6.1 Métodos de conservación y almacenamiento
- 6.2 Parafinador
- 6.3 Yucas parafinadas listas para llevar a supermercado
- 6.4 Raíces de yuca en bolsas de polietileno
- 6.5 Desinfección de trozos de yuca
- 6.6 Croquetas de yuca
- 6.7 Presentaciones de yuca refrigerada



CAPÍTULO 1

*Morfología y fisiología
de la planta de yuca.
Variedades más comunes.*

FLUJOGRAMA PARA EL ESTUDIO DEL CAPÍTULO 1

**Morfología y fisiología de la planta de yuca.
Variedades más comunes en Colombia**

Objetivos

General

- Conocer la planta de yuca, su fisiología y morfología, con el propósito de dar el manejo apropiado.

Específicos

- Conocer las partes de la planta de yuca.
- Identificar las etapas de crecimiento del cultivo.
- Manejar el cultivo basados en su ciclo vegetativo.
- Identificar las variedades de consumo humano más comunes en Colombia.

Contenido

Introducción

1.1. **Morfología de la planta de yuca**

- 1.1.1. Hojas
- 1.1.2. Inflorescencia
- 1.1.3. Fruto
- 1.1.4. Semilla
- 1.1.5. Tallos
- 1.1.6. Sistema radical

1.2. **Fisiología**

- 1.2.1. Propagación
- 1.2.2. Crecimiento y desarrollo
- 1.2.3. Análisis de crecimiento
- 1.2.4. Temperatura y fotoperíodo

1.3. **Variedades comunes en Colombia**

- 1.3.1. Factores a considerar en la selección de variedades
- 1.3.2. Disponibilidad de semilla (estacas) de las variedades seleccionadas
- 1.3.3. Descripción de los ecosistemas o zonas edafoclimáticas (Zec's) para el cultivo de la yuca
- 1.3.4. Conclusiones

Bibliografía

Resumen del capítulo

Ejercicio

- 1.1. Planificar el manejo del cultivo basado en el ciclo vegetativo

CONTENIDO

| | Página |
|--|---------------|
| Flujograma para el estudio del Capítulo 1 | 1-3 |
| Introducción | 1-6 |
| 1.1. Morfología de la planta de yuca | 1-7 |
| 1.1.1. Hojas | 1-7 |
| 1.1.2. Inflorescencia | 1-7 |
| 1.1.3. Fruto | 1-8 |
| 1.1.4. Semilla | 1-8 |
| 1.1.5. Tallos | 1-10 |
| 1.1.6. Sistema radical | 1-11 |
| 1.2. Fisiología | 1-14 |
| 1.2.1. Propagación | 1-14 |
| 1.2.2. Crecimiento y desarrollo | 1-16 |
| 1.2.3. Análisis de crecimiento | 1-17 |
| 1.2.4. Temperatura y fotoperíodo | 1-17 |
| 1.3. Variedades comunes en Colombia | 1-18 |
| 1.3.1. Factores a considerar en la selección de las variedades a sembrar | 1-18 |
| 1.3.2. Disponibilidad de semilla (estacas) de las variedades seleccionadas | 1-20 |
| 1.3.3. Descripción de los ecosistemas o zonas edafoclimáticas (Zec's) para el cultivo de la yuca | 1-21 |
| 1.3.4. Conclusiones | 1-25 |
| Resumen del Capítulo 1 | 1-27 |
| Ejercicio 1.1. | 1-28 |
| Bibliografía | 1-32 |

LISTADO DE FIGURAS

| | |
|---|------|
| Figura 1.1. Producción según la posición de siembra de la semilla | 1-15 |
| Figura 1.2. Crecimiento y desarrollo del cultivo de la yuca (Fernando Cadavid) | 1-16 |
| Figura 1.3. Zonas edafoclimáticas para el cultivo de la yuca: | 1-21 |
| 1. Tierras tropicales bajas con estación seca prolongada | |

Página

2. Tierras tropicales bajas con suelos ácidos
3. Tierras tropicales bajas con alta humedad
4. Trópicos de altitud media 900-1.200 m.s.n.m.
5. Tierras frías >1.300 m.s.n.m.
6. Areas subtropicales.
7. Tierras semiáridas (CIAT 1992)

LISTADO DE FOTOS

| | |
|---|------|
| Foto 1.1. Flores femenina y masculina de la yuca (Audiovisual: Morfología de la planta de yuca, CIAT) | 1-9 |
| Foto 1.2. Cápsulas de yuca (Audiovisual: Morfología de la planta de yuca, CIAT) | 1-9 |
| Foto 1.3. Partes interna y externa de la semilla (Audiovisual: Morfología de la planta de yuca, CIAT) | 1-9 |
| Foto 1.4. Tallo y clases de ramificaciones reproductoras (Audiovisual: Morfología de la planta de yuca, CIAT) | 1-12 |
| Foto 1.5. Sistema radical y sus partes (Audiovisual: Morfología de la planta de yuca, CIAT) | 1-12 |
| Foto 1.6. Estructura interna de una raíz tuberosa (Audiovisual: Morfología de la planta de yuca, CIAT) | 1-12 |
| Foto 1.7. Variedad Chirosa Armenia (Mcol 2066) | 1-24 |
| Foto 1.8. Variedad ICA (HMC 1) | 1-24 |
| Foto 1.9. Variedad ICA Catumare (CM 523-7) | 1-24 |
| Foto 1.10. Variedad Promisoria en evaluación (Mper 183) | 1-24 |

LISTADO DE TABLAS

| | |
|--|------|
| Tabla 1.1. Ficha técnica de germoplasma industrial y doble propósito generado por CIAT | 1-26 |
| Tabla 1.2. Muestreo en el lote de multiplicación de Variedades Promisorias (La Tebaida, finca El Arco). Diciembre de 1999, seleccionadas en prueba regional (Montenegro, finca Risaralda, 1998B) | 1-27 |

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la yuca es de gran importancia en todas las regiones tropicales del mundo, tanto para consumo de raíces frescas como para su uso agroindustrial. La yuca es una de las principales plantas tropicales útiles difundidas en todos los continentes. La mayoría de los botánicos y ecólogos consideran que el centro de origen de la especie *Manihot esculenta* es el nordeste del Brasil. La diversidad más amplia del género *Manihot* se encuentra en el Brasil y el suroccidente de México y Guatemala.

La yuca pertenece a la clase Dicotyledoneae, subclase Archichlamydeae, al orden Euphorbiales, familia Euphorbiaceae, tribu Manihotae, género manihot y especie *Manihot esculenta* Crantz.

El presente capítulo describe la morfología y fisiología de la planta de la yuca con el fin de darle el manejo adecuado.

1.1. MORFOLOGÍA DE LA PLANTA DE YUCA

La yuca es una planta monoica, de ramificación simpodial y porte arbustivo, cuya altura varía de 1 a 5 metros, según el cultivar y las condiciones ecológicas. Dentro de esta especie existen variedades amargas y dulces, según su contenido de ácido cianhídrico. El número de cromosomas de la especie es $2N = 36$, y no es común que se presente poliploidia.

La amplia variabilidad de las características botánicas de *Manihot esculenta* indica un alto grado de hibridación intraespecífica, por lo tanto, existen numerosos cultivares de esta especie, que se distinguen por sus características morfológicas, como altura de la planta, tamaño, forma y color de la hoja, etc.

1.1.1. Hojas

En la yuca las hojas se forman a partir de meristemos axilares localizados en los nudos del tallo, y están dispuestas de forma espiral según la filotaxia $2/5$. Las hojas son simples, constan de una lámina foliar y el pecíolo. La lámina foliar es palmeada y lobulada. Según el cultivar las hojas completamente desarrolladas son de diferentes colores. Los básicos son: morado, verde claro y verde oscuro.

El número de los lóbulos generalmente es impar, entre 3 y 9, varía según la variedad. Cada hoja está rodeada de dos estípulas de aproximadamente 0,5 a 1 cm de longitud, las cuales permanecen o no adheridas al tallo una vez que la hoja se desarrolla completamente.

1.1.2. Inflorescencia

La yuca es una planta monoica, ya que tiene flores masculinas y femeninas en una misma planta. La polinización de la yuca es cruzada y se realiza básicamente por la acción de insectos, de ahí que la yuca sea una planta altamente heterocigota.

En una misma inflorescencia las flores femeninas abren una o dos semanas antes que las masculinas, lo que se conoce con el nombre de protoginia. Tam-

bién sucede que las flores masculinas y femeninas de la misma planta pero de distinta ramificación abren al mismo tiempo.

Las flores no tienen cáliz ni corola, sino una estructura indefinida denominada perianto o perigonio, compuesta de cinco sépalos de color amarillo, rojizo o morado, que en la flor femenina se encuentran separados hasta la base, lo que no sucede en la masculina.

El ovario es súpero y dividido en tres lóculos, cada uno de los cuales contiene un óvulo. Después de la polinización y la subsiguiente fertilización, el ovario se desarrolla para formar fruto, el cual toma entre tres y cinco meses para completar su maduración.

1.1.3. Fruto

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

En un corte transversal se observan una serie de tejidos bien diferenciados: epicarpo, mesocarpo y endocarpo. El endocarpo, que es de consistencia leñosa, se abre bruscamente cuando el fruto está maduro y seco para liberar y dispersar las semillas. Al madurar la semilla el epicarpo y el mesocarpo se secan. La dehiscencia del fruto es biccida, o sea, es una combinación de dos tipos de dehiscencia.

1.1.4. Semilla

La semilla es el medio de reproducción sexual de la planta, es de forma ovoide-elisoidal, y mide aproximadamente 10 mm de largo, 6 mm de ancho y 4 mm de espesor. La testa es lisa, de color café oscuro con moteado gris. En la parte superior se encuentra, especialmente en las semillas nuevas, la carúncula, estructura que se pierde una vez que la semilla ha caído al suelo.

La parte más externa de la semilla se llama testa, inmediatamente después se encuentra el endospermo formado por células parenquimatosas poliédricas, que es el tejido que forman los cotiledones y tienen como función proteger el embrión.



Foto 1.1. Flores femenina y masculina de la yuca (Audiovisual: Morfología de la planta de yuca, CIAT).



Foto 1.2. Cápsulas de yuca (Audiovisual: Morfología de la planta de yuca, CIAT).

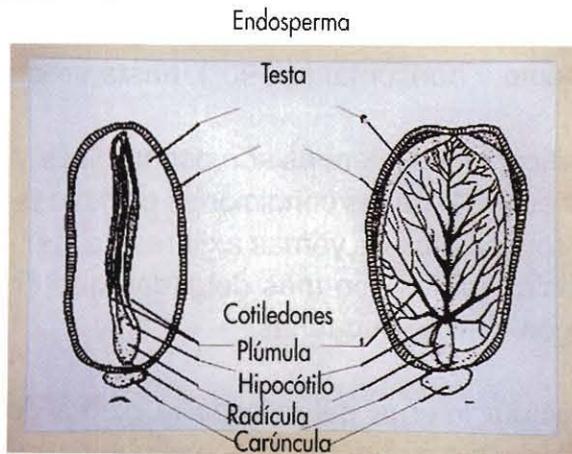


Foto 1.3. Partes interna y externa de la semilla (Audiovisual: Morfología de la planta de yuca, CIAT).

1.1.5. Tallos

Los tallos son el medio de multiplicación asexual de la especie al servir como 'semilla' para la producción comercial de la yuca. El tallo maduro es cilíndrico y su diámetro varía de 2 a 6 centímetros. Tanto el grosor como el color varían de acuerdo con la edad de la planta y con la variedad. Se presentan tres colores básicos del tallo maduro: plateado o gris, morado y amarillo.

Una planta proveniente de material vegetativo, es decir de una estaca, puede producir tantos tallos primarios cuantas yemas viables tenga la estaca. En algunas variedades con fuerte dominancia apical sólo se desarrolla un tallo. Otros factores que determinan el número de tallos primarios, además de la variedad, son: las condiciones del material de siembra, el tamaño y la posición en que se siembre la estaca.

El tallo produce dos tipos de ramificaciones: las reproductoras y las laterales. De éstos, la reproductiva constituye el carácter varietal más estable.

La yuca es una planta de ramificación simpodial, cuyo tallo principal se ramifica en dicotomía, tricotomía y tetracotomía, lo que origina ramas secundarias que a su vez dan origen a otras ramificaciones sucesivas. Estas son inducidas por una floración, por lo cual han sido llamadas 'ramificaciones reproductoras'.

Otras características importantes son la altura de la primera ramificación y el ángulo formado entre las ramas de la primera ramificación con el tallo central. Esta última característica determina el hábito de ramificación que varía de decumbente u horizontal (+/- 90°), hasta erecta (25°).

Las ramificaciones laterales son esporádicas y dependen del número de plantas por hectárea, de las condiciones climáticas y del cultivar. Son ramas y chupones provenientes de yemas axilares de las hojas del tallo principal; generalmente estas ramas son más delgadas que el tallo principal, con entrenudos más largos y hojas pequeñas.

La estructura interna del tallo de la planta de yuca es típica de las plantas dicotiledóneas. La primera capa es la epidermis, debajo de la cual está la corteza y a continuación la capa leñosa. El centro del tallo está ocupado por una

médula prominente compuesta de células parenquimatosas. A medida que el tallo aumenta se acumulan grandes cantidades de xilema que le dan al tallo maduro una consistencia leñosa.

1.1.6. Sistema radical

Las raíces de la planta de yuca 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. Las plantas provenientes de semilla sexual desarrollan una raíz primaria pivotante y varias de segundo orden. Parece que la raíz primaria siempre se convierte en raíz tuberosa y es la primera en hacerlo.

En las plantas provenientes de material vegetativo las raíces son adventicias; se forman en la base inferior cicatrizada de la estaca que se convierte en callosidad y también a partir de las yemas de las estacas que están bajo tierra; estas raíces se desarrollan y forman un sistema fibroso. Posteriormente, algunas de ellas inician su engrosamiento y se convierten en raíces tuberosas.

Sólo unas pocas raíces fibrosas, en general menos de diez, se vuelven tuberosas de manera tal que la mayoría permanecen y continúan con su función alimentadora. El número de raíces tuberosas se determina en las primeras etapas de crecimiento del cultivo.

Las raíces tuberosas de la yuca son morfológica y anatómicamente idénticas a las fibrosas, pero la diferencia esencial radica en que la polaridad del crecimiento de la raíz cambia de longitudinal a radial cuando se inicia la acumulación de almidones. Las raíces tuberosas provienen del engrosamiento secundario de las raíces fibrosas. Esto significa que la penetración al suelo del sistema radical la efectúan raíces delgadas y solamente después de esa penetración se inicia el engrosamiento.

Externamente se distinguen estas partes en el sistema radical de una planta adulta: raíces tuberosas, las cuales terminan en una raíz fibrosa; en la parte superior nace del cuello el pedúnculo, mediante el cual las raíces tuberosas se unen al tallo. El otro tipo de raíces que se distinguen son las fibrosas.

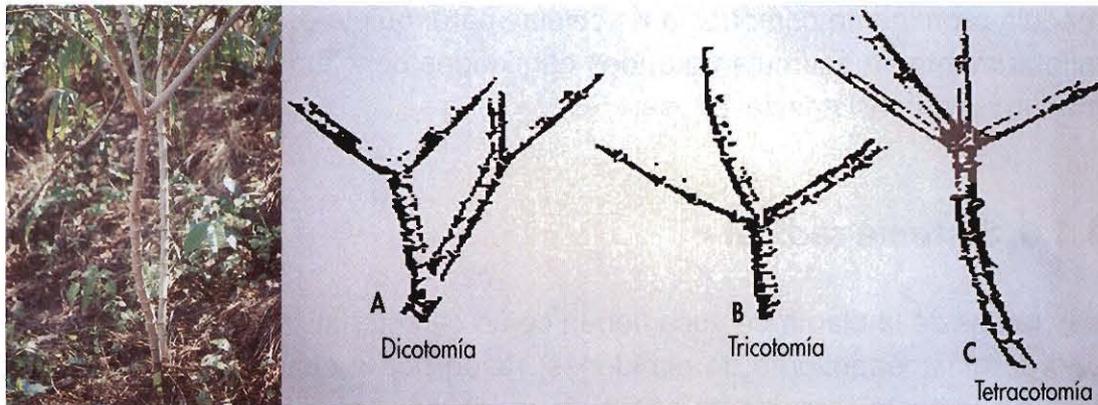


Foto 1.4. Tallo y clases de ramificaciones reproductoras [Audiovisual: Morfología de la planta de yuca, CIAT].

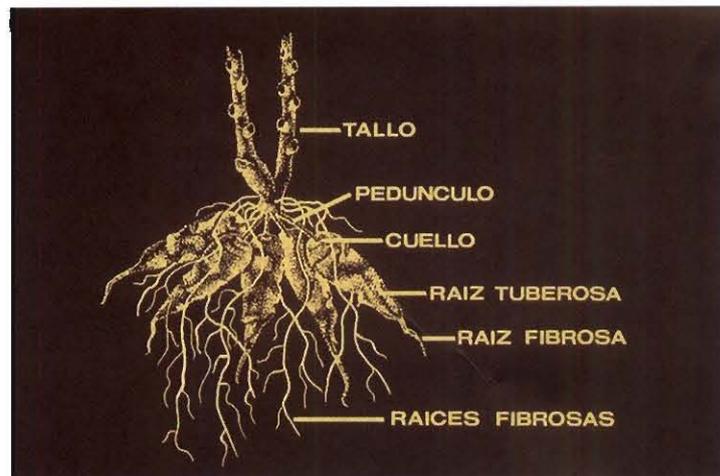


Foto 1.5. Sistema radical y sus partes [Audiovisual: Morfología de la planta de yuca, CIAT].

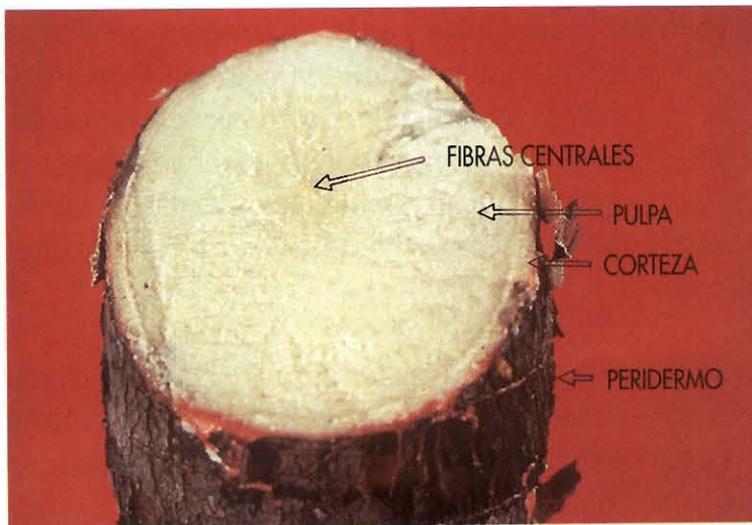


Foto 1.6. Estructura interna de una raíz tuberosa [Audiovisual: Morfología de la planta de yuca, CIAT].

Los tejidos que componen una raíz tuberosa constan de tres partes esenciales: la cáscara está formada por el peridermo y la corteza. El peridermo está compuesto por células de corcho muertas que envuelven la superficie de la raíz. A medida que la raíz aumenta de diámetro la continuidad de las capas celulares se rompe, lo que causa fisuras longitudinales que caracterizan la superficie de la raíz de yuca. Los colores básicos del peridermo son blanco o crema, café claro y café oscuro; este último es el color más común.

Debajo del peridermo se encuentra la corteza o capa cortical, que tiene uno o dos milímetros de espesor y es de color variable. En esta capa se encuentran comprimidos los tejidos del floema que contienen glicósidos cianogénicos, responsables de la formación de ácido cianhídrico. También se encuentran los canales laticíferos, especialmente en las raíces jóvenes.

La pulpa es la parte utilizable de la raíz, es una masa sólida compuesta principalmente por tejido secundario del xilema derivado del cambium, cuyas células contienen almidón en abundancia en forma de gránulos redondos de tamaño desigual.

En el centro de la raíz hay filas de vasos duros del parénquima de xilema, las cuales forman las fibras centrales de la raíz, cuya dureza, longitud y anchura son características varietales.

En la forma y distribución de las raíces tienen marcada influencia las condiciones en que la planta se desarrolle, el factor varietal y la posición en que la estaca se siembre.

La raíz tuberosa de la yuca contiene un glucósido cianogénico llamado linamarina, que en presencia de enzimas y de ácidos se hidroliza originando el ácido cianhídrico en dosis que pueden ser desde inocuas hasta mortales. Aunque anteriormente se clasificaban botánicamente las variedades de yuca como amargas y dulces de acuerdo con el contenido de ácido cianhídrico, se ha comprobado en la actualidad que no hay estabilidad en el contenido de este ácido y se ha estipulado que se consideran amargas si tienen más de 100 ppm en la pulpa.

1.2. FISIOLÓGÍA

La yuca es un arbusto de crecimiento perenne, que se caracteriza por sus raíces amiláceas. Se encuentra entre los 30° de latitud norte y sur. Cerca del Ecuador crece a altitudes hasta de 2.300 metros y a altitudes menores cuando se aparta de éste. Generalmente se cultiva en zonas tropicales de suelos pobres donde la precipitación es mayor de 750 mm por año. El ciclo de crecimiento (siembra a cosecha) depende de las condiciones ambientales, siendo más corto (seis meses – un año) en áreas más cálidas y más largo (hasta dos años) en regiones más frías o más secas.

La yuca es un cultivo relativamente nuevo, sin embargo el área exacta de domesticación original no es bien conocida. Los centros de diversificación de *manihot* spp. son un centro primario en Brasil y uno secundario en Mesoamérica. Renvoise (1973) opina que la yuca dulce puede haber sido domesticada en Mesoamérica y la amarga en la parte septentrional de América del Sur.

1.2.1. Propagación

La yuca puede propagarse por medio de estacas o semilla sexual. En todas las siembras comerciales se usan estacas, pero la propagación por semilla botánica es importante para los programas de mejoramiento.

Las estacas de yuca pueden sembrarse inmediatamente después de cortadas de plantas maduras o luego de un período de almacenamiento. Las estacas para almacenar se cortan normalmente en varas (un metro o más largas) y colocadas a la sombra por lapsos comprendidos entre dos y seis meses. Durante este período las yemas axilares en la porción apical de las varas brotan pero se descartan antes de la siembra. Las estacas almacenadas regularmente tienen menor porcentaje de brotación, vigor y rendimiento que las provenientes de estacas frescas. No obstante, gran parte de este efecto está relacionada con el ataque microbiano al material almacenado. Cuando las estacas son tratadas con fungicidas antes del almacenamiento, el porcentaje final de brotación a los 180 días disminuye ligeramente y el rendimiento final aumenta un poco al incremento del índice de cosecha en algunos casos. Debe tenerse en cuenta que estos resultados fueron obtenidos en buenas condiciones de

crecimiento y que en condiciones más adversas el menor vigor puede bajar el rendimiento de las plantas provenientes de las estacas almacenadas.

Las estacas para producción comercial normalmente varían entre 10 y 30 cm de largo y provienen de las partes leñosas de las plantas maduras. El crecimiento inicial de los brotes proveniente de estacas aumenta si hay mayor peso en la estaca (Wholey 1974), pero esto no se correlaciona tan necesariamente con la producción final (Rosas, com. Per.). El estado nutritivo de las estacas afecta el desarrollo inicial de los brotes produciendo mayor crecimiento en estacas tomadas de plantas obtenidas de parcelas fertilizadas. Estas diferencias en el crecimiento inicial son suficientes para aumentar rendimientos cuando estas estacas son sembradas en un suelo infértil.

La germinación de las estacas es muy sensible a cambios de temperatura. En un ensayo con doce variedades las estacas de dos de éstas solamente alcanzaron 20% de germinación a 16°C y en las demás la brotación más rápida ocurre a los 28.5 –30°C y se inhibe cuando las temperaturas son superiores a 37-39°C o inferiores a 12-17°C (Keating y Evenson 1979); el crecimiento más vigoroso de los brotes que salen ocurre a los 30-32.5°C (Wholey 1974).

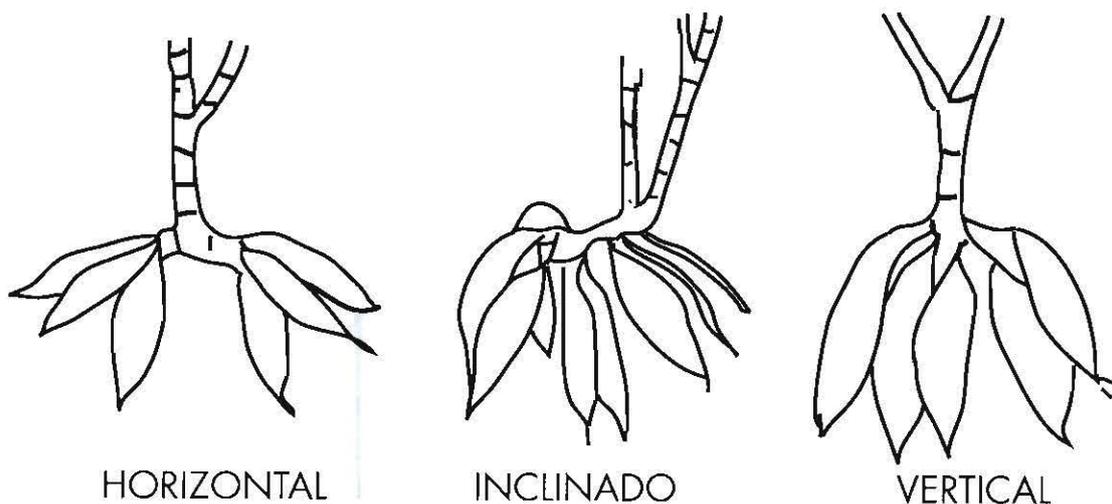


Figura 1.1. Producción según la posición de siembra de la semilla.

Las estacas de yuca se pueden sembrar en posición vertical, inclinada u horizontal. La mayoría de las yemas axilares de las estacas comienzan a desarrollarse, pero el crecimiento de los brotes en la parte superior suprime el desarrollo de las otras yemas (Wholey 1974). El número de retoños producido por estaca es mayor cuando se siembran horizontalmente ya que los efectos de supresión de brotes es menor.

1.2.2. Crecimiento y desarrollo

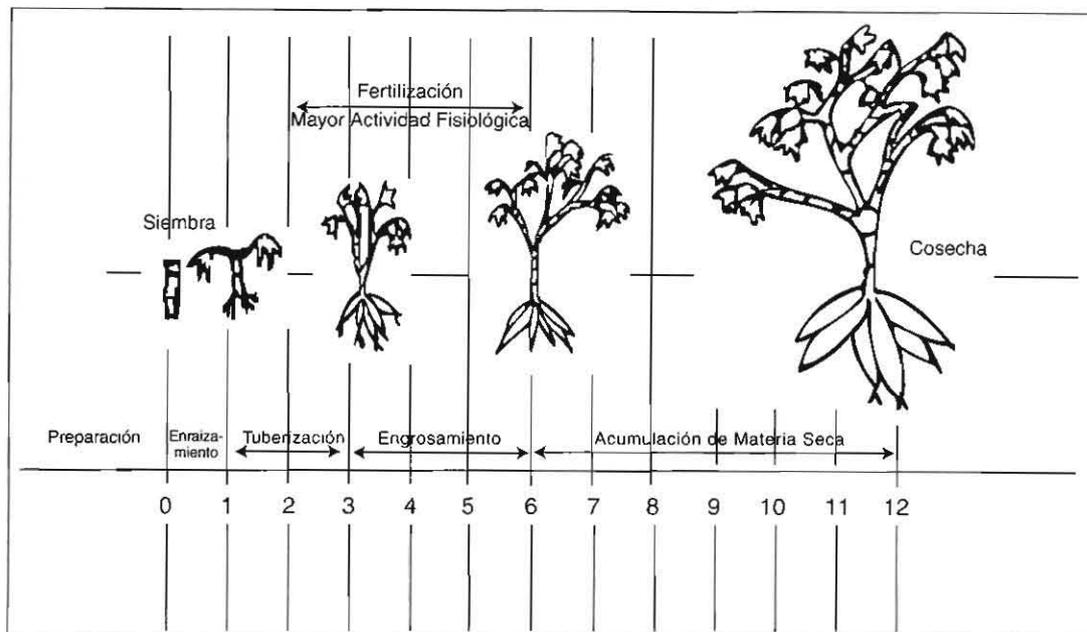


Figura 1.2. Crecimiento y desarrollo del cultivo de la yuca (Fernando Cadavid).

Los principales órganos de almacenamiento en yuca son las raíces. A los 28 días después de la siembra se puede encontrar un gran número de granos de almidón en el parénquima del xilema de las raíces fibrosas. Anatómicamente en este estadio no es posible distinguir entre las raíces que más tarde engrosarán y las que permanecerán fibrosas (López 1975, Keating 1981). Cerca de seis semanas después de la siembra algunas de las raíces fibrosas empiezan a engrosar rápidamente dejando grandes cantidades de gránulos de almidón en el parénquima del xilema. El número de raíces que eventualmente engrosarán se determina en los primeros dos a tres meses después de la siembra en la mayoría de las variedades. Parece que el fotoperíodo no induce el engrosa-

miento de las raíces y que esta es la respuesta directa de la planta al exceso de carbohidratos suministrados para el desarrollo de la parte aérea (Cock et al., 1979, y Tan y Cock, 1979).

1.2.3. Análisis de crecimiento

El área foliar de la yuca depende de la tasa de formación de hojas por planta, su tamaño individual y su longevidad. El cultivo de la yuca desarrolla simultáneamente el área foliar y las raíces, lo que contrasta con los cereales que desarrollan primero el área foliar y luego el área útil económicamente. En la primera fase de desarrollo de los cereales hay poca competencia por sustratos entre el aumento de la capacidad fotosintética y los órganos de almacenamiento, mientras que en un desarrollo simultáneo debería haber un balance continuo entre el crecimiento de las hojas y las partes útiles, en este caso las raíces. Esta situación conlleva a un óptimo IAF (Incremento del Área Foliar) para el incremento de la raíz; si el balance favorece el desarrollo de las hojas no hay suficiente exceso para el incremento de la raíz; pero poco crecimiento foliar resulta en insuficiente tejido fotosintético para obtener altos rendimientos. La manipulación de este balance abre el camino para la obtención de altas producciones de yuca.

1.2.4. Temperatura y fotoperíodo

Hay una marcada interacción entre el genotipo y la temperatura en el rendimiento final de la yuca (Irakura et al 1979). Al disminuir la temperatura el IAF se reduce debido a la menor producción de hojas por ápice y a la disminución de su tamaño (Irakura et al 1979, Keating 1981); sin embargo, la longevidad foliar se aumenta. La ramificación se incrementa hasta un cierto nivel pero se inhibe con temperaturas muy altas (28°C o más). El efecto combinado de estos dos factores es el desarrollo foliar, que se traduce en un aumento del IAF con temperaturas promedias superiores a 24°C y luego se estabiliza. La producción de materia seca sigue una tendencia similar, pero a temperaturas muy altas puede mermar ligeramente debido a una disminución en la fotosíntesis neta causada por una elevada respiración (Keating 1981). Los ensayos de Irakura et al (1979) en regímenes de temperatura constante indican que en todas las temperaturas existe un óptimo IAF cercano a tres para máximo incremento del

peso en la raíz y que éste puede obtenerse usando variedades más vigorosas en zonas de temperaturas más bajas y viceversa. Los datos disponibles estiman que el mismo fenotipo produce bien sobre un rango de temperatura constante pero se requieren diferentes genotipos (Irikura et al., 1979). La yuca no crece a temperaturas menores de 15°C.

1.3. VARIEDADES COMUNES EN COLOMBIA

Tradicionalmente los agricultores yuqueros colombianos han utilizado para sus siembras las variedades regionales, las cuales a pesar de tener una buena calidad culinaria, especialmente por su contenido alto de almidón, presentan un bajo potencial de rendimiento, susceptibilidad a plagas y enfermedades, y una adaptación muy limitada.

Por otra parte, se ha observado que es imposible encontrar una variedad de yuca que se adapte a todas las condiciones edafoclimáticas, biológicas y exigencias del mercado que se presentan en las zonas productoras.

Con el fin de ofrecer alternativas en este sentido, el programa de Mejoramiento de Yuca del CIAT en estrecha colaboración con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y actualmente con la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), han venido desarrollando germoplasma promisorio, que después de ser ampliamente evaluado con la participación de agricultores, ha permitido la liberación de variedades de yuca para diferentes zonas del país.

De este modo, con el presente documento se pretende dar una guía para seleccionar de las variedades mejoradas por ICA-CIAT la que se debe sembrar en un lugar geográfico determinado.

1.3.1. Factores a considerar en la selección de las variedades a sembrar

a) Para seleccionar un clon a sembrar hay que integrar los siguientes factores: potencial de rendimiento, estabilidad, tipo de planta, resistencia a plagas y enfermedades, y calidad de raíces.

b) No se debe recomendar la siembra de un clon en otra región diferente antes de ser probado adecuadamente, ya que: 1) El ambiente tiene gran influencia sobre la expresión de caracteres agronómicos y factores de calidad de la raíz (Hershey, 1989), especialmente altura de planta, hábito de ramificación, color de la raíz, contenidos de HCN y de materia seca, en menor escala. 2) El complejo de insectos, ácaros y enfermedades varía mucho según las condiciones edafoclimáticas.

c) Las características morfológicas de la planta y de las raíces, además de la coloración de éstas, tienen importancia en el sistema de cultivo y aceptación en el mercado (Hershey, 1989). Para el sistema de cultivo (monocultivo, asociación, intercalamiento) el tipo de planta es un factor muy valioso a tener en cuenta por la competencia entre especies (Cock, et al., 1979).

d) Hay que decidir para qué tipo de mercado se venderá la producción, detallándose que si es para consumo humano fresco se pagan los mejores precios.

e) Las exigencias de mercado varían según se trate de consumo humano, animal o industrial. En el caso de consumo humano fresco los factores más importantes a tener en cuenta en el clon seleccionado a sembrar, en lo que se refiere a calidad de raíces, son: forma y tamaño adecuados, alto contenido de materia seca, bajo contenido de HCN, color de las raíces (cáscara externa, corteza y pulpa) y calidad culinaria.

Con estos parámetros en Colombia se prefieren en términos generales las raíces de forma cónica-cilíndrica, de 20-30 cm de tamaño, sin constricciones, de color externo oscuro, pulpa blanca, dulce (menos de 100 ppm de HCN en base fresca) y alto contenido de almidón. De esto se deduce que las variedades de raíces de color externo blanco, pulpa amarilla y contenido de HCN intermedio, quedan limitadas para consumo animal, extracción de almidón y otros usos industriales.

Según Luna (1991), en los grandes mercados del interior del país: Bogotá, Medellín, Cali y zona cafetera central (Pereira, Armenia, Manizales) se ha generalizado para consumo humano fresco la aceptación de clones con raíces tipo chirosa gallinaza, clon regional que se considera variedad patrón, ya que

impone los parámetros de calidad de la yuca: raíces de forma cónico-cilíndrica, sin constricciones, color externo café oscuro, corteza de color morado, pulpa blanca y cierta tolerancia al deterioro.

Cualquier clon que no cumpla estos requisitos, especialmente los de cáscara o corteza blanca, es rechazado o castigado en el precio.

1.3.2. Disponibilidad de semilla (estacas) de variedades seleccionadas

La yuca, por ser un cultivo de raíces perecedoras, tiene una demanda incierta y un precio en el mercado sujeto a fuertes oscilaciones. Uno de los graves problemas para el agricultor yuquero es precisamente la consecución de estacas cuando el precio de las raíces está muy bueno en el mercado.

Para dar una orientación en este punto, se describe cuáles clones hasta el presente han sido liberados y cuáles son los promisorios y los regionales más importantes para ciertas áreas geográficas.

Con respecto a las diferentes categorías de materiales y los sitios donde se puede obtener información y/o material de siembra, se puede detallar lo siguiente:

Los clones regionales y liberados se pueden conseguir para sembrar a nivel comercial, pero los clones catalogados como promisorios únicamente se pueden conseguir en pequeña escala y sólo se pueden sembrar con fines de evaluación.

| Categoría del clon | Lugar de consecución o información al respecto |
|---------------------------|---|
| Regional | Campos "sanos" de agricultores. Sección Mejoramiento de Yuca del CIAT. Estaciones Regionales de Corpoica. |
| Liberado (registrados) | Empresas o agricultores especializados. Estaciones regionales de Corpoica. Sección Mejoramiento de Yuca del CIAT. |
| Promisorio | Programa Mejoramiento de Yuca del CIAT. Estaciones Regionales del ICA. |

1.3.3. Descripción de los ecosistemas o zonas edafoclimáticas (Zec's) para el cultivo de la yuca

Para la producción de germoplasma mejorado con adaptación a ecosistemas amplios y considerando la responsabilidad internacional del CIAT, el programa de yuca definió, a principios de los años ochenta, un conjunto de ambientes o regiones que representarían las áreas más importantes de producción de yuca en el mundo, teniendo en cuenta factores edáficos, climáticos y biológicos.

La división en ambientes se hizo de tal forma que la variación entre zonas fuera mayor que la variabilidad dentro de la zona, y que existiera dentro de cada ZEC (zonas edafoclimáticas) un conjunto particular de limitantes para el rendimiento para maximizar la probabilidad de obtener clones con un amplio rango de resistencia a factores climáticos y biológicos adversos (Iglesias, 1992).

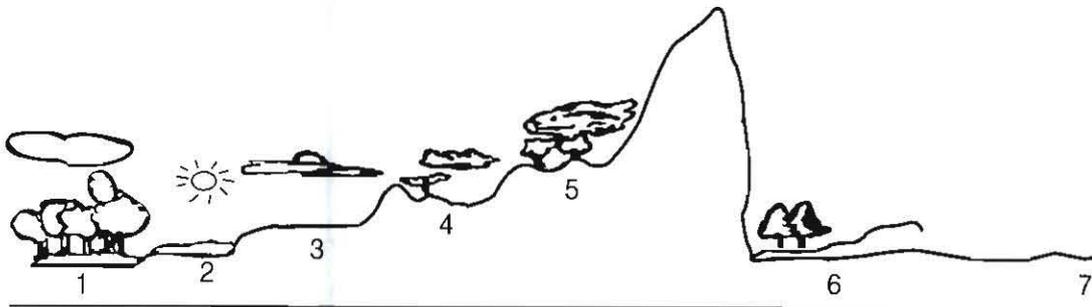


Figura 1.3. Zonas edafoclimáticas para el cultivo de la yuca: 1. Tierras tropicales bajas con estación seca prolongada, 2. Tierras tropicales bajas con suelos ácidos, 3. Tierras tropicales bajas con alta humedad, 4. Trópicos de altitud media 900 – 1.200 msnm, 5. Tierras frías >1.300 msnm, 6. Áreas subtropicales, y 7. Tierras semiáridas (CIAT 1992).

• Zona 1 (Costa Atlántica)

Esta zona junto con la Zona 2 representan las condiciones de las mayores zonas productoras de yuca del mundo y por tanto se les ha dado el mayor énfasis de trabajo.

La Costa Atlántica colombiana representa casi el 40% del área total sembrada con yuca del país y se estima que el 60% de esa área se siembra asociada o

intercalada con maíz, ñame y caupí (Manzano, 1992). En cuanto a variedades, se cultivan principalmente clones regionales como la Venezolana y últimamente el clon liberado "ICA Costeña", pero debido a la profusa difusión de la bacteriosis por toda la región, se tienen proyectos de liberación de otros clones más resistentes tales como el CM 3306-4 (Fernando Calle, funcionario del Programa Mejoramiento de Yuca, CIAT).

• Zona 2 (Llanos Orientales)

En la zona de los Llanos Orientales la mayoría del área sembrada en yuca es en monocultivo (Manzano, 1992). Como este ecosistema tiene fuerte incidencia de bacteriosis y superalargamiento, se requieren clones resistentes a estas enfermedades, tales como los dos genotipos liberados: ICA-Catumare e ICA-Cebucan, siendo el primero más solicitado por tener raíces tipo "chirosa", muy apetecida en el mercado de Bogotá.

• Zona 3 (Bosque húmedo tropical)

En esta área ecológica los trabajos del CIAT en yuca han sido más bien pocos y se recomienda sembrar clones con resistencia a bacteriosis, superalargamiento y pudriciones radicales. Aquí, por la alta precipitación y período seco corto, los trips y ácaros no representan problema. La información disponible en cuanto a adaptación sugiere que los clones de la Zona 2 se pueden sembrar en la Zona 3.

• Zona 4 (Valles interandinos)

El desarrollo de germoplasma ha sido más bien escaso para esta zona, ya que ella no tiene alta prioridad para la responsabilidad internacional del CIAT. En esta zona es fundamental, para consumo humano fresco (plaza), que los clones a sembrar tengan raíces tipo "chirosa". Actualmente se adelantan pruebas regionales con clones de raíces tipo chirosa y con fines industriales; en la Tabla 2 se pueden observar algunos resultados recientes. De los tres clones que cumplen este requisito según la Tabla 1, se hacen las siguientes observaciones:

M Col 2066 (Chirosa Gallinaza): Es una variedad regional ampliamente difundida en las regiones del Quindío y Viejo Caldas. Se considera la variedad “patrón” por ser la más apetecida en los exigentes mercados del interior del país. Cuando se siembra en el Valle del Cauca, su rendimiento es apenas regular y presenta problemas con trips

HMC 1 (Manihoica P-A3A): Se considera resistente a trips y de cosecha tardía, o sea después de diez meses (Gómez, et al., 1986). Como es una variedad bastante ramificada pero de porte bajo se recomienda sembrarla en densidades de 9.600 a 10.000 plantas por hectárea.

ICA Catumare (CM 523-7): Es una variedad sacada por el CIAT y el ICA para los Llanos Orientales; su principal diferencia con la HMC1 es la forma de las raíces, ya que son cónicas largas y de pedúnculo largo; además es considerada con resistencia a añublo bacterial. La planta en sus hojas es muy parecida a HMC1 pero el porte es erecto y de menor ramificación.

En este momento se llevan a cabo pruebas de adaptación con variedades que cumplen los requisitos para la agroindustria de congelados y de snacks.

• Zona 5 (áreas templadas, especialmente la región del Cauca)

Se estima que casi un 60% del área sembrada con yuca en esta zona está ocupada por la variedad regional Algodona (M Col 1522), que se considera un clon “tardío” con tendencia a producir raíces muy largas y delgadas. Con respecto a la región caucana, se anota que en los últimos años el añublo bacteriano de la yuca- *Xanthomonas* SD. se ha ido extendiendo con amplitud. Como a la fecha no han sido liberadas para esta zona, sólo se dispone de clones regionales y de las líneas promisorias del CIAT, que se describen en la Tabla 1, encontrándose resistencia para la bacteria únicamente en el SM 524-1.

Igualmente, no se dispone para zonas templadas de clones con raíces tipo “chirosa”. También se ha observado aquí gran influencia del ambiente en ciertos parámetros de calidad de las raíces. Para la región de Mondomo se han detectado dos clones promisorios: CG 402-11 y SG 427-87, presentando el primero alta producción pero bajo contenido de materia seca. Como las dos



Foto 1.7. Variedad Chirrosa Armenia (Mcol 2066).



Foto 1.8. Variedad ICA (HMC 1).

Foto 1.9. Variedad ICA Catumare (CM 523-7).



Foto 1.10. Variedad Promisoria en evaluación (Mper 183).

líneas son dulces, pueden presentar fuerte daño del chinche de la viruela, el cual, junto con las chizas blancas (Coleóptera-scarabaidae), reduce severamente los rendimientos en esta área. Para las zonas más altas (Popayán, Cajibío) se han observado como muy promisorios los siguientes clones: M Col 2261 (clon local llevado del área de La Cumbre, Valle), CG 402-11, SG 427-87, SM 524-1 (con resistencia a bacteriosis).

1.3.4. Conclusiones

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) vienen trabajando conjuntamente para el desarrollo de germoplasma mejorado de yuca con adaptación a ecosistemas amplios y que sustituyan paulatinamente las variedades regionales de bajo potencial de rendimiento y de poca respuesta a prácticas agronómicas mejoradas. Sin embargo, hay ocasiones en que por la poca disponibilidad de material de siembra de los clones liberados, exigencias del mercado y falta de liberación de clones para un área ecológica determinada, necesariamente hay que recurrir a estas variedades regionales.

Por último, es muy importante analizar las cualidades, bondades y defectos de los clones que se tienen disponibles para áreas ecológicas amplias, estudiar las condiciones edafo-climáticas y biológicas del área donde se va a sembrar ese clon y fijar el sistema de cultivo, tipo de mercado y exigencias del mercado al que se venderá la producción.

Tabla 1.1. Ficha técnica de germoplasma industrial y doble propósito generado por CIAT.

| Clon Ciat | Zona de adaptación | Rendimiento promedio Raíces (ton/ha) | M. seca (%) Prom. | Rendimiento promedio M. Seca (ton/ha) | Contenido cianogénico | Tipo de uso de la raíz |
|--------------|----------------------------------|--------------------------------------|-------------------|---------------------------------------|-----------------------|------------------------|
| CM 523-7 | Llanos-Valle-Tolima | 20-25 | 38.0 | 7.6-9.5 | Bajo | Doble propósito |
| CM 3306- 4 | Costa Atlántica.-Valle-Tolima | 20-22 | 36.5 | 7.3-8.0 | Bajo | Doble propósito |
| M COL 1505 | Costa Atlántica.-Valle-Tolima | 20-25 | 37.0 | 10.2 | Bajo | Doble propósito |
| VENEZOLANA | Costa Atlántica | | | | Bajo | Doble propósito |
| CG 1141-1 | Costa Atlántica- Tolima | 20,5-23,0 | 33,6 | 6,0 | Intermedio | Doble propósito |
| CEBUCAN | Llanos | | | | Bajo | Doble propósito |
| PARRITA | Norte del Cauca | 35,0-40,0 | 37,0 | 12,9 | Bajo | Doble propósito |
| BRASILERA | Tolima-llanos | 22,0-25,0 | 35,0 | 7,7 | Intermedio | Doble propósito |
| ICA-P13 | Valle-Tolima-zona cafetera | 20,0-25,0 | 33,0 | 6,6 | Bajo | Doble propósito |
| M PER 183 | Valle-Tolima-zona cafetera | 32.9* | 32.0 | 10.5 | Bajo | Doble propósito |
| ALGODONA | Zona cafetera caucana | | | | Bajo | Doble propósito |
| CM 3306- 9 | Costa Atlántica-Valle-Tolima | 20-22 | 36.0 | 7.2-7.9 | Intermedio | Industrial |
| M TAI 8 | Costa Atlántica | 34.2* | 33.1 | 11.3 | Alto | Industrial |
| SM 1433-4 | Costa Atlántica | 23.1* | 35.1 | 7.9 | Intermedio | Industrial |
| CM 7514-8 | Costa Atlántica | 21.6* | 35.9 | 8.3 | Intermedio | Industrial |
| SM 1411-5 | Costa Atlántica | 22.8* | 34.9 | 7.9 | Alto | Industrial |
| SM 1438-2 | Costa Atlántica | 20.5* | 36.1 | 7.4 | Alto | Industrial |
| SM 1127-8 | Costa Atlántica | 19,3-22,0 | 33,0 | 6,3 | Bajo | Industrial |
| CM 6119-5 | Costa Atlántica | 19,5-21,0* | 36,1 | 7,0 | Intermedio | Industrial |
| CM 3306-19 | Costa Atlántica | 21,4-24,8* | 33,0 | 7,0 | Intermedio | Industrial |
| CM 4919-1 | Costa Atlántica | 21,3-27,0* | 34,0 | 7,2 | Alto | Industrial |
| CM 4843-1 | Costa Atlántica | 20,4-23,0* | 34,0 | 6,9 | Alto | Industrial |
| CM 4365-3 | Costa Atlántica | 20,6-24,0* | 34,0 | 6,5 | Intermedio | Industrial |
| CM 3555-6 | Costa Atlántica | | | | Intermedio | Industrial |
| M COL 1505 | Costa Atlántica- norte del Cauca | 19,5-22,0 | 34,0 | 6,6 | Intermedio | Industrial |
| CM 6740- 7 | Llanos-norte del Cauca | 20-25 | 35.5 | 7.1-7.8 | Intermedio | Industrial |
| M BRA 383 | Norte del Cauca | 36.7* | 38.1 | 13.9 | Bajo | Industrial |
| CM 7951-5 | Norte del Cauca | 35,0-44,0* | 34,1 | 11,9 | Intermedio | Industrial |
| CM 1219-9 | Norte del Cauca | 35,0-39,0* | 32,3 | 11,3 | Bajo | Industrial |
| M VEN 25 | Costa Atlántica- Tolima | 20,0-23,0 | 33,5 | 9,8 | Alto | Industrial |
| CM1543-16 | Norte del Cauca | 29,0-32,8* | 31,7 | 9,1 | Intermedio | Industrial |
| Reg. Amarga | Norte del Cauca | 22,0-27,0 | 38,0 | 8,3 | Alto | Industrial |
| CM 5655- 4 | Valle-Norte del Cauca | 37.1* | 37.8 | 14.6 | Intermedio | Industrial |
| CM 6370- 2 | Valle-Norte del Cauca | 41.3* | 35.4 | 15.1 | Intermedio | Industrial |
| CM 7514- 7 | Valle-Norte del Cauca | 33.6* | 41.5 | 14.2 | Bajo | Industrial |
| SM 719- 6 | Valle-Norte del Cauca | 33.0* | 38.2 | 12.7 | Bajo | Industrial |
| SM 909- 25 | Valle-Norte del Cauca | 39.2* | 37.5 | 14.8 | Bajo | Industrial |
| SM 1406- 1 | Valle-Norte del Cauca | 36.9* | 37.9 | 14.4 | Bajo | Industrial |
| SM1557- 17 | Valle-N Cauca-Llanos | 28.7* | 36.0 | 10.2 | Bajo | Industrial |
| SM 1741- 1 | Valle-N.Cauca-Llanos | 33.0* | 37.9 | 13.6 | Intermedio | Industrial |
| M BRA 12 | Valle-N.Cauca-Tolima | 20-26 | 35.0 | 10.0 | Alto | Industrial |
| SM 643-17 | Valle-N.Cauca-Tolima | 31.2* | 40.0 | 12.8 | Bajo | Industrial |
| SM 653-14 | Valle-N.Cauca-Tolima | 34.9* | 40.5 | 15.4 | Bajo | Industrial |
| SM 1210- 4 | Valle-N.Cauca-Tolima | 34.2* | 40.5 | 13.5 | Bajo | Industrial |
| CM 849-1 | Valle-Norte del Cauca | 39.8* | 35.0 | 13.8 | Alto | Industrial |
| Chirosa Arm. | Zona cafetera intermedia | 25,0-30 | 34,0 | 8,5 | Bajo | Mesa |

* Producción Experimental en Ensayos de Rendimiento, Pruebas Regionales y Parcelas de Preproducción
Fuente: Tabla preparada por Fernando Calle (Tomados de la Base de Datos Mejoramiento de Yuca)

Tabla 1.2. Muestreo en el lote de multiplicación de Variedades Promisorias* (La Tebaida, finca El Arco). Diciembre de 1999, seleccionadas en prueba regional (Montenegro, finca Risaralda 1998B).

| Variedad | Rendimiento | | Calidad culinaria |
|---------------------|---------------------------|---------------------|-------------------|
| | de raíces frescas t/ha | Materia seca (%) | |
| M PER 183 | 49,2 | 33,9 | Buena |
| CM 523-7 (CATUMARE) | 40,0 | 39,1 | Muy buena |
| CG 1450-4 | 39,9 | 39,0 | Buena |
| CHIROZA (MCO 2066) | 39,5 | 35,5 | Muy buena |
| M COL 1505 | 38,7 | 37,4 | Buena |
| CM 2766-5 | 37,2 | 36,9 | Buena |
| HMC 1 (ICA) | 33,1 | 38,2 | Muy buena |
| SM 1784-25 | 20,8 | 36,1 | Regular |

*Fuente: Programa de Mejoramiento de Yuca [Datos sin publicar].

RESUMEN DEL CAPÍTULO 1

El conocimiento de las partes de la planta de yuca y su influencia directa en la producción es una información de gran ayuda en el momento de tomar decisiones en el cultivo. Es muy importante realizar un plan de manejo del plantío que nos anticipe necesidades teniendo como base el conocimiento del ciclo del cultivo y la morfología de éste.

Las dos herramientas anteriores, junto con un buen monitoreo, nos brindan la garantía de acertar en momentos críticos del cultivo, evitando que plagas, enfermedades o malezas causen daños mayores y gastos innecesarios de insumos y de mano de obra, y su incidencia en la productividad.

El conocimiento real del cultivo y su forma de comportamiento en el lote de siembra aumentan sus ganancias, lo hacen productivo y además le brindan la posibilidad de llevar registros claros para anticiparse en el manejo de gastos. Los cuidados que se tengan durante todas las operaciones de precosecha garantizan la calidad del producto, Recuerde que las características de la yuca dependen de su manejo en precosecha.

Ejercicio 1.1 Planificar el manejo del cultivo basado en el ciclo vegetativo

Objetivos

Una vez ejecutada esta práctica, los participantes estarán en capacidad de:

- Identificar la variedad a sembrar por sus características para el mercado objetivo y su adaptación a la zona.
- Planificar la realización de labores culturales según las fases críticas del cultivo: fertilización, control de plagas y malezas.

Recursos necesarios

Para llevar a cabo esta práctica se requiere:

- Lote(s) productore(s) de yuca que manejen registros del tiempo de siembra.
- Conocimiento de las condiciones de altura sobre el nivel del mar, precipitación promedio y suelos del lote.
- Manejo del área exacta a sembrar para poder planificar según número de plantas.
- Hojas para registros de cantidad de labores y de insumos que han utilizado en cultivos anteriores, o construcción de este registro.
- Hojas de trabajo para realizar el plan con la variedad a sembrar en el nuevo lote.

Orientaciones para el instructor

- Explique claramente los objetivos de la práctica.
- Divida el grupo en tres subgrupos.
- Explique cómo se determina la variedad a utilizar según el mercado objetivo, poniendo, además de las opciones del capítulo, nuevas opciones según las necesidades del auditorio.
- Cada subgrupo nombrará un relator.
- Cada subgrupo dispondrá de los recursos necesarios para ejecutar la práctica.
- Cada subgrupo escogerá un caso diferente y expondrá sus razones, ojalá basados en actividades reales.
- Al finalizar la práctica realice y oriente la plenaria, con dos subgrupos contrastantes.
- Presente la información de retorno.
- Para trabajo de seguimiento, al próximo capítulo debe tener claro su plan de

manejo del cultivo, con su selección de variedad, para realizar la práctica de siembra.

Tiempo sugerido: 4 horas

Instrucciones para el participante

Todos los subgrupos realizarán la práctica basados en las siguientes instrucciones:

- Identificarán el caso a tratar en su plan de manejo del cultivo, basados en: mercado objetivo, identificación del lote a trabajar, conocimiento del ciclo del cultivo, registro de labores y gastos.
- Cada grupo, basado en el ciclo del cultivo, la experiencia propia y el mercado objetivo, realizará un plan de manejo.
- El relator es el responsable de velar por que los integrantes de su subgrupo realicen todas las actividades.
- El relator se encargará de presentar el plan de manejo del cultivo seleccionado por el grupo. En plenaria el relator presentará los resultados y registros en la hoja de trabajo.

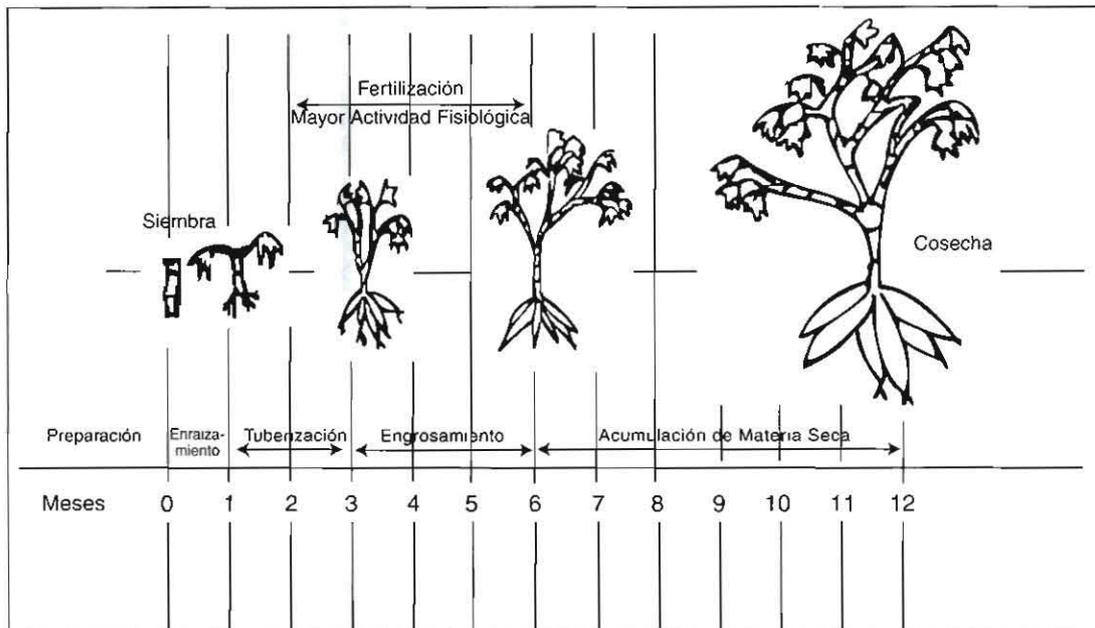
Plan de manejo determinando épocas, número de jornales y cantidad de insumos necesarios.

Tabla de Resultados

| Variables | Respuesta | Observaciones |
|--|-----------|---------------|
| Variedad seleccionada Mercado objetivo Etapas de control de malezas ¿Tiempo de fertilización? ¿Tiempo a cosecha del producto? Costos del manejo del cultivo ¿Cuáles son las etapas críticas para enfermedades? ¿Cuáles son las etapas críticas para plagas? ¿Lleva registros de costos? Sí No ¿Por qué? ¿Cuántos son los jornales y los insumos necesarios para su cultivo y cuánto por hectárea? | | |

Al terminar la experiencia y hacer las correcciones con base en la plenaria, llevar a casa y tratar de hacer el plan para el próximo cultivo en su finca.

Grupo No.: _____ Fecha: _____
 Relator: _____



- Cada relator de grupo expone ante la audiencia los resultados obtenidos durante la práctica.
- El instructor hace la síntesis de los resultados obtenidos por los grupos.
- La síntesis de la información obtenida permite la discusión y revisión de las actividades realizadas en la práctica.
- Se hacen en grupo las recomendaciones que se tendrán en cuenta para realizar prácticas adecuadas de manejo del cultivo y la relevancia de planificar los lotes de siembra.
- El instructor resuelve los interrogantes de la audiencia, orienta las discusiones y con el grupo resalta las conclusiones y recomendaciones más importantes de la práctica.

BIBLIOGRAFÍA

- CIAT. 1982. Audiovisual: Morfología de la planta de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). 30 minutos, 98 transparencias.
- CIAT. 1982. Yuca: investigación, producción y utilización. Cali, Colombia. Pp. 29-73.
- Cock, J.H.; Franklin, D., Sandoval, G. 1979. The ideal cassava plant for maximum yield. *Crop. Sci.* 19: 271-79.
- Gómez, P.L.; Lozada, J.E.; Toro, J.C. 1986. Manihoica P-13. Una variedad mejorada de yuca de alto rendimiento. Boletín divulgativo No. 78. ICA, Palmira, Colombia. 8 p. (código 05-4.2-078-86).
- Hershey, C.H. 1989. Descripción de clones promisorios de yuca CIAT/ICA. CIAT, Cali, Colombia. 12p.
- _____ 1989. Descripción de clones elites de yuca. CIAT, Cali, Colombia.
- ICA. 1989. Tres nuevas variedades de yuca para la Costa Atlántica. Seminario de pre-lanzamiento preparado por A.J. López, L.A. Hernández, C. Hershey y N. Rodríguez. Sincelejo, Colombia. 29p.
- Iglesias, C. 1992. Caracterización de regiones de cultivo de la yuca. En: Iglesias, C. y Fukuda, W.G. Documento de trabajo No. 112. Memorias de la Segunda Reunión Panamericana de Fitomejoradores de Yuca. CIAT, Cali, Colombia. p 137- 145.
- Luna, J.M. 1991. El cultivo de la yuca en Colombia. En: Hershey, C.H. Mejoramiento Genético de la Yuca en América Latina. CIAT, Cali, Colombia. p. 43-53.
- Manzano, A.H. 1992. Mejoramiento de la Yuca en Colombia. En: Iglesias, C.A. y Fukuda, W.G. Documento de Trabajo No. 112. Memorias de la Segunda Reunión Panamericana de Fitomejoradores de Yuca. CIAT, Cali, Colombia. p 33-42.



CAPÍTULO 2

*Establecimiento
de un cultivo de yuca*

FLUJOGRAMA PARA EL ESTUDIO DEL CAPÍTULO 2

Establecimiento de un cultivo de yuca

Objetivos

General

- Realizar correctamente las operaciones de selección de semilla y siembra de un cultivo de yuca, de acuerdo con las tecnologías generadas por las instituciones de investigación.

Específicos

- Realizar la selección y el manejo correcto del material de siembra.
- Seleccionar las prácticas correctas para el establecimiento del cultivo.
- Identificar la forma de siembra según la variedad y el mercado al que se dirige el producto.

Contenido

Introducción.

2.1. Establecimiento de un cultivo de yuca.

2.2.1. Selección del lote de siembra.

2.2. Manejo del material de siembra.

2.2.1. Selección del cultivo de procedencia.

2.2.2. Variedades.

2.2.3. Edad de la planta.

2.2.4. Relación de diámetro de tallo a diámetro de médula.

2.2.5. Corte.

2.2.6. Preparación y transporte de las ramas para su almacenamiento.

2.2.7. Viabilidad.

2.2.8. Limpieza de ramas y corte de estacas.

2.2.9. Tamaño y número de los nudos en las estacas.

2.2.10. Almacenamiento de ramas.

2.2.11. Desinfección de las estacas.

2.3. Prácticas de establecimiento.

2.3.1. Preparación del terreno.

2.3.2. Siembra.

2.3.3. Abonamiento y fertilización.

2.3.4. Manejo de malezas.

Bibliografía

Resumen del capítulo

Práctica

- 2.1. Selección del material de siembra y del lote para el establecimiento del cultivo.

CONTENIDO

| | Página |
|--|---------------|
| Flujograma para el estudio del Capítulo 2 | 2-3 |
| Introducción | 2-6 |
| 2.1. Establecimiento de un cultivo de yuca | 2-7 |
| 2.1.1. Selección del lote de siembra | 2-7 |
| 2.2. Manejo del material de siembra | 2-8 |
| 2.2.1. Selección del cultivo de procedencia | 2-8 |
| 2.2.2. Variedades | 2-9 |
| 2.2.3. Edad de la planta | 2-10 |
| 2.2.4. Relación de diámetro de tallo a diámetro de médula | 2-12 |
| 2.2.5. Corte (poda) | 2-12 |
| 2.2.6. Preparación y transporte de las ramas para su almacenamiento. | 2-12 |
| 2.2.7. Viabilidad | 2-13 |
| 2.2.8. Limpieza de ramas y corte de estacas | 2-13 |
| 2.2.9. Tamaño y número de los nudos en las estacas | 2-13 |
| 2.2.10. Almacenamiento de ramas | 2-14 |
| 2.2.11. Desinfección de las estacas | 2-14 |
| 2.3. Prácticas de establecimiento | 2-15 |
| 2.3.1. Preparación del terreno | 2-15 |
| 2.3.2. Siembra | 2-15 |
| 2.3.3. Abonamiento y fertilización | 2-17 |
| 2.3.4. Manejo de malezas | 2-18 |
| Resumen del Capítulo 2 | 2-18 |
| Práctica 2.1. | 2-20 |
| Bibliografía | 2-23 |
| | |
| LISTADO DE FOTOS | |
| Foto 2.1. Selección tradicional de la semilla de yuca | 2-9 |
| Foto 2.2. Selección de las plantas más vigorosas y de mejor producción para ser usadas como semilla de yuca | 2-9 |
| Foto 2.3. Relación de diámetro del tallo con el diámetro de la médula en estacas para la siembra | 2-11 |
| Foto 2.4. Corte de varas largas para almacenar | 2-11 |

| | Página |
|---|---------------|
| Foto 2.5. Corte de estacas para siembra (Patología de yuca CIAT, 1999) | 2-11 |
| Foto 2.6. Tamaño de estacas y número de nudos (Foto CIAT, 1998) | 2-11 |
| Foto 2.7. Almacenamiento de variedades en vara larga (Mejoramiento de Yuca. CIAT) | 2-11 |
| Foto 2.8. Desinfección de estacas (Patología de Yuca, CIAT, 1998) | 2-11 |
| Foto 2.9. Preparación tradicional del terreno para siembra de yuca en el departamento del Quindío | 2-16 |
| Foto 2.10. Siembra de estaca de yuca variedad Chirosa en el departamento del Quindío. | 2-16 |
| Foto 2.11. Fertilización con gallinaza al momento de la siembra | 2-16 |
| Foto 2.12. Fertilización de una planta de yuca a los 45 días después de germinada | 2-16 |

INTRODUCCIÓN

La decisión de establecer un cultivo de yuca debe partir del conocimiento del mercado; en cuanto a variedades demandadas por los consumidores, calidades, presentación, empaques, cantidades, frecuencia de pedidos, comportamiento de precios en los últimos dos o tres años.

La información anterior le permite decidir las variedades a sembrar, las áreas, y con base en un presupuesto analizar la factibilidad de sembrar yuca.

Una vez se ha decidido establecer un cultivo de yuca debe obtener información técnica sobre la calidad de la semilla y las diferentes labores a realizar a fin de garantizar un inicio con criterios de calidad.

2.1. ESTABLECIMIENTO DE UN CULTIVO DE YUCA

2.1.1. Selección del lote de siembra

Para la siembra de un cultivo de yuca es muy importante tener en cuenta los siguientes parámetros de selección:

- El lote no debe tener zonas de encharcamiento. Si tiene este problema deben realizarse obras de drenaje y manejo de aguas.
- Lotes con suelos preferiblemente francos o franco arenosos. Si son franco arcillosos o arcillosos que tiendan a encharcarse, se debe tener en cuenta el manejo de aguas y elección de variedades que no sean altamente susceptibles a pudriciones.
- Tener un análisis previo de las condiciones del suelo, evitando los que tengan horizontes compactados. En el análisis químico es importante para yuca contenidos medios de K, P, N, Mg y Ca.
- Saber la historia del uso del lote, evitar sembrar un nuevo ciclo de yuca en lugares donde el ciclo anterior ha tenido problemas graves de chinche y de pudriciones.
- Evitar lotes que vengan de maíz o gramíneas donde se presenten altas poblaciones del chinche de la viruela.
- No sembrar en lotes procedentes de piña y solanáceas que hayan sido atacados por *Phytophthora*.
- En el manejo de cultivos asociados deben tenerse en cuenta mayores distancias de siembra y un manejo alterno de los otros cultivos; principalmente evitar la mancha de hierro en café.
- No sembrar en lotes donde se han erradicado recientemente plantas forestales, o donde se encuentren residuos de éstas para evitar la diseminación de *Rosellinia* sp. Evitar lotes de soca con árboles forestales.

- Tener en cuenta las disposiciones reglamentarias de las Corporación Autónoma Regional del Quindío (CRQ) si el cultivo se va a establecer en este departamento.
- Se debe tener en cuenta el manejo adecuado de zonas de ladera, con todas las disposiciones técnicas para evitar la erosión.

2.2. MANEJO DEL MATERIAL DE SIEMBRA

El primer paso para garantizar un buen cultivo de yuca es tener una semilla de excelente calidad y que el manejo de las estacas antes de la siembra sea el más adecuado. Para esto es necesario seguir los siguientes pasos:

2.2.1. Selección del cultivo de procedencia

Las estacas para la siembra se preparan a partir de las ramas (tallos) que fueron almacenadas previamente, o de ramas obtenidas directamente de una plantación. Durante esta operación es importante hacer una cuidadosa selección y descartar todas aquellas ramas que presenten síntomas visibles de enfermedades, plagas, o de ambas, las cuales pueden ser transmitidas por medio de las estacas a la nueva plantación.

A partir del cuarto mes de edad del cultivo se debe inspeccionar periódicamente el área donde se seleccionarán plantas que garanticen ramas sin problemas fitosanitarios; posiblemente éstos no podrán ser detectados en el momento del corte de las ramas, ya que los síntomas de algunas enfermedades se enmascaran cuando pasa la época de lluvias o cuando las condiciones ambientales son favorables a esas enfermedades.

Al inspeccionar el cultivo se deben retirar y destruir las plantas que presenten síntomas de enfermedades o ataques de plagas. Se requiere la inspección de las áreas cultivadas; es importante elegir los mejores cultivos de yuca sin mezcla de variedades, que sean uniformes en cuanto a la edad, al grado de madurez y al vigor, y que no hayan sufrido daños mecánicos.



Foto 2.1. Selección tradicional de la semilla de yuca.



Foto 2.2. Selección de las plantas más vigorosas y de mejor producción para ser usadas como semilla de yuca.

2.2.2. Variedades

Se han observado grandes diferencias entre las variedades de yuca en cuanto a la capacidad de enraizamiento de las estacas y germinación de las yemas, número de nudos por metro longitudinal de tallo y vigor de las plantas que originan. La diferencia entre variedades en lo que respecta a la germinación de las yemas posiblemente se debe a que algunas variedades tienen las yemas más protegidas que otras. Las diferencias entre variedades se acentúan con el tiempo de almacenamiento de las estacas; a medida que aumenta el período de almacenamiento se incrementan las diferencias. Por consiguiente, se reco-

mienda usar variedades con un alto poder de enraizamiento y germinación, lo cual puede determinarse fácilmente mediante el cálculo del porcentaje de plantas por estacas sembradas por variedad después de un período corto de almacenamiento de, por ejemplo, 15 días.

Lo más importante en la selección de la variedad a sembrar es conocer el mercado al que se va a dirigir la producción, teniendo en cuenta los requerimientos mínimos a cumplir y si los clones que ofrecen estas características son adaptados a la región.

Tradicionalmente para consumo en fresco se requieren variedades tipo chirosa tanto en la presentación externa, color de la corteza y de la pulpa, como en su calidad culinaria. Por consiguiente, es indispensable conocer la variedad tanto en su presentación de arquitectura de planta como en la calidad del producto y la productividad.

En la región cafetera para manejo agroindustrial de productos para consumo humano se tienen en cuenta variedades con altos contenidos de materia seca y de buena palatabilidad que ofrezcan todas las características para la industrialización.

2.2.3. Edad de la planta

Para obtener estacas de buena calidad deben seleccionarse plantas maduras (es decir, que tengan entre 8 y 18 meses de edad). Aunque las estacas obtenidas de plantas jóvenes poco lignificadas germinan, éstas son sumamente susceptibles al ataque por agentes patógenos e insectos. Además, dichas estacas no se pueden almacenar por mucho tiempo debido a que se deshidratan rápidamente. Por otra parte, su succulencia facilita el que muchas especies de microorganismos (bacterias y hongos) las infecten y les causen pudriciones severas al poco tiempo de haber sido sembradas.

Los tallos de la planta de yuca se dividen en tres partes: basal, media y terminal. Las partes más apropiadas del tallo para seleccionar las ramas son la basal y la media, porque en ellas hay mayor acumulación de sustancias de reserva, y por su madurez fisiológica.

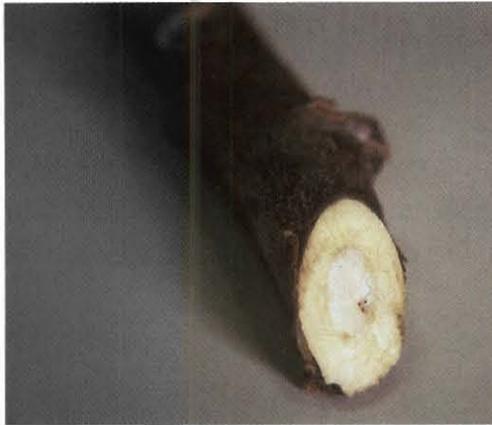


Foto 2.3. Relación de diámetro del tallo con el diámetro de la médula en estacas para la siembra.



Foto 2.4. Corte de varas largas para almacenar.



Foto 2.5. Corte de estacas para siembra [Patología de yuca CIAT 1999].



Foto 2.6. Tamaño de estacas y número de nudos (Foto CIAT, 1998).



Foto 2.7. Almacenamiento de variedades en vara larga (Fernando Calle, Mejoramiento de Yuca. CIAT-1999).



Foto 2.8. Desinfección de estacas (Patología de Yuca, CIAT, 1998).

2.2.4. Relación de diámetro de tallo a diámetro de médula

A medida que la planta se desarrolla, se producen cambios en la relación leño/médula. Una manera práctica de reconocer la madurez fisiológica del tallo es verificar esta relación en un corte transversal del mismo. Si el diámetro de la médula es igual o menor que la mitad del diámetro del tallo, éste resulta apropiado para la siembra.

2.2.5. Corte (poda)

Para hacer el corte (poda) de las ramas es necesario utilizar machetes afilados cuya hoja no sea inferior a 50 cm de largo. Estos permitirán hacer un corte limpio de las ramas en forma de bisel y con un solo golpe de machete, sin ocasionar daño mecánico al leño del tallo.

En variedades muy ramificadas se recomienda dejar en el tallo cortado la mayor cantidad posible de ramas, eliminando solamente las que dificulten el almacenamiento de los tallos.

2.2.6. Preparación y transporte de las ramas para su almacenamiento

Después de la poda se hacen los atados, teniendo cuidado de acomodar las ramas sin dejar espacios vacíos; se empareja la base de los atados, que pueden contener hasta 50 ramas. Esta práctica facilita su transporte y permite conservar la integridad de las ramas.

En el transporte de los atados de ramas del lote al sitio de almacenamiento es importante evitar los daños mecánicos, principalmente en su carga y descarga, porque las yemas se desprenden con facilidad y esto disminuye la calidad y germinación de las estacas

2.2.7. Viabilidad

Antes de hacer la preparación de las estacas, principalmente las de aquellas ramas que fueron almacenadas por un determinado período, es necesario hacerles la prueba de viabilidad; esta consiste en efectuar un corte superficial de la corteza del tallo. Si de este corte fluye látex inmediatamente, significa que la rama tiene humedad y capacidad de brotación. Si el látex no sale o demora en salir, el material debe ser descartado porque no es viable.

2.2.8. Limpieza de ramas y corte de estacas

Antes de hacer el corte de las estacas se deben limpiar las ramas eliminando la punta de la base, el tercio superior, y las partes secas o afectadas por enfermedades, plagas o con daños mecánicos.

El corte se puede realizar manualmente, utilizando un machete de buen filo, o en forma mecánica mediante una sierra circular.

En el primer caso, el corte se debe practicar en el aire y se hará tan uniforme como sea posible, evitando causar daños a la corteza y al leño durante la operación. La técnica consiste en realizar el corte en dos etapas: un primer golpe leve, y luego se hace girar la rama 180°, para aplicar otro golpe más fuerte, desprendiendo inmediatamente las estacas.

No se recomienda realizar el corte apoyando la rama sobre cualquier soporte, ya que esto ocasionaría daños mecánicos.

Cualquiera que sea el método utilizado, el corte se debe hacer en forma transversal para conseguir una buena distribución de las raíces. Siguiendo estas recomendaciones se podrán obtener de 2.000 a 2.500 estacas a partir de 1 m³ de ramas.

2.2.9. Tamaño y número de los nudos en las estacas

El tamaño de las estacas es un factor muy importante porque está directamente relacionado con la cantidad de sustancias de reserva necesarias para una

buena brotación y para el vigor inicial. Estacas de tamaño pequeño (menores de 10 cm) tienen poca probabilidad de brotación en condiciones de campo, principalmente cuando la humedad del suelo es baja, ya que su deshidratación será muy rápida. Por otro lado, las estacas muy largas (mayores de 30 cm), aunque tienen mayor capacidad de enraizamiento y brotación, son de difícil manipuleo, reducen la tasa de multiplicación de las plantas, y tienen mayor posibilidad de estar afectadas por plagas o enfermedades.

En general, el tamaño de las estacas puede variar de 15 a 20 cm conforme a algunas características de la variedad, principalmente la distancia entre los nudos.

El número de nudos de una estaca depende de la variedad empleada. Estacas con pocos nudos (1 a 3) tienen menor posibilidad de brotación y enraizamiento. Por lo tanto, se recomienda sembrar estacas con cinco nudos sanos, como mínimo.

2.2.10. Almacenamiento de ramas

Si las ramas cortadas (podadas) no son utilizadas inmediatamente para la siembra, deben ser almacenadas por algún tiempo para que no se reduzca, o pierda totalmente, su viabilidad.

En zonas con inviernos rigurosos las ramas deben ser almacenadas en condiciones que aseguren su conservación. El sitio destinado al almacenamiento debe estar ubicado en un lugar alto, seco y de difícil encharcamiento. Las ramas podrán acomodarse sueltas o en atados.

Debajo de los árboles. Se prefiere emplear árboles de copa grande. Debajo de éstos se eliminan las malezas y se remueve el suelo hasta una profundidad de 5 a 10 cm, para que la base de las ramas de yuca tenga contacto con el suelo.

2.2.11. Desinfección de las estacas

Las estacas cortadas para la siembra se deben desinfectar usando un fungicida y un insecticida. Generalmente se usa un fertilizante con contenidos de zinc

para incentivar la germinación de las yemas. Esta práctica tiene como objetivo eliminar los patógenos e insectos que se encuentren en el material de siembra y evitar ataques tempranos de hongos del suelo y de insectos que ataquen las estacas como las chizas y los cortadores de brotes.

2.3. PRÁCTICAS DE ESTABLECIMIENTO

2.3.1. Preparación del terreno

El manejo del suelo va muy ligado con la zona donde se va a establecer el cultivo. En los departamentos de Quindío y Risaralda y en el norte del Valle se aconseja el uso de ahoyado, o sea, repicar en el sitio en un cuadro de 40 x 40 cm con una profundidad de 15 cm, lo que garantiza una capa superficial suelta para asegurar la facilidad de establecimiento de la estaca en los primeros días del cultivo; además, para facilitar el uso de herbicidas preemergentes.

En las zonas planas donde se puede realizar laboreo mecánico, se recomienda el uso de arado de cincel, uno o dos pases de rastrillo para garantizar el establecimiento del cultivo. Se recomienda evitar el caballoneo.

2.3.2. Siembra

En la yuca se debe escoger una población óptima de plantas que garantice un buen desarrollo del cultivo y por tanto una buena producción. Esta población depende de la variedad que se siembre, de las condiciones edáficas del lote, sistema de cultivo y el tipo de mercado.

Para cultivos de variedades que van para consumo en fresco tradicional se recomienda una distancia de siembra entre 1.0 x 1.0 m y 1.10 x 1.10 m en monocultivos y suelos de buena fertilidad. Para cultivos asociados o en suelos pobres se recomienda aumentar las distancias de siembra hasta 1.1 x 1.3 m.

En los cultivos industriales para almidón y agroindustrias para consumo humano se recomiendan distancias de 1.0 x 1.0 m, dependiendo de la variedad.

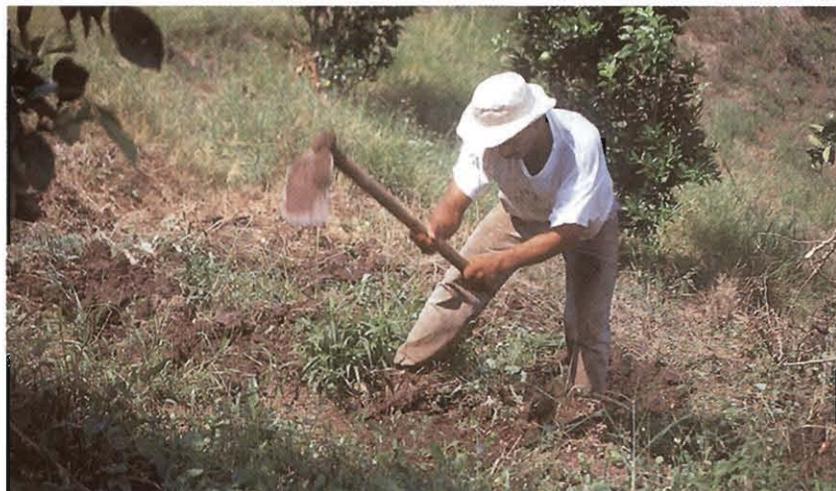


Foto 2.9. Preparación tradicional del terreno para siembra de yuca en el departamento del Quindío.

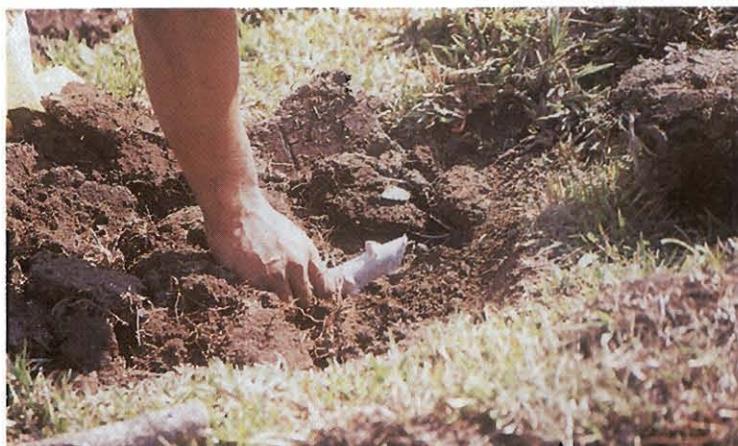


Foto 2.10. Siembra de estaca de yuca variedad Chirrosa en el departamento del Quindío.



Foto 2.11. Fertilización con gallinaza al momento de la siembra.



Foto 2.12. Fertilización de una planta de yuca a los 45 días después de germinada.

La posición de la estaca en el momento de la siembra es determinante para la calidad del producto que se va a trabajar y el mercado donde se va a comercializar.

Las estacas sembradas horizontalmente presentan una producción en los extremos, con yucas de pedúnculo grueso y poca profundidad, fáciles de arrancar. Cuando una estaca se siembra horizontalmente se recomienda que se deje a una profundidad de 5 cm.

La siembra inclinada se recomienda para zonas de ladera donde se debe tener en cuenta la profundización de las raíces para evitar erosión.

Las estacas sembradas verticalmente garantizan una distribución radial de las yucas con un pedúnculo largo y mayor profundización, ideal para yucas que van a ser parafinadas o presentadas en supermercados. Es recomendable que se utilice en zonas planas para evitar mayor rodamiento del suelo en la época de cosecha.

2.3.3. Abonamiento y fertilización

La yuca es un cultivo rústico con excelente adaptación a suelos ácidos, con buena respuesta a la aplicación de fertilizantes y es gran extractor de nutrientes del suelo, por lo cual causa empobrecimiento del mismo cuando no se realiza una fertilización adecuada.

En la yuca es recomendable, por sus altos requerimientos de N, P y K (5, 1 y 6 kg/t de yuca respectivamente), usar abonos orgánicos que garanticen un suministro lento y constante de estos nutrimentos y que además ayuden a conservar y mejorar las condiciones físicas y estructurales del suelo.

La primera fertilización edáfica en el cultivo se debe realizar entre los 30 y 45 días después de germinación (días promedio de emergencia de brotes), garantizando una cantidad de elementos mayores y menores que compensen las necesidades del cultivo según la producción esperada en el lote, teniendo en cuenta el análisis de suelo y la variedad utilizada.

2.3.4. Manejo de malezas

En los primeros tres meses del cultivo se debe garantizar la mínima competencia por luz y nutrientes. Para este efecto es necesario hacer un control de malezas donde se tenga en cuenta que no se debe dejar totalmente limpio el lote para evitar daños por escorrentía.

El manejo de malezas recomendado es el uso de un preemergente al momento de la siembra y desyerba manuales en el plato y guachapeo o uso de guadaña en las calles. Para la segunda desyerba se ha comprobado que el uso de herbicidas como el glifosato con boquillas marcadoras en las calles es de buenos resultados, acompañado de la disminución de los costos.

El manejo de malezas va muy ligado con el crecimiento y el vigor del cultivo, por lo tanto junto con las limpiezas se deben hacer las respectivas fertilizaciones que garanticen el crecimiento vigoroso del cultivo para que éste cierre o no deje entrar luz solar a las malezas alrededor de los 3 a 4 meses después de la germinación.

RESUMEN DEL CAPÍTULO 2

En el cultivo de yuca el establecimiento es determinante en la calidad y cantidad de producción que se obtiene. Por tanto la selección del material de siembra y del lote de establecimiento, teniendo en cuenta el historial del lote donde se desarrollará el cultivo y del cultivo de donde se obtendrá el material, son de suma importancia y determinarán qué problemas replicará usted en su nueva siembra.

Conocer el origen de las estacas y controlar su corte y selección brindan la garantía de evitar el transporte de plagas y enfermedades que aumentan los costos y disminuyen la calidad del producto final; el tener la certeza de la variedad a sembrar ayudará a definir el mercado objetivo.

El lote para el establecimiento del cultivo debe cumplir los requerimientos mínimos para su sostenimiento; es necesario tener en cuenta la pendiente para

tomar medidas de control de erosión o evitar la siembra en lotes muy inclinados. El historial del lote y el análisis de suelos son herramientas valiosas para evitar gastos innecesarios en control de malezas, plagas y enfermedades que se pueden prevenir o monitorear con mayor atención.

La calidad del producto depende de un plan de manejo acorde con el mercado objetivo, teniendo en cuenta que el establecimiento es la labor más importante para determinar el tamaño final de la raíz, condiciones de apariencia y ataques de insectos, como el chinche de la viruela, y enfermedades como bacteriosis y cuero de sapo.

Práctica 2.1. Selección del material de siembra y del lote para el establecimiento del cultivo

Objetivos

Una vez ejecutada esta práctica, los participantes estarán en capacidad de:

- Identificar el material de siembra de la variedad seleccionada realizando todas las prácticas de manejo.
- Seleccionar el terreno, teniendo en cuenta todos los parámetros de evaluación.
- Establecer el cultivo teniendo en cuenta las recomendaciones de manejo de la semilla.

Recursos necesarios

Para llevar a cabo esta práctica se requiere:

- Lote(s) para ser evaluado(s) con el fin de establecer yuca.
- Lotes en cosecha donde se puedan proveer de material de siembra y conocer todos los registros de manejo.
- Historial del lote donde se va a establecer el cultivo.
- Análisis de suelo del lote seleccionado.
- Machete, caneca, agroquímicos para desinfección, micorrizas, abono orgánico.
- Material de siembra sin seleccionar.
- Hojas de trabajo para realizar el plan de trabajo y seguimiento.

Orientaciones para el instructor

- Explique claramente los objetivos de la práctica.
- Divida el grupo en tres subgrupos.
- Explique cómo se seleccionan el lote y el material de siembra a utilizar, basado en los contenidos del capítulo. Tenga en cuenta las necesidades del auditorio para enriquecer la práctica.
- Cada subgrupo nombrará un relator.
- Las dos horas de práctica serán para subsanar todas las dudas de los participantes, con el fin de que tengan clara su tarea para el seguimiento.
- Cada subgrupo dispondrá de los recursos necesarios para ejecutar la práctica.

- Se programará con la persona de seguimiento el día de selección del lote y de la semilla de cada subgrupo.
- En la clase siguiente el relator presentará el trabajo de cada subgrupo y la persona de seguimiento realizará aclaraciones.
- Presente la información de retorno.
- Para el trabajo de seguimiento, en el próximo capítulo los participantes deben tener claras sus razones de la selección de la fertilización inicial y presentar el análisis de suelos del lote seleccionado.

Tiempo sugerido para la práctica inicial: 2 horas

Tiempo sugerido para la presentación de resultados: 1 hora

Instrucciones para el participante

Todos los subgrupos realizarán la práctica basados en las siguientes instrucciones:

- Seleccionarán el material de siembra con todas las especificaciones aprendidas en clase.
- Programarán con la persona encargada del seguimiento las fechas de realización de la práctica por grupo.
- El relator es el responsable de velar por que los integrantes de su subgrupo realicen todas las actividades.
- El relator se encargará de presentar todas las actividades realizadas en sus lotes de siembra adjuntando al trabajo un informe muy claro de costos de establecimiento.

Práctica 2.1. Selección del material de siembra y del lote para el establecimiento del cultivo

Grupo No.: _____ Fecha: _____

Relator: _____

Persona de seguimiento: _____

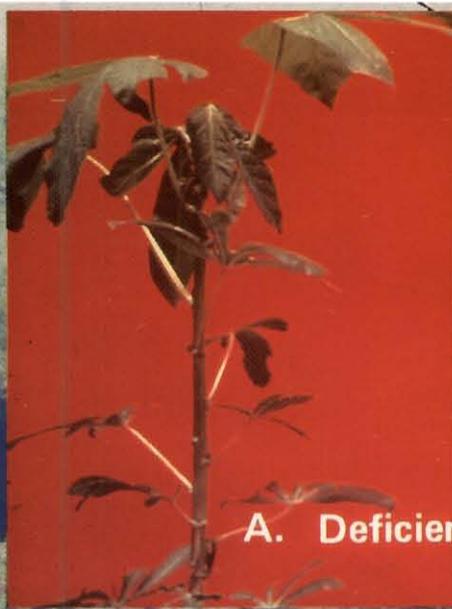
Tabla de Resultados

| Control de actividades | Sí | No | Observaciones |
|---|----|----|---------------|
| Selección del material de siembra por: <ul style="list-style-type: none"> • Calidad de producción • Selección por sanidad • Selección por variedad única • Estudio del historial del lote • Decisiones de control preventivo • Desinfección de estacas • Abono orgánico teniendo en cuenta el análisis • Manejo del suelo según la pendiente • Siembra según el mercado objetivo • Densidad de siembra según variedad | | | |

- Cada relator de grupo expone ante la audiencia los resultados obtenidos durante la práctica.
- El instructor hace la síntesis de los resultados obtenidos por los grupos.
- La síntesis de la información obtenida permite la discusión y revisión de las actividades realizadas en la práctica.
- Se hacen en grupo las recomendaciones que se tendrán en cuenta para realizar prácticas adecuadas para el establecimiento del cultivo.
- El instructor resuelve los interrogantes de la audiencia, orienta las discusiones y con el grupo hace énfasis en las conclusiones y recomendaciones más importantes de la práctica.

BIBLIOGRAFÍA

- Castro, A.; Toro, J.C. y Celis, E. 1976. Métodos de siembra y cuidado inicial de la yuca. En Curso sobre Producción de Yuca. Cali, Colombia, CIAT. pp. 217-224.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1977. Cassava Production Systems Program. In Annual Report 1976. Cali, Colombia. pp. B1-B76
- _____, 1982. Yuca, Investigación, Producción y Utilización. Cali, Colombia CIAT. pp. 367-490.
- Jaramillo, G. 1998. Prácticas agronómicas recomendadas en la siembra de yuca con énfasis para las condiciones nortecaucanas. CIAT. 46p (sin editar).
- Toro, J.C.; Castro, A. y Celis, E. 1976. Selección y preparación del material para la siembra de yuca. En Curso sobre la producción de yuca. Cali, Colombia. CIAT. pp.197-204.



A. Deficiencia de boro (B)



CAPÍTULO 3

Nutrición de la yuca y manejo de suelos

FLUJOGRAMA PARA EL ESTUDIO DEL CAPÍTULO 3

Nutrición de la yuca y manejo de suelos

Objetivos

General

- Conocer los requerimientos nutricionales para el cultivo de la yuca, con el fin de realizar un adecuado manejo del suelo y establecer un programa de nutrición.

Específicos

- Identificar las principales características de los suelos que inciden en el cultivo.
- Conocer los principales requerimientos nutricionales del cultivo.
- Aplicar los conocimientos del ciclo del cultivo y sus requerimientos para mejorar la producción.
- Aplicar abonos orgánicos.
- Mejorar el uso de suelos de ladera para evitar un impacto ambiental negativo.

Contenido

Introducción

- 3.1. **Conceptos básicos de suelos y su relación con el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz).**
 - 3.2. **Desórdenes nutricionales del cultivo.**
 - 3.3. **Evaluación de la fertilidad de los suelos y el estado nutricional de los cultivos.**
 - 3.4. **Manejo de suelos de ladera.**
- Bibliografía**

Resumen del capítulo

Ejercicio

- 3.1. **Elaborar el plan de manejo de la fertilización, basado en las recomendaciones del asistente técnico.**

CONTENIDO

| | Página |
|---|--------|
| Flujograma para el estudio del Capítulo 3 | 3-3 |
| Introducción | 3-7 |
| 3.1. Conceptos básicos de suelos y su relación con el cultivo de la yuca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz) | 3-8 |
| 3.1.1. El suelo y su productividad | 3-8 |
| 3.1.2. Definición desde el punto de vista agrícola | 3-8 |
| • Fase sólida del suelo | 3-8 |
| • Fase solución del suelo | 3-9 |
| • Fase intercambiable del suelo | 3-9 |
| • Fase raíz y parte aérea de la planta | 3-10 |
| Absorción | 3-10 |
| 3.1.3. pH del suelo como factor de disponibilidad de nutrimentos | 3-12 |
| 3.1.4. Presencia de otros iones | 3-12 |
| 3.1.5. Presencia de micorrizas | 3-13 |
| 3.1.6. Extracción en la cosecha final | 3-14 |
| 3.2. Desórdenes nutricionales del cultivo | 3-15 |
| 3.2.1. Movilidad de los nutrimentos en el floema | 3-15 |
| 3.2.2. Funciones de los nutrimentos en la planta | 3-16 |
| 3.2.3. Deficiencias y toxicidades en el cultivo de yuca | 3-16 |
| 3.2.3.1. Deficiencia de nitrógeno | 3-17 |
| 3.2.3.2. Deficiencia de fósforo | 3-17 |
| 3.2.3.3. Deficiencia de potasio | 3-17 |
| 3.2.3.4. Deficiencia de calcio | 3-18 |
| 3.2.3.5. Deficiencia de magnesio | 3-19 |
| 3.2.3.6. Deficiencia de azufre | 3-19 |
| 3.2.3.7. Deficiencia de boro | 3-19 |
| 3.2.3.8. Deficiencia de hierro | 3-20 |
| 3.2.3.9. Deficiencia de manganeso | 3-20 |
| 3.2.3.10. Deficiencia severa de clorosis en el ápice vegetativo | 3-20 |
| 3.2.3.11. Toxicidad por aluminio | 3-20 |
| 3.2.3.12. Toxicidad por boro | 3-20 |
| 3.2.3.13. Toxicidad por manganeso | 3-20 |

| | Página |
|---|---------------|
| 3.3. Evaluación de la fertilidad de los suelos y el estado nutricional de los cultivos | 3-22 |
| 3.3.1. Análisis químico de suelos | 3-23 |
| 3.3.2. Niveles críticos de parámetros del suelo para el cultivo de la yuca | 3-23 |
| 3.3.3. Recomendación de fertilizantes y/o enmiendas | 3-24 |
| 3.3.4. Requerimientos nutricionales del cultivo de la yuca | 3-25 |
| 3.3.5. Disponibilidad de nutrimentos en el suelo | 3-26 |
| 3.4. Manejo de suelos de ladera | 3-31 |
| Resumen del Capítulo 3 | 3-34 |
| Ejercicio 3.1. | 3-35 |
| Bibliografía | 3-38 |

LISTADO DE FIGURAS

| | |
|--|------|
| Figura 3.1. Componentes del sistema Suelo-Planta. Dinámica de los nutrimentos. Adaptado de Guerrero (1980). | 3-11 |
|--|------|

LISTADO DE FOTOS

| | |
|---|------|
| Foto 3.1. Clorosis por deficiencia de nitrógeno (Problemas en el cultivo de la yuca. CIAT, 1981) | 3-18 |
| Foto 3.2. Deficiencia de fósforo (Problemas en el cultivo de la yuca. CIAT, 1981) | 3-18 |
| Foto 3.3. Derecha: Deficiencia severa de potasio. Izquierda: Detalle de la necrosis de los ápices y márgenes de las hojas (Problemas en el cultivo de la yuca. CIAT, 1981) | 3-18 |
| Foto 3.4. Derecha: Deformación de las hojas superiores por deficiencia de calcio. Izquierda: Deficiencia severa de calcio en plantas jóvenes (Problemas en el cultivo de la yuca. CIAT, 1981) | 3-19 |
| Foto 3.5. Clorosis intervenal en las hojas bajas por deficiencia de magnesio (Problemas en el cultivo de la yuca. CIAT 1981) | 3-19 |
| Foto 3.6. Derecha: Manchas de color púrpura gris en las hojas extendidas. Izquierda: Exudado en el tallo por deficiencia de B. (Problemas en el cultivo de la yuca. CIAT 1981) | 3-21 |
| Foto 3.7. Derecha: Manchas intervenales amarillas y blancas | |

| | Página |
|--|---------------|
| en las hojas jóvenes. Izquierda: Deficiencia severa, clorosis en el ápice vegetativo (Problemas en el cultivo de la yuca. CIAT 1981) | 3-21 |
| Foto 3.8. Terreno preparado para la siembra de yuca en las laderas del departamento del Quindío | 3-32 |
| LISTADO DE TABLAS | |
| Tabla 3.1. Efecto combinado de micorrizas y N, P y K sobre la producción del clon de yuca Señorita (MCUB 74) en condiciones de campo en suelos de Cuba (Inivit, Cuba, 1999) | 3-13 |
| Tabla 3.2. Efectividad de diferentes especies de hongos de Micorriza Vesículo Arbuscular (MVA) en el cultivo de la yuca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz). | 3-14 |
| Tabla 3.3. Extracción media de nutrientes por tonelada de raíces cosechadas de yuca (planta total) | 3-14 |
| Tabla 3.4. Movilidad de los diferentes elementos en el floema | 3-16 |
| Tabla 3.5. Ejemplo de la interpretación de un análisis de suelos. Cadavid (2000) | 3.24 |
| Tabla 3.6. Requerimientos nutricionales del cultivo de la yuca. Kilogramo del elemento para producir una tonelada de yuca | 3-25 |
| Tabla 3.7. Producción promedio y ponderada de la variedad tipo "chirosa" en t/ha | 3-25 |
| Tabla 3.8. Factores de conversión de la expresión en base óxido a la expresión en base elemental y viceversa | 3-30 |

INTRODUCCIÓN

Generalmente se estudia el suelo como un “ente” en el cual crecen y se desarrollan las plantas. Este debe tenerse en cuenta como un sistema dinámico que hay que observar y manejar desde el punto de vista de su fertilidad y productividad.

Al considerar la nutrición de un cultivo determinado, específicamente yuca, se debe tener en cuenta la relación suelo-planta-agua y no cada factor por separado ya que es necesario estudiarlo como un todo. Otro factor importante en la nutrición vegetal es la fertilización como herramienta de manejo, con el fin de recuperar, sostener y/o mantener la fertilidad del suelo y elevar la productividad de un cultivo. Por lo general, existe desconocimiento sobre una adecuada interpretación del análisis químico y físico del suelo, herramienta básica de diagnóstico para recomendar fertilizantes químicos u orgánicos.

Uno de los principales objetivos de este capítulo es describir los conceptos relacionados con la nutrición vegetal en el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz), algunos aspectos básicos del suelo y la correcta recomendación de fertilizantes como práctica de manejo con el fin de sostener y aumentar la fertilidad de los mismos y elevar la productividad del cultivo de la yuca.

3.1. CONCEPTOS BÁSICOS DE SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* Crantz)

3.1.1. El suelo y su productividad

El suelo es un sistema dinámico compuesto, en general, por cuatro fases: sólida, líquida, gaseosa y biológica. Un suelo arenoso presenta mayor contenido de macroporos, mayor aireación, menor retención de agua. En contraste, el suelo arcilloso tiene mayor cantidad de microporos, menor aireación y mayor retención de agua. El contenido de materia orgánica para el primer suelo es muy bajo y por ende su actividad microbiológica, mientras que para el segundo caso el contenido de ésta es mayor y la actividad de microorganismos más alta.

3.1.2. Definición desde el punto de vista agrícola

Con fines agrícolas, el suelo hay que estudiarlo desde dos puntos de vista: a) su fertilidad como tal, y b) la productividad del mismo. Pero para entender la productividad del suelo hay que estudiar la relación suelo-planta-agua. En estos términos, el suelo es un sistema dinámico conformado por cinco fases bien definidas y que interactúan entre sí: Fase sólida, Fase solución, Fase intercambiable, Fase raíz, Fase parte aérea de la planta (Guerrero, 1980, citado por Cadavid, 1994).

La Figura 1 muestra la dinámica de los nutrimentos en el sistema suelo-planta. Para mayor claridad del tema, se hace énfasis en las fases solución, intercambiable, raíz y parte aérea de la planta, por considerarlas básicas en la nutrición mineral del cultivo de la yuca.

• Fase sólida del suelo

La base de esta fase es el material parental constituido por diferentes rocas (ígneas, sedimentarias, metamórficas). Estas, mediante los procesos de meteorización, aportan materiales sólidos orgánicos e inorgánicos para formar los suelos. Estos sólidos de por sí son insolubles y las plantas no pueden to-

mar nutrientes de ellos mientras no sufran transformaciones físicas, químicas y biológicas. Estos materiales presentan procesos de solubilización (sólidos inorgánicos) y mineralización (sólidos orgánicos) y como resultado hay un aporte de nutrimentos al suelo (iones libres) y éstos sí pueden ser tomados fácilmente por las plantas. Cuando esto sucede, estamos entrando en la fase 2 o de solución del suelo (Cadavid, 2000).

• Fase solución del suelo

Está constituida por elementos o nutrientes (iones libres + agua) aportados por la fase sólida del suelo mediante los procesos de solubilización y mineralización. De esta etapa se nutre la planta y, a su vez, se agota muy rápido. Muchos de estos nutrimentos se pierden fácilmente por **lixiviación** (Ca, Mg, K, NO_3). También, se presentan otras pérdidas (irreversibles) por intermedio de los procesos de **fijación e inmovilización**. La fijación se presenta cuando los nutrimentos del suelo, especialmente N, P y K, entran a formar parte de compuestos insolubles y de difícil asimilación para las plantas. Radicales como NH_4 , H_2PO_4 y K se pierden en esta fase por medio de este proceso. Cuando esto sucede, con la participación de los microorganismos del suelo (hongos, bacterias, actinomicetos), se presenta la inmovilización de los materiales orgánicos, y el aporte de nutrimentos como N, P y S se reduce.

Cuando esta fase se agota por las pérdidas antes explicadas más la de los nutrimentos absorbidos por la planta y las pérdidas por erosión, se produce un reabastecimiento nutricional, en virtud del intercambio iónico, teniendo como fuente la fase intercambiable del suelo (Cadavid, 2000; Guerrero, 1980).

• Fase intercambiable del suelo

Esta fase está constituida por arcillas, materia orgánica, óxidos e hidróxidos de Fe y Al (coloides del suelo) cuyos constituyentes son los minerales primarios y sólidos orgánicos del suelo y son los responsables de la actividad química de los suelos. Esta fase está en continuo intercambio con la fase solución (intercambio iónico del suelo) y restituye los nutrimentos agotados por los procesos antes citados.

El intercambio iónico es un fenómeno basado en la presencia de cargas negativas en las arcillas y demás coloides en los suelos (Cassanova, 1996). Por intermedio de estas cargas, los iones que son liberados de minerales que han sido sometidos a procesos de meteorización o provenientes de compuestos orgánicos en descomposición, del agua de lluvia/riego y de los fertilizantes, pueden ser **adsorbidos** por las partículas del suelo y con esta condición son retenidos parcialmente. Sin embargo, en algunos casos esta retención no es tan grande como para impedir su intercambio con otros iones de la solución del suelo y ser **absorbidos** por el sistema radical de la planta.

Según Cassanova (1996), Thompson (1976) y Garavito (1983) los iones que son débilmente retenidos en la superficie de las partículas en contacto directo con la solución del suelo pueden ser rápidamente sustituidos en reacciones de intercambio. Estos iones se denominan **intercambiables**. Otros iones pueden ser adsorbidos con tal tenacidad o estar ubicados en posiciones poco accesibles que dificultan su liberación o ésta es muy lenta. Estos iones se denominan **no intercambiables**. El K es un ejemplo de esta última situación, retenido en forma interlaminar en la estructura cristalina de la **illita** y las **micas**.

• Fase raíz y parte aérea de la planta

Absorción

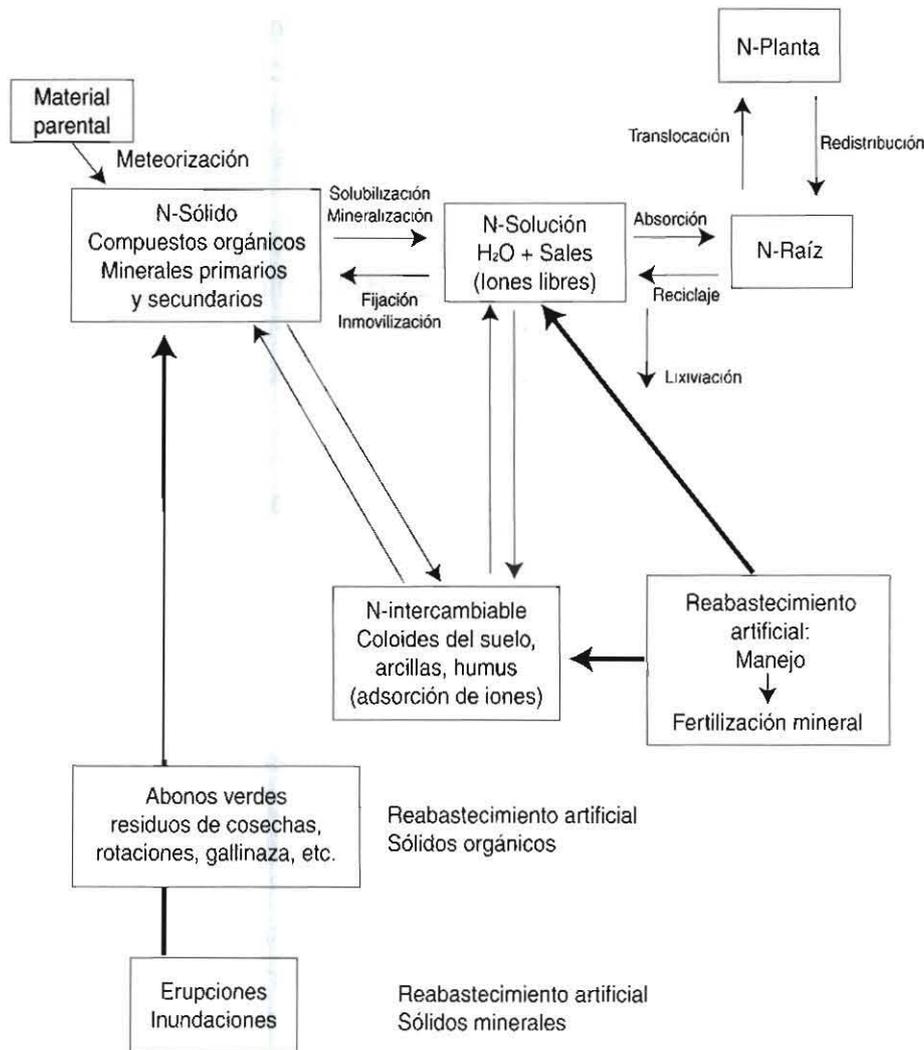
Los nutrimentos del suelo son constantemente removidos por la planta en crecimiento, mediante la absorción, siendo éste el proceso por el cual un elemento **N** pasa del sustrato (solución nutritiva) a una parte cualquiera de la célula en la raíz y luego es transportado vía xilema a los demás órganos de la planta (Malavolta et al., 1989).

N puede ser un elemento:

- **Esencial:** La planta no puede completar su ciclo vital normal en ausencia del elemento o que éste sea específico (Garcidueñas, 1993).
- **Benéfico:** Aumenta el crecimiento o la producción en situaciones particulares.
- **Tóxico:** Disminuye el crecimiento o la producción, llegando hasta la muerte de tejidos, órganos o la planta entera.

En términos prácticos, la planta puede absorber muy bien los elementos necesarios para su metabolismo a partir de concentraciones en el suelo relativamente bajas, pero lo importante es que este elemento siempre esté presente en la solución que circunda a las raíces (Calderón, 1991).

La absorción depende de varios factores (Malavolta et al., 1989; Calderón, 1991; Inpofos, 1993).



Fuente: Cadavid, F. (2000) *Nutrición del Cultivo de la Yuca*. Clayuca, 27p. (sin editar).

Figura 3.1. Componentes del sistema Suelo-Planta. Dinámica de los nutrientes. Adaptado de Guerrero (1980).

3.1.3. pH del suelo como factor de disponibilidad de nutrimentos

El pH del suelo es uno de los factores más importantes que influyen directamente sobre la solubilidad y disponibilidad de los elementos en el suelo. Cuando en el campo se observa un síntoma cualquiera, se debe medir el pH del suelo en el cual la planta está creciendo. A menudo este factor está estrechamente relacionado con las causas del síntoma. Cadavid (1980) reporta deficiencia de fósforo y bajos rendimientos en el cultivo de la yuca en Oxisoles, Ultisoles e Inceptisoles de Colombia (suelos con pH menor de 4.5) en donde el contenido de P aprovechable (método Bray II) está por debajo de 3.0 ppm (el nivel crítico para yuca es de 10 ppm). Este es un ejemplo claro de baja disponibilidad de un elemento relacionado con el pH del suelo.

En general, el proceso de absorción es más intenso en la franja de pH 6.0 a 6.5. A mayor acidez (valores muy bajos de pH) disminuye la disponibilidad de N, P, K, Ca, Mg, S, B y Mo y se incrementa la de Cu, Fe, Mn y Al. A valores altos de pH (alcalinidad) disminuye la disponibilidad de P, B, Cu, Fe, Mn, Zn, Al y se incrementa la de Mo, S y K.

Otros factores externos que inciden en la absorción son: aireación, temperatura del suelo, velocidad de absorción del elemento y presencia de otros iones.

3.1.4. Presencia de otros iones

La solución del suelo se compone, como ya se ha dicho, de una mezcla heterogénea de iones que incluye elementos esenciales, benéficos y/o tóxicos, y la velocidad de absorción de un elemento (aniones: $\text{NO}_3^- > \text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{H}_2\text{PO}_4^-$ - cationes: $\text{NH}_4^+ > \text{K}^+ > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{+2} > \text{Ca}^{+2}$) puede ser aumentada, disminuida o influenciada por la presencia de otro. Esto es lo que comúnmente llamamos relaciones de antagonismo, inhibición y sinergismo.

- Antagonismo: La presencia de un elemento disminuye la absorción de otro evitando así la toxicidad. Por ejemplo, el Ca^{+2} impide la absorción exagerada de Cu^{+2} o Al^{+3} .
- Inhibición: Disminución en la absorción de un elemento provocado por la

presencia de otro ión, ocasionando generalmente una deficiencia. Por ejemplo: K^+ vs. Ca^{+2} , Mg^{+2} ; Al^{+3} vs. $H_2PO_4^-$; Al^{+3} vs. Ca^{+2} , Mg^{+2} ; $H_2PO_4^-$ vs. Zn^{+2} ; Ca^{+2} vs. K^+ (en alta concentración); Ca^{+2} vs. Zn^{+2} . Cadavid (1977).

- Sinergismo: La presencia de un elemento dado aumenta la absorción de otro. Ca^{+2} en concentración baja aumenta la absorción de K^+ o de $H_2PO_4^-$; Mg^{+2} vs. $H_2PO_4^-$; $H_2PO_4^-$ vs. MoO_4^{-2} . Esta circunstancia puede ser consecuencia práctica en la fertilización ya que representa mayor economía y mejor aprovechamiento de los abonos minerales. En yuca, una aplicación de 500-1000 kg/ha de cal dolomítica puede aumentar la disponibilidad de P y la absorción del mismo debido al ión Mg^{+2} y Ca^{+2} en suelos ácidos tipo Oxisol.

3.1.5. Presencia de micorrizas

La micorriza es una asociación simbiótica de tipo mutualista que existe entre las raíces de algunas plantas y ciertos hongos del suelo. La planta recibe nutrientes a través del micelio del hongo y éste a su vez recibe de la planta carbohidratos (Cano, 1999; Sánchez, 1999).

La planta micorrizada, en este caso la yuca, aumenta la superficie de absorción de las raíces y, con ello, la absorción de iones en el suelo, particularmente fósforo (cuando la concentración de este elemento es baja en el suelo). Las tablas 3.1. y 3.2. muestran la acción de Micorriza Vesículo Arbuscular (MVA) en suelos de Cuba y de Colombia (Inivit, 1999; Sieverding, 1984).

Tabla 3.1. Efecto combinado de micorrizas y N, P y K sobre la producción del clon de yuca Señorita (MCUB 74) en condiciones de campo en suelos de Cuba (Inivit, Cuba, 1999).

| Raíces frescas | |
|----------------|-------------|
| Tratamiento | Tonelada/ha |
| Testigo | 42.3 |
| Micorrizas | 49.3 |
| Mic.+ 25% NPK | 50.4 |
| Mic.+ 50% NPK | 51.1 |
| Mic.+ 75% NPK | 51.4 |
| Mic.+ 100% NPK | 61.6 |
| 100% NPK | 52.0 |

Tabla 3.2. Efectividad de diferentes especies de hongos de Micorriza Vesículo Arbuscular (MVA) en el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz).

| Especie | Efectividad para | | | |
|---------------------------------|---------------------|----------------|--------------------|---|
| | Crecimiento de yuca | Absorción de P | Longitud de raíces | Capacidad para competir con otros microorganismos |
| <i>Glomus manihotis</i> | Alta | Alta | Media | Alta |
| <i>Entrophospora colombiana</i> | Alta | Alta | Alta | Poca |
| <i>Acaulospora mellea</i> | Media | Media | Alta | Media |

Fuente: Sieverding, E. (1984).

3.1.6. Extracción en la cosecha final

La yuca extrae grandes cantidades de nutrimentos del suelo, considerándose como una pérdida más. La Tabla 3.3. reseña la extracción media de nutrimentos (kg/ha) por tonelada de raíces frescas cosechadas. Es notoria la alta exportación de elementos como nitrógeno, potasio y calcio.

Tabla 3.3. Extracción media de nutrimentos por tonelada de raíces frescas cosechadas de yuca (planta total).

| N | P | K | Ca | Mg | S | Cultivar | Fuente |
|-------|------|------|------|------|------|------------|--------------------------|
| Kg/ha | | | | | | | |
| 4.91 | 1.08 | 5.83 | 1.83 | 0.79 | - | Varios | Howeler (1981) |
| 4.66 | 0.54 | 3.52 | 1.14 | 0.48 | 0.32 | M Col 22 | Howeler y Cadavid (1983) |
| 6.90 | 0.88 | 3.71 | 1.47 | 0.74 | 0.51 | CM 523-7 | Cadavid (1988) |
| 3.97 | 0.62 | 3.56 | 1.53 | 1.28 | - | M Col 1468 | Caicedo (1993) |
| 3.13 | 0.44 | 2.70 | 1.35 | 0.86 | - | | Caicedo (1993) |
| 3.89 | 0.60 | 2.76 | 1.09 | 0.78 | - | | Caicedo (1993) |
| 3.46 | 0.55 | 3.02 | 1.10 | 0.78 | - | | Caicedo (1993) |
| 4.42 | 0.67 | 3.58 | 1.36 | 0.82 | 0.42 | | Promedio varios autores |

Fuente: Cadavid (1995)

3.2. DESÓRDENES NUTRICIONALES DEL CULTIVO

La planta, de por sí, determina su estado de «salud». Cuando existe un estrés por escasez o exceso de agua, por deficiencia o toxicidad de un nutriente, por daño físico o mecánico en alguno de sus órganos, la planta manifiesta unos síntomas característicos, lo que indica que algo anda mal y esta condición de anomalía manifestada en uno o varios síntomas se convierte en una herramienta más para el diagnóstico.

En yuca, la ausencia muchas veces de síntomas claros de deficiencias de macronutrientes indica que los problemas nutricionales pueden pasarse por alto fácilmente (Howeler, 1981). En estos casos, es muy importante conocer el estado de disponibilidad de los nutrientes en el suelo y confirmarlo con el análisis de tejido vegetal y/o la respuesta de la planta a la fertilización. Otras veces se puede confundir el síntoma de un desorden nutricional con el de una enfermedad fungosa (necrosis causada por antracnosis); daño causado por trips con los síntomas de una deficiencia (deficiencia de zinc, por ejemplo); clorosis y necrosis causadas por herbicidas; clorosis causada por mal drenaje y/o exceso de agua (amarillamiento de las hojas).

3.2.1. Movilidad de los nutrientes en el floema

En la identificación de síntomas visuales de deficiencias nutricionales es muy importante tener en cuenta la movilidad de los nutrientes por el floema (Tabla 3.4.). Según Howeler (1981), Kramer (1989), Malavolta et al. (1989) y Calderón (1991), algunos iones se distribuyen más fácilmente que otros y pueden mostrar movilidad muy diferente dentro del floema. Según este criterio, se espera que en las plantas de yuca los primeros síntomas de deficiencia aparezcan en:

1. Hojas viejas (inferiores), elementos móviles. Estas hojas ceden sus elementos por translocación floemática a las hojas más jóvenes.
2. Partes jóvenes de la planta y hojas expandidas (hojas superiores, elementos de movilidad intermedia).
3. Hojas jóvenes (meristemáticas) y meristemas radiculares, elementos inmó-

viles. Los elementos presentes en las hojas viejas no se translocan a las hojas más jóvenes o tejidos nuevos.

3.2.2 Funciones de los nutrimentos en la planta

Las funciones de los diferentes elementos dentro de los procesos metabólicos de la planta se dividen en: estructurales y activadores de enzimas; los primeros, cuando hacen parte fundamental de las células y tejidos de la planta. Los esenciales son los elementos constituyentes de enzimas o grupos proteicos que hacen parte de los procesos metabólicos para el funcionamiento de la planta.

Los elementos activadores de enzimas son los que sin su presencia no se pueden activar pasos específicos de ciertos procesos metabólicos.

Tabla 3.4. Movilidad de los diferentes elementos en el floema.

| Móviles | Intermedios | No móviles |
|-----------|-------------|------------|
| Nitrógeno | Azufre | Calcio |
| Fósforo | Cobre | Boro |
| Potasio | Hierro | Estroncio |
| Magnesio | Manganeso | |
| Sodio | Zinc | |
| Cloro | | |
| Molibdeno | | |
| Rubidio | | |

3.2.3. Deficiencias y toxicidades en el cultivo de yuca

Una planta que presenta un síntoma cualquiera es una planta «enferma», y **enfermedad** es una actividad fisiológica perjudicial, causada por un **agente causal primario**, exhibido mediante una actividad anormal y expresada por condiciones patológicas características denominadas síntomas (Sánchez, 1968). Hay síntomas necróticos (manchas, quemazón, secamiento descen-

dente, cloranemia, chancros); hipoplásicos (clorosis, rosetas, etiolación, enanismo); hiperplásicos (absición, antosianescencia, enrollamiento).

Según Sánchez (1968), la composición química del suelo puede causar enfermedades **fisiogénicas** directamente o favorecer indirectamente el desarrollo de enfermedades **patogénicas** (causadas por organismos vivos como hongos, bacterias, nematodos). Un ejemplo se da en yuca que crece en suelos muy deficientes en potasio y en donde se pueden desarrollar la antracnosis o la phitophthora, enfermedades fungosas.

Howeler (1981) reseña un resumen de los principales síntomas de deficiencias y toxicidades en el cultivo de la yuca.

3.2.3.1. Deficiencia de nitrógeno

Crecimiento reducido de la planta; en algunos cultivares, amarillamiento uniforme de las hojas, el cual comienza con las hojas inferiores pero pronto se extiende a toda la planta.

3.2.3.2 Deficiencia de fósforo

Crecimiento reducido de la planta, lámina foliar y lóbulos reducidos, tallos delgados; en condiciones severas, amarillamiento de las hojas inferiores, las cuales se tornan flácidas y necróticas y caen fácilmente al suelo. Algunas veces se presentan colores rojizos.

3.2.3.3. Deficiencia de potasio

Crecimiento reducido de la planta, hojas pequeñas; en condiciones muy severas, manchas púrpuras, amarillamiento y necrosis de los ápices y márgenes de las hojas inferiores o intermedias; necrosis de los pecíolos o del tejido del tallo; grietas finas en el tallo; tallos rastreros.

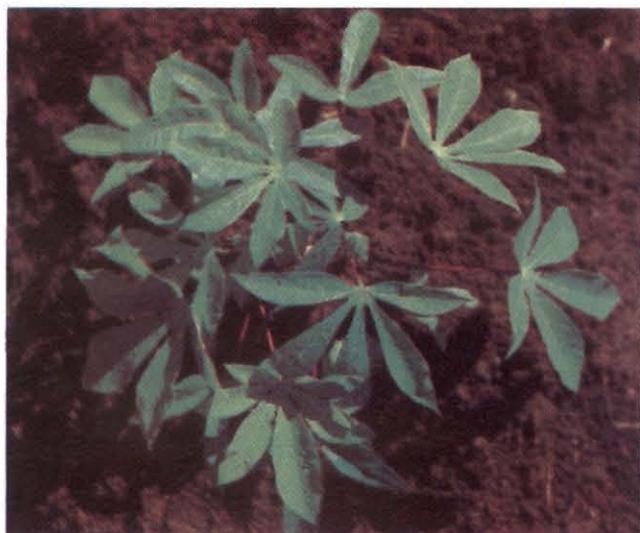


Foto 3.1. Clorosis por deficiencia de nitrógeno (Problemas en el cultivo de la yuca. CIAT, 1981).

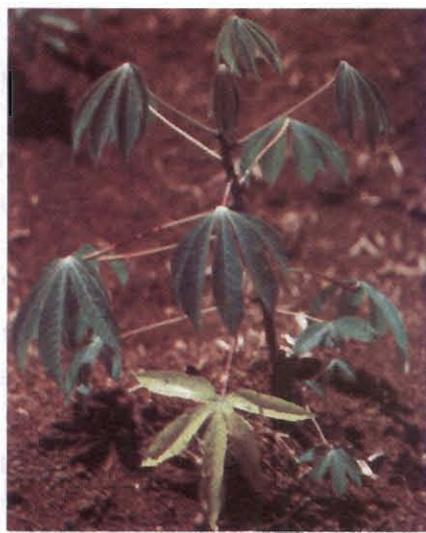


Foto 3.2. Deficiencia de fósforo (Problemas en el cultivo de la yuca. CIAT, 1981).



Foto 3.3. Derecha: Deficiencia severa de potasio. Izquierda: Detalle de la necrosis de los ápices y márgenes de las hojas (Problemas en el cultivo de la yuca. CIAT, 1981).

3.2.3.4. Deficiencia de calcio

Crecimiento reducido de la raíz; hojas superiores pequeñas y deformes.



Foto 3.4. Derecha: Deformación de las hojas superiores por deficiencia de calcio. Izquierda: Deficiencia severa de calcio en plantas jóvenes (Problemas en el cultivo de la yuca. CIAT, 1981).

3.2.3.5. Deficiencia de magnesio

Marcada clorosis intervenal en las hojas inferiores y parte intermedia de la planta; cierta reducción en la altura de la planta.

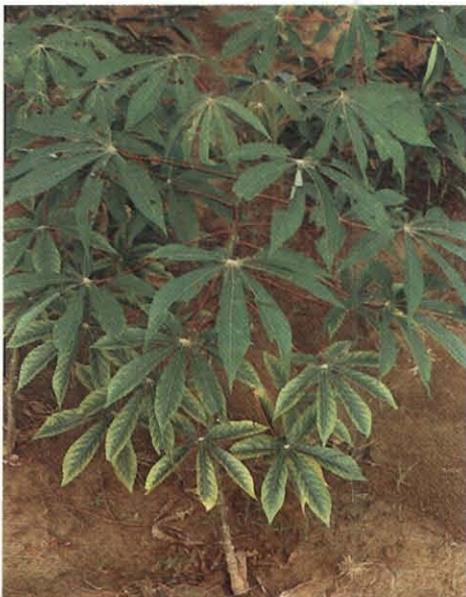


Foto 3.5. Clorosis intervenal en las hojas bajas por deficiencia de magnesio (Problemas en el cultivo de la yuca. CIAT, 1981).

3.2.3.6. Deficiencia de azufre

Amarillamiento uniforme de las hojas superiores; algunas veces se han observado síntomas similares en el resto de la planta.

3.2.3.7. Deficiencia de boro

Altura reducida de la planta, entrenudos y pecíolos cortos, hojas jóvenes pequeñas y deformes; manchas púrpura-gris en las hojas completamente extendidas; exudación pegajosa en el tallo y los pecíolos; reducción del desarrollo lateral de la raíz.

3.2.3.8. Deficiencia de hierro

Clorosis uniforme de las hojas superiores y de los pecíolos, los cuales se vuelven blancos en condiciones severas; crecimiento reducido de la planta; hojas jóvenes pequeñas pero no deformes.

3.2.3.9 Deficiencia de manganeso

Clorosis intervenal de las hojas superiores o intermedias; clorosis uniforme en condiciones severas; crecimiento reducido de la planta; hojas jóvenes pequeñas pero sin deformación.

3.2.3.10. Deficiencia severa de clorosis en el ápice vegetativo

Manchas intervenales amarillas o blancas en las hojas jóvenes, las cuales se estrechan y desarrollan clorosis en el ápice vegetativo en condiciones severas; manchas necróticas de las hojas inferiores; crecimiento reducido de la planta. Muchas veces se confunde con un ataque de trips.

3.2.3.11. Toxicidad por aluminio

Reducción de la altura de la planta y del crecimiento de la raíz; amarillamiento de las hojas viejas en condiciones severas.

3.2.3.12. Toxicidad por boro

Manchas necróticas en las hojas viejas, especialmente a lo largo de los márgenes foliares.

3.2.3.13. Toxicidad por manganeso

Amarillamiento de las hojas viejas con puntos de color púrpura-pardo o negruzco a lo largo de las nervaduras; las hojas se tornan flácidas y caen al suelo.

Cuando las fases solución e intercambiable del suelo se agotan por falta de nutrimentos debido a las constantes pérdidas, es necesario un reabastecimiento



Foto 3.6. Derecha: Manchas de color púrpura gris en las hojas extendidas. Izquierda: Exudado en el tallo por deficiencia de B (Problemas en el cultivo de la yuca. CIAT, 1981).



Foto 3.7. Derecha: Manchas intervenales amarillas y blancas en las hojas jóvenes. Izquierda: Deficiencia severa, clorosis en el ápice vegetativo (Problemas en el cultivo de la yuca. CIAT, 1981).

artificial de estas dos fases, como también de la fase N-Sólidos orgánicos del suelo y esto sólo se consigue mediante la fertilización química u orgánica. Se cumple la premisa de que:

DEFICIENCIA: Solubilización + Mineralización \leq Fijación + Inmovilización + Extracción + Pérdidas por lixiviación

3.3. EVALUACIÓN DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS Y EL ESTADO NUTRICIONAL DE LOS CULTIVOS

Cuando se piensa en fertilización es necesario acudir a un **diagnóstico** del suelo para ubicar las posibles deficiencias, corregirlas a tiempo y después establecer un cultivo. Si éste es yuca es importante conocer los posibles problemas que presenta el suelo en donde se va a sembrar, cómo es la disponibilidad de nutrimentos en el mismo y cuáles son los requerimientos.

El objetivo básico del diagnóstico químico es evaluar la **capacidad** de los suelos para suministrar nutrimentos a la planta, es decir, medir su **fertilidad**. El diagnóstico de la fertilidad del suelo y de los problemas nutricionales de los cultivos se realiza generalmente mediante:

- a) Análisis de suelo.
- b) Análisis de tejido vegetal.
- c) Nivel crítico de nutrimentos en el suelo o tejido vegetal para un cultivo específico (yuca en nuestro caso).
- d) Conocimiento de desórdenes nutricionales (deficiencias, toxicidades).
- e) Respuesta del cultivo a la fertilización.
- f) Requerimientos nutricionales del cultivo (extracción).
- g) Conocimiento del material de origen de un suelo específico.
- h) Conocimiento de la clasificación taxonómica del suelo estudiado.
- i) Cultivo anterior y grado de explotación de ese suelo.

3.3.1. Análisis químico de suelos

El muestreo y análisis de suelos se convierten en una herramienta muy importante antes de la siembra para diagnosticar y corregir problemas nutricionales antes de que ellos aparezcan y afecten el crecimiento y desarrollo de una planta. En yuca, la ausencia de síntomas claros de macronutrientes indica que los problemas nutricionales pueden no notarse fácilmente, lo que hace a los análisis foliar y químico claves para determinar el estado nutricional de la planta (Howeler, 1981).

El análisis de suelos ayuda a monitorizar el estado de la fertilidad de éstos a través de los años y conocer si la fertilidad de los mismos se reduce, se mantiene o aumenta (Inpofos, 1993). El éxito de un análisis de suelos radica en una buena muestra de los mismos. Generalmente, se pide determinación de materia orgánica, fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio, zinc, boro, acidez del suelo (pH) y textura. Los datos enviados por el laboratorio están dados en unidades locales y/o internacionales que por lo general son: porcentaje (%), partes por millón (ppm) y miliequivalentes por 100g de suelo seco (meq/100g).

3.3.2. Niveles críticos de parámetros del suelo para el cultivo de la yuca

Howeler (1981), Howeler y Cadavid (1990) y Cadavid (1988) han establecido una serie de parámetros (niveles críticos) que sirven de herramienta para la correcta interpretación de un análisis de suelos.

Para entender un poco la palabra nivel crítico observemos un ejemplo. Si el nivel crítico para P es 10.0 ppm (BRAY II) y en el análisis de suelos el valor determinado es de 1.0 ppm, entonces se concluye que el P es un elemento limitante en este suelo y es muy posible que se manifieste deficiencia de este nutriente en el cultivo, y también es muy probable que con cualquier aplicación de este elemento se presente una respuesta positiva y altamente significativa, manifestada en un aumento creciente del rendimiento (aumento de raíces frescas en t/ha). Si el valor determinado está por encima del nivel crítico, es probable que no haya respuesta significativa a la aplicación de este nutriente.

Con los datos enviados del laboratorio y la ayuda de los niveles críticos de parámetros del suelo ya establecidos para yuca, se puede realizar una buena **interpretación** pero no una correcta **recomendación**.

Tabla 3.5. Ejemplo de la interpretación de un análisis de suelos. Cadavid (2000).

| Textura | pH | MO. | P | Ca | Mg | K | B |
|----------------------------------|------|------|------|--------------------------|------|------|------|
| | | (%) | Ppm | Meq /100 g de suelo seco | | | ppm |
| Franco arenoso Interpretación | 5.18 | 3.88 | B | 3.03 | 0.66 | 0.52 | 0.35 |
| | | M | 5.50 | A | M | A | B |

Cuando comparamos estos valores con los niveles críticos ya establecidos, se puede interpretar el análisis e indicar cuáles son los nutrientes que están en déficit. En nuestro caso específico, podemos claramente establecer que el suelo es bajo en nitrógeno, fósforo, boro y en un tiempo menor a dos años pueden manifestarse problemas con el magnesio. El pH es fuertemente ácido y sin problemas de aluminio intercambiable.

3.3.3. Recomendación de fertilizantes y/o enmiendas

La fertilización es un mecanismo de manejo y como tal se debe concebir con el fin de **recuperar, mantener y sostener** la fertilidad de los suelos y aumentar la productividad de los cultivos. Es importante conocer la necesidad de fertilización de un cultivo y ésta está dada en términos de la siguiente fórmula:

$$NF = \frac{RC - S}{E} * 100$$

NF = Necesidad de fertilización, kg/ha

RC = Requerimiento ponderado del cultivo, kg/ha

S = Disponibilidad del nutriente en el suelo, kg/ha

E = Eficiencia del fertilizante, %
 100 = Constante porcentual

3.3.4. Requerimientos nutricionales del cultivo de la yuca

Este numeral se refiere a los nutrimentos extraídos por la planta y cuantificados al final del ciclo del cultivo (cosecha). La yuca es una planta que extrae grandes cantidades de nutrimentos del suelo, especialmente nitrógeno, potasio y calcio. Si consideramos toda la planta, por tonelada de raíces frescas cosechadas, la yuca extrae en kg/ha (Cadauid, 1995):

Tabla 3.6. Requerimientos nutricionales del cultivo de la yuca. Kilogramo del elemento para producir una tonelada de yuca.

| N | P | K | Ca | Mg | S |
|------|------|------|------|------|------|
| 4.42 | 0.67 | 3.58 | 1.36 | 0.82 | 0.42 |

Tomando este suelo (Montenegro, Quindío, Unidad Chinchiná) como ejemplo y considerando que la producción promedio de la variedad local tipo “chirosa” es de 25 t/ha y se quiere llegar a una producción ponderada de 30 t/ha, entonces los requerimientos del cultivo serían:

Tabla 3.7. Producción promedio y ponderada de la variedad tipo “chirosa” en t/ha.

| | Estimado 25 t/ha | ← Raíces frescas → | Ponderado 30 t/ha |
|----|---------------------|--------------------|----------------------|
| N | 110.5 kg/ha | | 132.6 kg/ha |
| P | 16.8 kg/ha | | 20.1 kg/ha |
| K | 89.5 kg/ha | | 107.4 kg/ha |
| Ca | 34.0 kg/ha | | 40.8 kg/ha |
| Mg | 20.5 kg/ha | | 24.6 kg/ha |

Los requerimientos nutricionales indican la cantidad de nutrientes que la planta necesita para completar su desarrollo. Esta cantidad debe ser suministrada por el suelo o por el suelo y los fertilizantes.

Los nutrientes extraídos o removidos del suelo en la cosecha final han dado origen a un criterio de fertilización: criterio de restitución o devolución al suelo de los nutrientes que han salido de él, para mantener su fertilidad en el nivel original. Pero no es una recomendación acertada puesto que no se incluye la disponibilidad de nutrimentos en el suelo.

3.3.5. Disponibilidad de nutrimentos en el suelo

Este factor es determinado en el laboratorio mediante el análisis químico y los nutrimentos se dan en términos de valores de N-disponible; P y S aprovechables; y K, Ca, Mg cambiables. La cuantificación de la disponibilidad del respectivo nutrimento se hará expresando los resultados del análisis (ppm y meq/100g de suelo seco) en términos de kg/ha. Para ello hay que tener en consideración la densidad aparente del suelo, de la cual dependerá el peso de la hectárea y ésta a su vez de la profundidad de arada en función de la profundidad promedio del sistema radicular del cultivo (para yuca se han tomado 20 cm).

$$Ps = \text{Peso hectárea} = Vs (\text{cm}^3) \cdot Da (\text{g/cm}^3)$$

$$Vs = L \cdot L \cdot P$$

$$Vs = \text{Volumen de una hectárea de suelo, cm}^3$$

$$L = \text{Lado, cm}$$

$$P = \text{Profundidad de laboreo, cm}$$

$$Vs = 10.000 \text{ cm} \cdot 10.000 \text{ cm} \cdot 20 \text{ cm} = 2 \times 10^9 \text{ cm}^3$$

$$Ps = 2 \times 10^9 \text{ cm}^3 \cdot 1.4 \text{ g/cm}^3 \cdot \text{kg}/1.000 \text{ g}$$

$$Ps = 2.8 \times 10^6 \text{ kg}$$

Ahora bien, meq/100 g de suelo seco se deben expresar en kg/ha. Se parte del término equivalente-gramo (peso atómico del elemento dividido por su valencia).

Tomemos por ejemplo el potasio (K).

Un equivalente-gramo (eg) de K = Peso molecular en g/valencia.

Eg K = $39/1 = 39$ g
 1 meq K = $39 \text{ g} / 1000 = 0.039$ g
 Luego,

0.039 g K \rightarrow 100 g suelo seco
 X g K \rightarrow 2.8×10^6 kg/ha
 X = 1092 kg k/ha

Si el dato reportado por el laboratorio de suelos es de 0.52 meq/100 g, la disponibilidad del nutrimento en el suelo es:

1.00 meq/100 g suelo \rightarrow 1092 kg k/ha, para una Da de 1.4 g/cm^3
 0.52 meq/100 g suelo \rightarrow X kg k/ha
 X = 567.8 kg k/ha

Con calcio, magnesio y sodio se procede de igual forma.

Cuando los datos reportados en el análisis de suelos están dados en ppm se convierten a kg/ha de la siguiente forma:

| | | | |
|-------|------------------|--------|---|
| 1 ppm | Equivale a tener | 1 kg | \rightarrow 1×10^6 de kg |
| | | 1 kg P | \rightarrow 1×10^6 kg suelo |
| | | X kg P | \rightarrow 2.8×10^6 kg/ha suelo |

X = 2.8 kg P/ha

Si en nuestro ejemplo se reportaron 5.50 ppm de P, entonces la disponibilidad de P en este suelo es:

1.0 ppm P \rightarrow 2.8 kg/ha
 5.50 ppm P \rightarrow X kg/ha
 X = 15.1 kg P/ha

Siguiendo con nuestra fórmula de necesidad de fertilización, falta por definir el término eficiencia. No es otra cosa que la eficiencia de la fertilización sobre la base de las diferentes pérdidas que un nutrimento tiene en el suelo después de su aplicación. Estas pérdidas pueden ser:

1. Lixiviación (NO_3 , K, Ca, Mg)
2. Volatilización (NH_2 , NH_3)
3. Fijación (NH_4 , H_2PO_4 , K)
4. Inmovilización (N, P, S)
5. Erosión (N, P, K, Ca y Mg)

Con los datos de requerimiento ponderado del cultivo (RC), disponibilidad del nutrimento en el suelo (S) y la eficiencia de la fertilización (E) se puede ya establecer una fórmula aproximada de fertilización. Es bueno aclarar que la eficiencia de los fertilizantes que portan el fósforo es de 20 a 30%; la de los fertilizantes que incluyen nitrógeno y potasio está entre 60 y 80%; la de los fertilizantes portadores de magnesio y calcio, tipo cales, está entre 50 y 60%.

Tomemos como ejemplo para NF el caso del potasio

$$\text{RC} = 107.4 \text{ kg/ha}$$

$$\text{S} = 567.8 \text{ kg/ha}$$

$$\text{E} = 70.0\%$$

$$\text{NF} = \frac{107.4 \text{ kg} - 567.8 \text{ kg} * 100}{70}$$

NF = -657.7 kg/ha, o sea, que no se fertilizaría con potasio (pero con tres siembras consecutivas, el nivel de potasio puede disminuir y presentarse problemas con este elemento si no se fertiliza).

Si completamos para fósforo, calcio, magnesio y nitrógeno, los resultados serían:

$$NF_p = 23.5 \text{ kg/ha}$$

$$NF_{Ca} = -2.760 \text{ kg/ha}$$

$$NF_{Mg} = -328.7 \text{ kg/ha}$$

Ahora bien, para determinar la necesidad de fertilización para nitrógeno se procede de la siguiente forma:

$$NT = \frac{\%MO}{20} ; NT = \frac{3.88}{20} = 0.19 \text{ (bajo)}$$

$$NA = 0.19 * 0.02 = 0.0038$$

$$NA = \frac{0.0038 * 2.800.000 \text{ kg/ha}}{100} = 108.6 \text{ kg /ha}$$

$$NF_N = 34.3 \text{ kg /ha}$$

Según estos datos tendríamos que fertilizar con 30 a 50 kg de N/ha, 30 kg de P/ha y 1 kg/ha de boro, pero sin descuidar potasio, calcio y magnesio. El ajuste de la fórmula se hace basándose en los datos de respuesta a la fertilización de acuerdo con la zona. Entonces, para este tipo de suelo se podrían recomendar 50 kg de N/ha más 30 kg de P/ha más 50 kg K/ha más 1 kg de B/ha con una aplicación de 280 kg/ha de DAP (fosfato diamónico) que aportaría los 50 kg de N/ha y 56 kg de P/ha; se agregan 100 kg/ha de KCl (cloruro de potasio) y 10 kg/ha de bórax. La aplicación se realiza entre los 30 y 45 días después de siembra, en banda sencilla y tapado para evitar pérdidas.

Cuando estamos en este punto es necesario conocer muy bien cuál es el **grado** de fertilizante o producto comercial seleccionado. El grado de un fertilizante no es otra cosa que la forma como éste viene expresado en el producto (N, P₂O₅, K₂O, CaO, MgO, CaCO₃, MgCO₃) y está dado en %. Veamos un ejemplo:

El fertilizante químico 13 - 13 - 21 está expresado como:

13% de nitrógeno; 13% de P₂O₅ y 21% de K₂O. Esto quiere decir que en 100 kg de producto comercial hay 13 kg de N, 13 kg de P₂O₅ y 21 kg de K₂O.

Para la recomendación de fertilizantes no podemos trabajar con los valores así expresados, sino en términos de kg de N, P, K, Ca y Mg. Por lo tanto, es nece-

Tabla 3.8. Factores de conversión de la expresión en base óxido a la expresión en base elemental y viceversa.

| | | | | |
|-------------------------------|---|------|----------|-------------------------------|
| P ₂ O ₅ | * | 0.44 | (0.4364) | P |
| P | * | 2.29 | (2.2914) | P ₂ O ₅ |
| K ₂ O | * | 0.83 | (0.8302) | K |
| K | * | 1.20 | (1.2046) | K ₂ O |
| CaO | * | 0.71 | (0.7147) | Ca |
| Ca | * | 1.40 | (1.3992) | CaO |
| MgO | * | 0.60 | (0.6030) | Mg |
| Mg | * | 1.66 | (1.6582) | MgO |
| SO ₄ | * | 0.33 | (0.3333) | S |
| S | * | 3.00 | (3.0000) | SO ₄ |

Los datos entre paréntesis deben utilizarse para cálculos que demanden alta precisión.

Fuente: Monómeros Colombo Venezolanos (1989).

sario convertir la expresión dada por el fabricante a la expresión real. Para tal fin existen tablas de conversión tomadas de la revisión bibliográfica sobre fertilización.

Es necesario conocer la cantidad de producto comercial que se va a aplicar de acuerdo con el nutrimento (base elemental) recomendado. Para este fin se tiene en cuenta la siguiente fórmula (Cadavid, 1997):

$$PC = \frac{NR}{ha} * \frac{100PC}{GNPC} * C \quad \text{en donde}$$

PC = Producto comercial, kg o t/ha

NR = Nutriente recomendado, kg/ha

100PC = 100 kg de producto comercial, kg

Ha = Una hectárea, 10.000 m²

GNPC = Grado del nutriente elemental en el producto comercial, kg

C = Área de aplicación, Ha o m².

Para entender mejor esta fórmula observemos el siguiente ejemplo:

NR = 70.0 kg de K/ha

C = 89 ha

PC = Cloruro de potasio (KCl del 60% de K_2O)

En primer lugar tenemos que convertir K_2O a K. Luego:

$60\% K_2O * 0.8302 = 49.81$, o más exactamente,

$60\% K_2O / 1.20 = 50 K$

Esto quiere decir que 100 kg de producto comercial (KCl) tienen 50 kg de K (GNPC).

Efectuando la fórmula

$$PC = \frac{70.0 \text{ kg}}{1 \text{ ha}} * \frac{100 \text{ kg. KCl}}{50 \text{ kg de k}} * 89 \text{ ha}$$

$$PC = 140 \text{ kg. KCl} * 89 = 12.460 \text{ kg} = 12.46 \text{ t de KCl.}$$

3.4. MANEJO DE SUELOS DE LADERA¹

La presión del hombre sobre la Tierra para producir alimentos ha influido en el uso de tierras de ladera para establecer cultivos como la yuca. El mal manejo ha incurrido en la deforestación y la pérdida de suelo y nutrientes por escorrentía y alta extracción del cultivo. Se conoce que la yuca extrae grandes cantidades de nutrientes, especialmente N, K y Ca (Howeler, 1981; Howeler y Cadavid, 1983, y Cadavid, 1988), causando un desgaste químico del suelo difícil de recuperar si no se emplean técnicas adecuadas de manejo.

En el país un alto porcentaje de la producción de yuca está sembrado en zonas de ladera, en pendientes superiores al 15%, con manejo inadecuado, ra-

1. Cadavid, L.F. 1997. Manejo productivo de los suelos de ladera cultivados con yuca (*Manihot esculenta* Crantz). *Suelos Ecuatoriales, Colombia*. Pg. 134-144.

zón por la cual se están presentando problemas de erosión hídrica (laminar) en grado moderado a severo (Howeler y Cadavid, 1984)

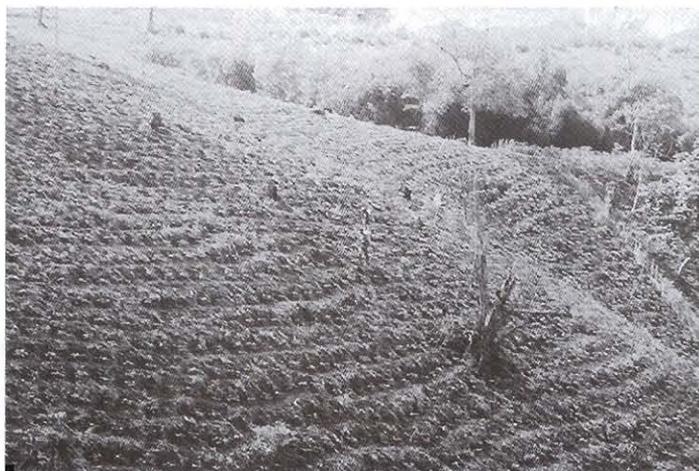


Foto 3.8. Terreno preparado para la siembra de yuca en las laderas del departamento del Quindío.

El manejo de cultivos de yuca en laderas, teniendo como precepto que la planta es rústica y no necesita ningún manejo, ha ocasionado problemas graves en los suelos, llevando el cultivo a un mal concepto por las entidades, técnicos y agricultores de la región.

Con el sistema actual de siembra de yuca que tienen los agricultores en las laderas se están ocasionando grandes pérdidas de suelo por erosión y deficiencias de elementos como P, K, Ca y Mg, ya que el cultivo extrae grandes cantidades de estos elementos y puede llegar a agotar las reservas dentro del perfil del suelo.

La yuca es un cultivo de lento desarrollo en sus etapas iniciales, lo que hace que se deje descubierto el suelo a expensas de la lluvia, que por su intensidad y mala distribución en la región ocasiona procesos de erosión laminar y progresiva que causa la pérdida de los primeros horizontes del suelo y su materia orgánica.

Existen alternativas que pueden ser viables para recuperar, conservar y sostener la fertilidad y productividad de los suelos y aumentar el rendimiento de la yuca.

El manejo de suelos de laderas es un manejo integrado donde se deben adicionar varios factores:

Lo primero que se debe tener en cuenta es la selección del lote por condiciones fitosanitarias y de manejo. No escoger lotes que provengan de cultivos forestales y evitar pendientes mayores del 15 al 20%.

Seleccionar una variedad de buen vigor que garantice que con un buen manejo cierra a los 3 ó 4 meses de ser establecida.

La siembra, si el suelo es franco arenoso, se puede realizar con labranza mínima o un ahoyado en el sitio de siembra con poca profundidad para garantizar el establecimiento del cultivo. Es preferible utilizar zanjas de drenaje por curvas de nivel y una toma de agua para todas las zanjas que garanticen la bajada del agua de forma lenta por la ladera.

Se han realizado estudios de viabilidad del uso de coberturas vegetales como leguminosas (*Desmodium ovalifolium*, *Arachis pintoii*, *Centrosema acutifolium*, *Zornia latifolia* y frijoles), que manejadas en los tres primeros meses del ciclo del cultivo son de gran ayuda para evitar la pérdida del suelo por erosión y no afectan en gran manera la producción del cultivo.

Para laderas de alta pendiente también se recomienda el uso de coberturas muertas como vástagos de plátano, bagazo de caña u otro material de lenta descomposición que le baje la velocidad al agua de escorrentía.

Cuando se deben recuperar suelos que han sido mal manejados se recomienda el uso de abonos orgánicos como gallinaza, porcínaza u otros que además de brindar nutrimentos ayuden a la recuperación de la estructura del suelo.

La yuca se debe fertilizar con fuentes de P, N, Ca, K y Mg según los análisis de suelos y teniendo en cuenta que el cultivo extrae grandes cantidades de estos elementos.

En laderas se debe tener en cuenta la forma de siembra. Preferiblemente sembrar la estaca de forma inclinada en contra de la pendiente, evitando la profundización de las raíces de almacenamiento para disminuir el movimiento del suelo en la cosecha.

La conciencia del manejo de suelos es una cultura que deben adquirir el propietario y el arrendatario en los suelos de ladera, para evitar que la yuca o

cualquier otro cultivo afecten directamente la estructura y composición física y química de los suelos que se utilizan.

RESUMEN DEL CAPÍTULO 3

La fertilización es uno de los aspectos decisivos en el cultivo de la yuca, los productores por tradición presumen que el cultivo, por su fácil adaptación a la sequía y su denominación de rústico, no necesita fertilización o que cualquier “ayuda”, sin tener en cuenta el suelo o sus requerimientos, es suficiente.

El cambiar la concepción tradicional del cultivo y concientizar a los productores sobre la importancia de esta labor se debe basar en el cambio de perspectiva del negocio. La yuca puede ser rentable y ofrece muchísimos campos de explotación agroindustrial, lo que nos lleva a hacer rentable el negocio, aumentando la producción por hectárea y manejando los costos, con el fin de ser competitivos en el mercado.

La cantidad y la calidad de raíces que se puedan cosechar dependen tanto de la fertilización, de su cantidad basada en los requerimientos del cultivo, y en la oferta del suelo, como de la época de aplicación. El cultivo tiene que ser manejado según su ciclo productivo para hacer más eficientes los recursos, ninguno de estos objetivos se cumple si no se llevan registros claros de las labores en su lote.

Ejercicio 3.1 Realizar el plan de fertilización teniendo en cuenta el ciclo del cultivo y sus requerimientos

Objetivos

Una vez ejecutada esta práctica, los participantes estarán en capacidad de:

- Conocer cuáles son los principales requerimientos de fertilización del cultivo de yuca.
- Señalar la importancia del análisis de suelo para la fertilización y conocer los aspectos principales que se deben tener en cuenta.
- Identificar las épocas del cultivo en las que se debe aplicar la fertilización.

Recursos necesarios

Para llevar a cabo esta práctica se requiere:

- Análisis de suelo de un lote sembrado recientemente.
- Historial del lote que se va a analizar.
- Hojas de trabajo para realizar el plan de fertilización, priorizando los requerimientos de su lote y los insumos a los que tiene acceso para el manejo del cultivo.

Orientaciones para el instructor

- Explique claramente los objetivos de la práctica.
- Divida el grupo en tres subgrupos.
- Explique cómo se lee un análisis de suelo para conocer sus principales requerimientos; es indispensable que al pasar un análisis a un ingeniero agrónomo se tengan claras las principales necesidades con el fin de hacer más eficiente el uso de los recursos.
- Cada subgrupo nombrará un relator.
- La hora de práctica será para subsanar todas las dudas de los participantes con el fin de que tengan clara su tarea para el manejo de la recomendación de fertilización en el seguimiento.
- Cada subgrupo dispondrá de los recursos necesarios para ejecutar la práctica.
- Se programará con la persona de seguimiento el día de planeación de fertilización con la recomendación del asistente.
- En la clase siguiente el relator presentará el caso de cada subgrupo y la persona de seguimiento realizará aclaraciones.
- Presente la información de retorno.

- Para trabajo de seguimiento, en el próximo capítulo deben tener claro cuál fue el manejo de la fertilización, época, insumos, gastos y mano de obra, elementos básicos para la discusión.

Tiempo sugerido para la práctica inicial: 1 hora.

Tiempo sugerido para la presentación de resultados: 1 hora.

Instrucciones para el participante

Todos los subgrupos realizarán la práctica basados en las siguientes instrucciones:

- Tomarán el análisis de suelo de su lote y lo pasarán a un asistente técnico, aclarando la necesidad del uso de abonos orgánicos para el mantenimiento del suelo.
- Programarán con la persona encargada del seguimiento la fecha de programación de la fertilización en el lote donde evaluarán las recomendaciones del asistente y planearán la época según el ciclo de cultivo y los insumos necesarios.
- El relator es el responsable de velar por que los integrantes de su subgrupo realicen todas las actividades.
- El relator se encargará de presentar todas las actividades realizadas en sus lotes de siembra, adjuntando un trabajo muy claro de costos de siembra.

Ejercicio 3.1 Elaborar el plan de manejo de la fertilización basado en las recomendaciones del asistente técnico.

Grupo No: _____ Fecha: _____

Relator: _____

Persona de seguimiento: _____

Tabla de Resultados

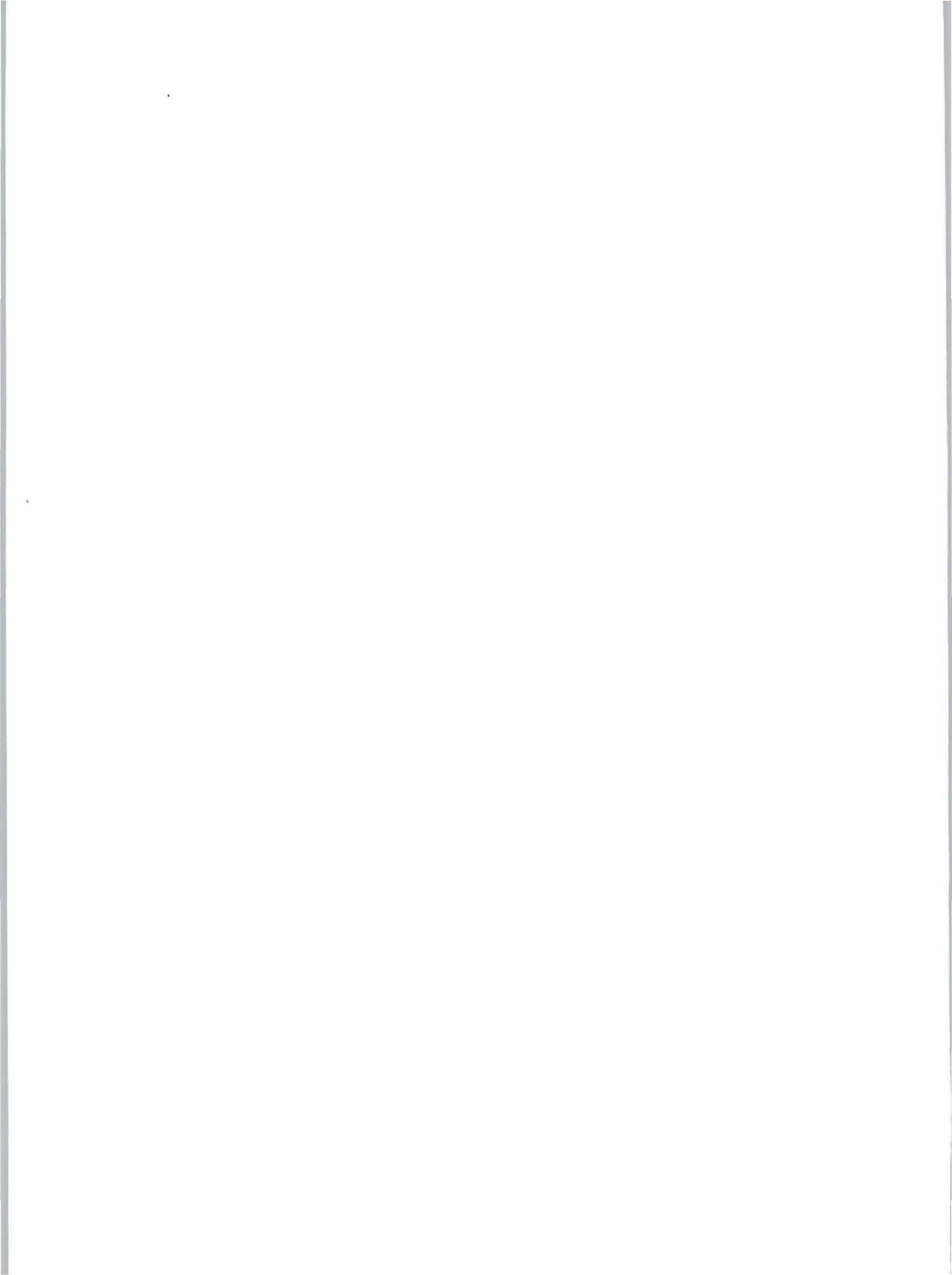
| Control de actividades | Sí | No | Observaciones |
|---|-----------|-----------|----------------------|
| Recomendación de la fertilización (anexarla). | | | |
| Selección de abonos orgánicos. | | | |
| Cuantificación del abono o fertilizante por planta. | | | |
| Estudio del historial del lote. | | | |
| ¿Presencia de erosión? | | | |
| ¿Manejo de los problemas de erosión? | | | |
| ¿Se conocen los requerimientos de la planta? | | | |
| ¿Identificación de deficiencias en el lote en el seguimiento? | | | |
| ¿Se llevan registros de cantidad de insumos y mano de obra de la labor? | | | |
| ¿Es necesario tomar medidas de manejo de erosión? | | | |

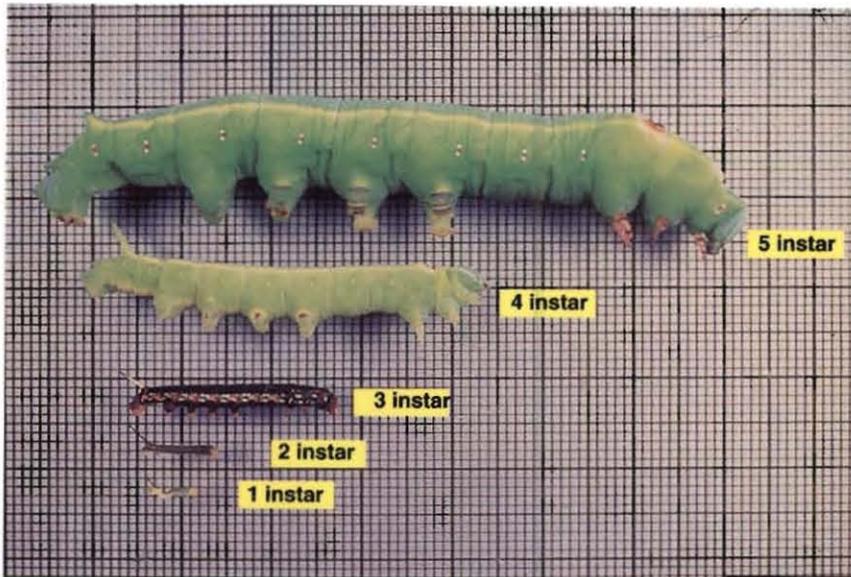
- Cada relator de grupo expone ante la audiencia los resultados obtenidos durante la práctica.
- El instructor hace la síntesis de los resultados obtenidos por los grupos.
- La síntesis de la información obtenida permite la discusión y revisión de las actividades realizadas en la práctica.
- Se hacen en grupo las recomendaciones que se tendrán en cuenta para realizar prácticas adecuadas en la fertilización del cultivo.
- Es necesario tener en cuenta la revisión de registros de insumos y de mano de obra requerida, y el control de gastos de la operación.
- El instructor resuelve los interrogantes de la audiencia, orienta las discusiones y con el grupo resalta las conclusiones y recomendaciones más importantes de la práctica.

BIBLIOGRAFÍA

- Cadavid, L.F.; Calvo, F.A.; Howeler, R.H. La interacción de cal con fósforo y elementos menores en la producción de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Suelos Ecuatoriales, Colombia. V. 8 (1). Pp. 144-150. 1977.
- Cadavid, L.F.; Howeler, R.H. La fertilización de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en la región de Mondomo y Pescador, Cauca. Suelos Ecuatoriales, Colombia. V. 17 (2). Pp. 178-183. 1984.
- Cadavid, L.F. El uso de rocas fosfóricas en el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Centro Internacional de Agricultura Tropical, Colombia. Serie SE 18-20. 20 p. 1980.
- _____, El problema de la erosión en los suelos de Mondomo, Cauca, Colombia, dedicados al cultivo de la yuca y sus posibles soluciones. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira, Colombia. 188 p. 1987.
- _____, Respuesta de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) a la aplicación de NPK en suelos con características diferentes. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira, Colombia. 185 p. 1988.
- _____, Utilización de abonos verdes en suelos dedicados a la siembra de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). (Mimeografiado). 17 p. 1994.
- Cadavid, L.F.; Acosta, A.; El-Sharkawy, M. Efecto de la preparación de Mulch y abonamiento del cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en suelos arenosos de Colombia. Suelos Ecuatoriales, Colombia. En imprenta. 1994.
- Cadavid, L.F. Manejo productivo de suelos de ladera cultivados con yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Suelos Ecuatoriales, Colombia. Pp. 134-143. 1997.
- _____, Nutrición del cultivo de la yuca. Clayuca+ 2000, 27p. (Sin editar).
- Howeler, R.H. Mineral Nutrition and fertilization of cassava (*Manihot esculenta*

- Crantz). Series 93C-4. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Palmira, Colombia. 52 p.1981.
- Howeler, R.H. y Cadavid. L.F. Prácticas de conservación de suelos para producción de yuca en ladera. Suelos Ecuatoriales. V. 14; pp. 303-310. 1984.
- Howeler, R.H. Prácticas de conservación de suelos para cultivos anuales. En Manejo y conservación de suelos de ladera. R. H. Howeler Cali, Colombia. 77- 93 1984.
- Howeler, R.H. y Cadavid. L.F. Short and long-term fertility trials in Colombia to determine the nutrient requirements of cassava. Fertilizer research, v. 26; pp 61-80. 1990.
- Monómeros Colombo-Venezolanos. Punto verde No. 6. 1989.
- López, M.J. Fertilidad del suelo y calidad nutricional de estacas de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. Tesis de Maestría. 102 p. 1994.
- Suárez, F.M. Factores y procesos físicos de la erosión en manejo y conservación de suelos de ladera. R. H. Howeler. Cali, Colombia, 33-46.

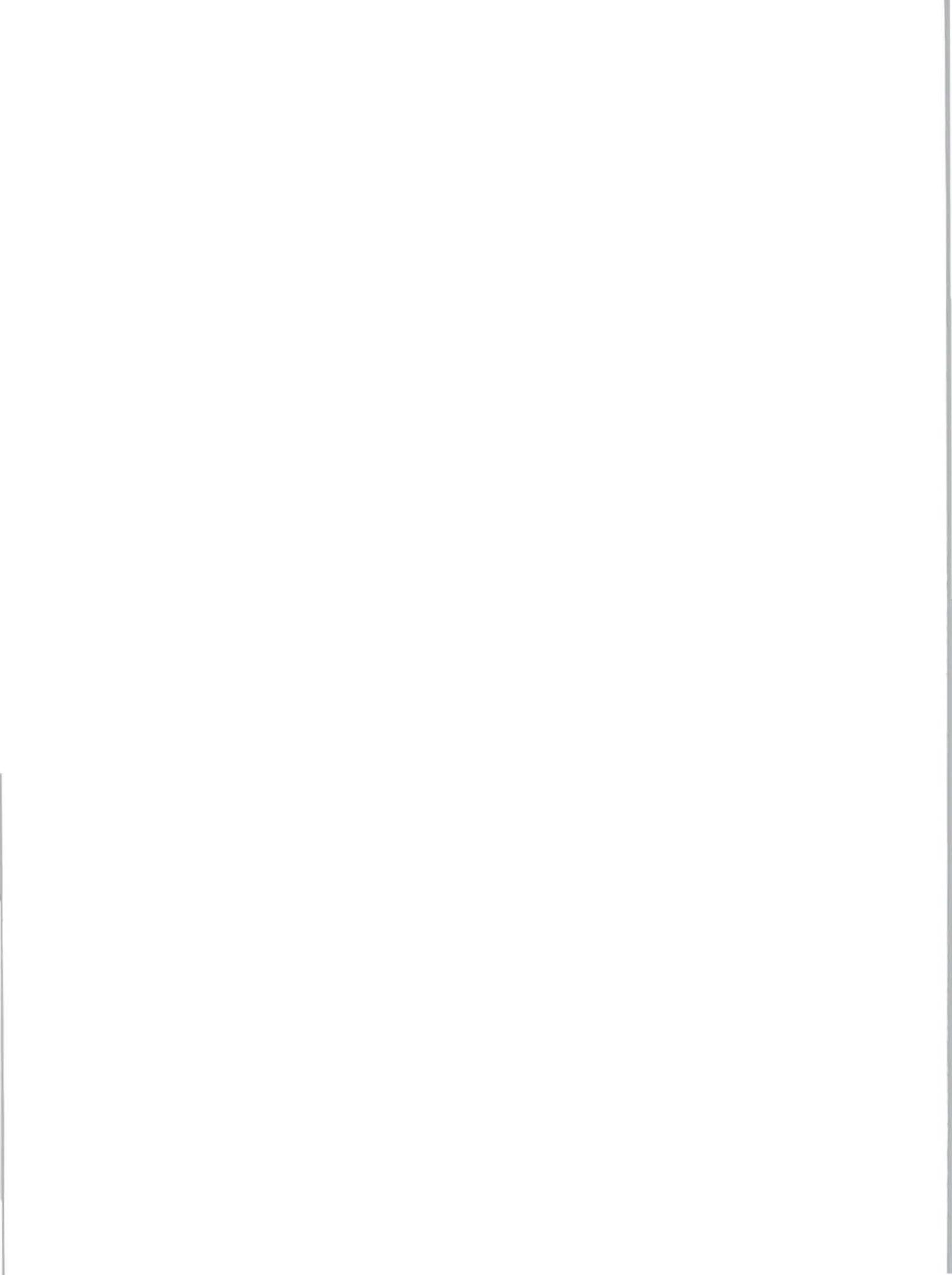




CAPÍTULO 4

*Manejo de plagas,
enfermedades y malezas
en el cultivo de yuca*





FLUJOGRAMA PARA EL ESTUDIO DEL CAPÍTULO 4

Manejo de plagas, enfermedades y malezas en el cultivo de la yuca

Objetivos

General

- Aprender a identificar y valorar el daño económico y realizar el manejo de las plagas, enfermedades y maleza que afectan el cultivo de la yuca.

Específicos

- Conocer la importancia del monitoreo del cultivo con sus respectivos registros para el manejo de plagas, enfermedades y malezas.
- Identificar las plagas y enfermedades más limitantes del cultivo.
- Conocer el manejo integrado de las plagas y enfermedades.
- Identificar los controles biológicos de las plagas y enfermedades del cultivo de la yuca.
- Manejar de manera adecuada las malezas del cultivo.
- Reducir el costo del manejo de plagas, enfermedades y malezas.

Contenido

Introducción

4.1. Manejo integrado de las plagas de mayor incidencia

- 4.1.1. Gusano cachón de la yuca (*Erinnyis ello* L.)
- 4.1.2. Chinche de la viruela de la yuca (*Cyrtomenus bergi* Froeschner)
- 4.1.3. Los trips de la yuca
- 4.1.4. Mosca de la fruta y el tallo de la yuca (*Anastrepha pickelii* y *Anastrepha manihoti*)
- 4.1.5. Plagas rizófagas de la yuca. Chizas blancas, mojoyoy o mojorros
- 4.1.6. Hormiga arriera (*atta* sp.)

4.2. Manejo integrado de las enfermedades más limitantes en yuca

- 4.2.1. El añublo bacterial
- 4.2.2. Superalargamiento de la yuca (*Sphaceloma manihoticola*)
- 4.2.3. Mancha de anillos circulares
- 4.2.4. Pudriciones radicales suaves
- 4.2.5. Pudriciones radicales secas
- 4.2.6. Cuero de sapo

4.3. Manejo integrado de arvenses

- 4.3.1. Alternativas de control

Bibliografía

Resumen del capítulo

Práctica

- 4.1. Monitoreo y manejo integrado con registros de una plaga o enfermedad.

CONTENIDO

| | Página |
|---|---------------|
| Flujograma para el estudio del Capítulo 4 | 4-3 |
| Introducción | 4-8 |
| 4.1. Manejo integrado de las plagas de mayor incidencia | 4-9 |
| 4.1.1. Gusano cachón de la yuca (<i>Erinnyis ello</i> L.) | 4-9 |
| 4.1.1.1. Métodos de control | 4-10 |
| • Método cultural | 4-11 |
| • Métodos mecánico y físico | 4-11 |
| • Método biológico | 4-11 |
| • Método químico | 4-13 |
| 4.1.2. Chinche de la viruela de la yuca (<i>Cyrtomenus bergi</i> Froeschner) | 4-14 |
| 4.1.2.1. Descripción del daño | 4-16 |
| 4.1.2.2. Manejo de la chinche de la viruela <i>C. bergi</i> Froeschner | 4-18 |
| 4.1.3. Los trips de la yuca. Plaga raspadora y chupadora del follaje | 4-19 |
| 4.1.3.1. Manejo | 4-21 |
| 4.1.4. Mosca de la fruta y del tallo de la yuca (<i>Anastrepha pickeli</i> y <i>Anastrepha manihoti</i>) | 4-21 |
| 4.1.4.1. Descripción de los daños causados por la mosca de la fruta en yuca | 4-23 |
| 4.1.4.2. Manejo | 4-25 |
| 4.1.5. Plagas rizófagas de la yuca. Chizas blancas, mojoyoy o mojoyros | 4-26 |
| 4.1.5.1. Métodos de control | 4-29 |
| • Control biológico | 4-29 |
| • Control químico | 4-29 |
| • Control cultural | 4-31 |
| 4.1.6. Hormiga arriera (<i>Atta</i> sp.) | 4-31 |
| 4.2. Manejo integrado de las enfermedades más limitantes en yuca | 4-32 |
| 4.2.1. El añublo bacterial (<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>Manihotis</i>) | 4-32 |
| 4.2.1.1. Síntomas | 4-33 |

| | Página |
|--|---------------|
| 4.2.1.2. Manejo de la enfermedad | 4-33 |
| 4.2.2. Superalargamiento de la yuca (<i>Sphaceloma manihoticola</i>) | 4-34 |
| 4.2.2.1 Síntomas | 4-34 |
| 4.2.2.2. Manejo de la enfermedad | 4-35 |
| 4.2.3. Mancha de anillos circulares | 4-35 |
| 4.2.3.1. Síntomas | 4-37 |
| 4.2.3.2. Manejo de la enfermedad | 4-37 |
| 4.2.4. Pudriciones radicales suaves | 4-37 |
| 4.2.4.1. Síntomas | 4-38 |
| 4.2.4.2. Manejo de la enfermedad | 4-38 |
| 4.2.5. Pudriciones radicales secas | 4-39 |
| 4.2.6. Cuero de sapo | 4-41 |
| 4.3. Manejo integrado de arvenses | 4-41 |
| 4.3.1. Alternativas de control | 4-42 |
| 4.3.1.1. Control manual | 4-42 |
| 4.3.1.2. Control mecánico | 4-42 |
| 4.3.1.3. Control cultural | 4-43 |
| 4.3.1.4. Control químico | 4-43 |
| •Daños que pueden causar los herbicidas | 4-44 |
| Resumen del Capítulo 4 | 4-46 |
| Práctica 4.1. | 4-47 |
| Bibliografía | 4-50 |

LISTADO DE FOTOS

| | |
|---|------|
| Foto 4.1. Ciclo de vida del gusano cachón (<i>Erinnyis ello</i> L.) [Manejo integrado de <i>Erinnyis ello</i> (L) CIAT, 1989] | 4-12 |
| Foto 4.2. Características de los estadios larvares del gusano cachón (<i>Erinnyis ello</i> L.) (Foto Entomología de la yuca. CIAT, 1998) | 4-12 |
| Foto 4.3. Control biológico del gusano cachón (<i>Erinnyis ello</i> L.). Izquierda: Parasitismo de <i>Trichogramma</i> spp. Derecha: Larvas infectadas por <i>Baculovirus erinnyis</i> [Manejo integrado de <i>Erinnyis ello</i> (L) CIAT, 1989] | 4-12 |
| Foto 4.4. Adultos y ninfas de la chinche de la viruela (<i>Cyrtomenus bergi</i> Froeschner) | |

| | Página |
|-------------------|---|
| | (Problemas en el cultivo de la yuca. CIAT, 1981) 4-17 |
| Foto 4.5. | Escala de daño causado por <i>Cyrtomenus bergi</i> F. en raíces de yuca; 1. sin daño y 5, máximo daño (Entomología de la yuca. CIAT, 1998) 4-17 |
| Foto 4.6. | Control biológico de <i>Cyrtomenus bergi</i> F. con <i>Metarhizium anisopliae</i> M. (Entomología de la yuca. CIAT, 1998) 4-17 |
| Foto 4.7. | <i>Frankliniella williamsi</i> . Especie de trips que ataca yuca (Entomología de la yuca. CIAT, 1997) 4-20 |
| Foto 4.8. | Daño causado por trips en variedades susceptibles (Entomología de la yuca. CIAT, 1997) 4-20 |
| Foto 4.9. | Adulto de mosca de la fruta, <i>Anastrepha</i> spp (Problemas en el cultivo de la yuca. CIAT, 1981) 4-24 |
| Foto 4.10. | Daño causado por mosca de la fruta (Entomología de la yuca. CIAT, 1997) 4-24 |
| Foto 4.11. | Daño causado por mosca de la fruta en asocio con <i>Erwinia carotovora</i> var. <i>Caratovora</i> (Entomología de la yuca. CIAT, 1997) 4-24 |
| Foto 4.12. | Larvas y adultos de las chizas blancas (Problemas en el cultivo de la yuca. CIAT, 1981) 4-30 |
| Foto 4.13. | Daño causado por chizas en las estacas y plántulas de yuca (Problemas en el cultivo de la yuca. CIAT, 1981) 4-30 |
| Foto 4.14. | Control biológico de chizas con <i>Bacillus</i> spp (Entomología de la yuca. CIAT, 1998) 4-30 |
| Foto 4.15. | Hormiga arriera, <i>Atta</i> sp. (Problemas en el cultivo de la yuca. CIAT, 1981) 4-31 |
| Foto 4.16. | Síntomas característicos del añublo bacteriano en la yuca. Izquierda: Manchas angulares (Problemas en el cultivo de la yuca. CIAT, 1981) Derecha: Exudación gomosa en tallos jóvenes (Patología de la yuca. CIAT, 1998) 4-36 |
| Foto 4.17. | Síntomas característicos de superalargamiento en la yuca. Izquierda: Chancros en los pecíolos y las nervaduras de las hojas. Derecha: Alargamiento de los entrenudos y deformación de las hojas (Problemas en el cultivo de la yuca. CIAT, 1981) 4-36 |

- Foto 4.18.** Síntomas característicos de las manchas de anillos circulares en yuca. Izquierda: Anillos concéntricos en el haz foliar. Derecha: Manchas foliares y muerte descendente (Problemas en el cultivo de la yuca. CIAT, 1981) 4-36
- Foto 4.19.** Síntomas característicos de pudriciones radicales suaves en yuca al momento de la cosecha. (Problemas en el cultivo de la yuca. CIAT, 1981) 4-40
- Foto 4.20.** Síntomas característicos causados por *Rosellinia necatrix* (Problemas en el cultivo de la yuca. CIAT, 1981) 4-40
- Foto 4.21.** Síntomas característicos de cuero de sapo en yuca. Izquierda: Formación corchosa de la epidermis. Derecha: Formación fibrosa y corchosa de las raíces (Problemas en el cultivo de la yuca. CIAT, 1981) 4-40
- Foto 4.22.** Control manual de plantas arvenses en yuca 4-43

INTRODUCCIÓN

El manejo adecuado de las plagas, enfermedades y plantas de competencia debe hacerse con base en el conocimiento técnico de cada una de ellas.

El presente módulo permite conocer todas las posibles plagas, enfermedades y malezas que se presentan en un cultivo de yuca y los procedimientos técnicos para controlarlas con un enfoque de protección al medio ambiente.

Las plagas, enfermedades y malezas deben controlarse con base en un análisis de daño económico, a través de labores que se deben realizar en forma correcta y oportuna.

4.1. MANEJO INTEGRADO DE LAS PLAGAS DE MAYOR INCIDENCIA

Por ser una planta perenne, la yuca se ve afectada por una gran cantidad de plagas, entre las que se destacan principalmente los trips, los ácaros, el gusano cachón y los barrenadores de tallo. El incremento del área sembrada y el uso indiscriminado de insecticidas alteran el equilibrio ecológico entre las poblaciones insectiles en muchas regiones, dando lugar a que los insectos que antes aparecían esporádicamente se conviertan en plagas de importancia económica.

4.1.1. Gusano cachón de la yuca (*Erinnyis ello* L.)

El gusano cachón de la yuca causa daños especialmente en plantas jóvenes, y se encuentra en la mayoría de las zonas yuqueras del continente americano. Esta plaga se caracteriza por su alta capacidad de consumo foliar, principalmente en los últimos estadios de su fase larval; por esta razón, al presentarse en altas poblaciones, puede defoliar totalmente la planta, e incluso consumir la parte tierna del tallo y las yemas laterales.

El ciclo biológico de *Erinnyis ello* dura aproximadamente entre 32 y 49 días, según las condiciones ambientales. El adulto es una mariposa de hábitos nocturnos con una coloración grisácea. La hembra adulta vive 9 días en promedio y los machos adultos 7 días. La hembra adulta puede ovipositar más del 70% de sus huevos durante los primeros 7 días de oviposición, prefiriendo el haz de la hoja, aunque puede ovipositar también sobre el envés o incluso el pecíolo y los tallos según la población del insecto.

Los huevos son redondos, miden de 1 a 1.5 milímetros de diámetro, y generalmente son puestos individualmente, presentan una coloración verde o amarilla y la eclosión ocurre 3 ó 5 días después de la oviposición.

La etapa larval tiene una duración de 12 a 15 días, dependiendo de las condiciones climáticas. La larva pasa por cinco instares, con cuatro cambios o mudas de piel, a través de los cuales va aumentando el tamaño hasta alcanzar una longitud de aproximadamente 10 a 12 centímetros. Las larvas de este

insecto se caracterizan por tener un cuerno caudal erecto, de donde proviene su nombre de gusano cachón (cachudo, cornudo en otros países).

Con base en las características del cuerno caudal se pueden determinar con gran exactitud, a nivel de campo, los instares o estado de desarrollo de las larvas, condición importante que ayuda en el manejo eficiente y efectivo de esta plaga cuando se presentan explosiones. Durante la etapa larval es cuando *el Erinnyis ello* ocasiona daño a las plantas de yuca; su voracidad es tal, que puede consumir hasta 1.100 centímetros cuadrados de superficie foliar, 75% de los cuales son consumidos durante el último instar.

Después de haber completado sus cinco estadios, la larva baja al suelo y se esconde debajo de residuos u hojas caídas, y mediante movimientos bruscos (retráctiles) forma una cámara donde pasa el estado de prepupa que dura aproximadamente dos días. La pupa es de color marrón oscuro y puede medir hasta 45 milímetros de largo por 10 de ancho. El estado de pupa tiene una duración de aproximadamente 15 a 26 días.

El *E. ello* es el sphingido más común en el Nuevo Mundo y está distribuido a través de Sur, Centro y Norteamérica hasta Canadá. Existen varias razones para la amplia distribución de este insecto, las cuales parecen ser: a) su gran capacidad de vuelo y adaptabilidad a un alto rango de climas; b) hábito polífago de las larvas; c) la abundancia y amplia distribución de las plantas que le sirven de alimento.

El gusano cachón ataca algunas especies de euforbiáceas y puede completar su ciclo en forestales y en tierras incultas. En Colombia ha sido reportado atacando plantas de importancia económica pertenecientes a otras familias, incluyendo papaya (caricáceas), tomates, tabaco (solanaceae), y algodón (malvaceae). Algunos investigadores han reportado que el género *Erinnyis* ataca solamente plantas que producen látex, el cual parece actuar como estimulante que permite el reconocimiento del hospedero.

4.1.1.1. Métodos de control

Para fines de control, los estados más importantes son los de huevo y larva; los principales enemigos de la plaga la atacan en alguno de estos dos estados,

bien sea depredándola o parasitándola. Para el caso del gusano cachón, podemos mencionar cuatro de los posibles métodos de control: cultural, mecánico, químico y biológico. Lo ideal sería un control integrado basado en el uso de los cuatro métodos anteriores en forma sincronizada y oportuna para lograr mantener la población insectil a niveles que no causen daños de importancia económica.

• **Método cultural**

Este método consiste en modificar las condiciones naturales favorables a la plaga, mediante el empleo de prácticas culturales. Una práctica cultural recomendada es eliminar las malezas, especialmente las euforbiáceas, presentes en la plantación o en sus alrededores, las cuales sirven de hospederos de la plaga. En el caso de ataques continuos de gusano cachón en una zona, se recomienda la rotación de cultivos, ya que al desaparecer el hospedero más prolífero, disminuye la población de la plaga.

• **Métodos mecánico y físico**

Estos métodos de control consisten en la utilización de cualquier medio mecánico para el combate de una plaga. En el caso del gusano cachón se utiliza la recolección manual de las larvas, sobre todo en parcelas pequeñas y su eliminación mediante inmersión en una mezcla de kerosén y agua.

Cuando el cultivo ha sufrido una gran defoliación y las larvas han empupado se puede remover el suelo con un azadón y extraer las pupas para poder así eliminarlas, con lo cual se ayuda a reducir la posible población de adultos.

Aprovechando el hábito nocturno de los adultos, se pueden capturar con lámparas de luz negra tipo BL, o de luz negra azulada tipo BLB, lo cual constituye un método de control físico y una buena manera de observar las variaciones de población de la plaga en el campo.

• **Método biológico**

El control biológico de *Erinnyis ello* es muy eficiente en las etapas de huevo y los tres primeros instares larvares. Este control, acompañado de una buena

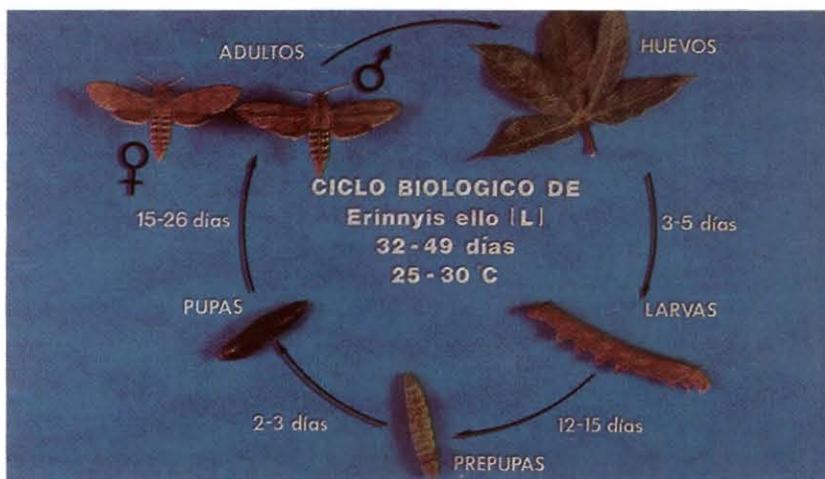


Foto 4.1. Ciclo de vida del gusano cachón (*Erinnyis ello* L.) [Manejo integrado de *Erinnyis ello* (L) CIAT, 1989].

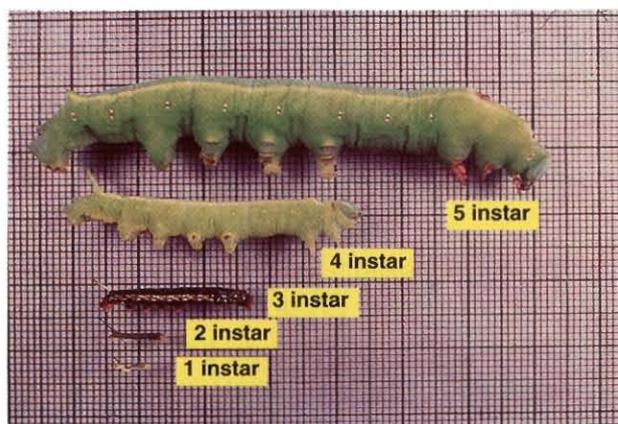


Foto 4.2. Características de los estadios larvares del gusano cachón (*Erinnyis ello* L.). (Foto Entomología de la yuca. CIAT, 1998).



Foto 4.3. Control biológico del gusano cachón (*Erinnyis ello* L.). Izquierda: Parasitismo de *Trichogramma* spp. Derecha: Larvas infectadas por *Baculovirus erinnyis* [Manejo integrado de *Erinnyis ello* (L). CIAT, 1989].

evaluación y reconocimiento de la tasa de la población del insecto en las diferentes etapas de desarrollo, es muy eficaz para evitar las pérdidas de follaje causadas por el insecto a la planta.

El uso de *Bacillus thuringiensis* ha resultado muy efectivo para el control del gusano cachón en su estado larval, en sus tres primeros instares. Se recomienda una dosis de 2 a 4 gramos de producto comercial (Dipel, Thuricide, Bactospeine o Biotrol) por cada litro de agua, aplicando hasta 200 litros de solución por hectárea en aplicaciones terrestres.

Las avispas del género *Trichogramma* spp. ejercen control parasitando los huevos de *E. ello*. Se ha comprobado que la especie más efectiva, *T. exiguum*, logra un 90% de parasitismo. Para inducir o incrementar el control biológico es necesario liberar adultos criados artificialmente en laboratorio.

Se recomienda liberar de 50 a 100 pulgadas cuadradas por hectárea distribuidas en 2 ó 3 aplicaciones, aumentando la dosis según la incidencia de la plaga. Para lograr éxito se debe escoger un buen sistema de liberación, tener en cuenta la calidad del material biológico a liberarse y la época de liberación (huevos frescos, recién puestos), lo cual se logra con una adecuada y constante evaluación de la cantidad promedio de la plaga por estado de desarrollo. Luego de efectuar la liberación se debe evaluar el incremento del parasitismo en el campo; según estudios, después de cuatro días se incrementa en un porcentaje superior al 30%, si se tienen en cuenta todas las precauciones en el momento y en el modo de liberación de la avispa.

El Baculovirus o virus de la granulosis es muy efectivo para el control de las larvas en dosis de 50 a 100 cc por 200 litros de agua aplicados por aspersión con bomba de espalda.

• Método químico

Los insecticidas son componentes muy valiosos dentro del control integrado y sólo se deben utilizar cuando los otros métodos de control sean insuficientes.

Cuando haya necesidad de usar insecticidas se debe tener en cuenta utilizar productos químicos cuyos efectos sobre la fauna benéfica y el ambiente no

sean tan nocivos. Para el gusano cachón se recomienda usar insecticidas cuando el número de larvas de 3^o. y 4^o. instares excedan dos por planta en los tres primeros meses de desarrollo del cultivo.

En caso de una aplicación de insecticidas se recomienda restablecer la fauna benéfica, mediante la liberación de enemigos naturales, 3 a 5 días después de la aplicación.

4.1.2. Chinche de la viruela de la yuca (*Cyrtomenus bergi* Froeschner)

Desde 1980 la chinche de la viruela, *Cyrtomenus bergi* Froeschner, se registró como una plaga importante de la yuca en las principales zonas productoras de Colombia (*Yuca, boletín informativo*, Vol. 7, No. 2, 1983). En contraste con otras plagas que atacan las hojas y los tallos de la yuca, y cuyas infestaciones leves causan poco o ningún daño económico, este insecto ataca directamente las raíces, disminuyendo su valor comercial, y puede causar pérdidas significativas aun con bajos niveles de infestación. La chinche no reduce directamente el rendimiento, pero al introducir su estilete en la raíz, permite la penetración de patógenos hasta el parénquima donde aparecerán manchas de color café o negro.

Además, el ciclo de vida de *C. bergi* es superior a 500 días; por consiguiente, puede permanecer en el cultivo durante todo el ciclo vegetativo e incrementa su población sin necesidad de recurrir a un hospedero alternativo (Vargas, Bellotti, Arias, 1982).

C. bergi es un herbívoro del suelo. La oviposición ocurre en el suelo y las ninfas pasan por cinco instares. Estas se alimentan y se comportan como los adultos, excepto que éstos son capaces de volar. Este insecto cuando es molestado se paraliza (García, 1982). La duración por estados de desarrollo es en promedio de 13.6 días para el estado de huevo, 111.2 días para las ninfas y 293.4 días correspondieron a la del adulto.

Los huevos recién ovipositados son de color blanco y en la medida en que se acercan a la eclosión toman una coloración rosada, su forma es ovoidal

(semiesférica) y miden menos de 1 mm de diámetro. Las ninfas son de una coloración crema en la parte abdominal con varias placas quitinosas fuertes en la parte dorsal. La cabeza y el tórax, como las placas mencionadas, presentan un color marrón oscuro. Las ninfas varían de tamaño entre casi 1 mm en el primer instar ninfal hasta unos 7 mm cuando están en el quinto instar. Las patas en todos los estados presentan espinas fuertes, las cuales les permiten moverse rápidamente dentro del suelo. Cuando las ninfas están en el quinto instar, próximas a pasar al estado adulto, se distinguen porque en la parte terminal del tórax se forman los cojines alares, los cuales se ven más pronunciados lateralmente y las placas abdominales son más grandes.

En el estado adulto, la chinche de la viruela (*C. bergi*) toma una coloración negra brillante y presenta las alas típicas de los hemípteros con una mitad quitinizada y la otra membranosa, que es transparente. El adulto mide aproximadamente entre 7 y 7.3 mm de longitud por 5 mm de ancho.

La chinche es una plaga polífaga que se reportó primero en el Valle del Cauca en 1980, causando daños en maíz (*Zea mays*) y al mismo tiempo en yuca en el departamento del Quindío; después ha sido reportado el problema de esta plaga en la mayoría de las zonas yuqueras de Colombia, incluyendo la Costa Atlántica y los Llanos Orientales. Además del maíz y la yuca, *C. bergi* se ha encontrado ocasionando daños considerables en otros hospederos, incluyendo cebolla junca (*Alium fistulosum*), maní forrajero (*Arachis pinto*), sorgo, caña de azúcar, café, pastos de forraje, papa, espárragos y en numerosas malezas (Bellotti, Riis, 1994; Carballo y Saunders, 1990; Castaño, Bellotti y Vargas, 1985; Peairs y Carballo, 1987; Riis, 1997).

Estudios de laboratorio y campo han indicado que *C. bergi* tiene gran preferencia por alimentarse de variedades con raíces dulces (bajo contenido de HCN) más que de variedades amargas (alto contenido de HCN).

Riis (1990) indicó que los estados del primero y segundo instares ninfal de *C. bergi* no pudieron sobrevivir en yuca, incluso dulce, en laboratorio. En el campo entonces estos estados necesitan plantas hospederas alternantes para sobrevivir y esta alternativa son los pastos y semillas de malezas dentro y alrededor del cultivo.

Los resultados indicaron que el grosor de la cáscara de la yuca puede actuar como un obstáculo para *C. bergi* en los primeros estados para propagarse dentro del cultivo de yuca. En estos estadios el estilete de la chinche es muy corto y no alcanza a llegar al parénquima de la raíz, y en la cáscara de variedades dulces como CMC 40 el contenido de HCN es alto.

Estos resultados indican que una posibilidad de manejo de esta plaga es la utilización de variedades amargas, especialmente cuando las raíces van a ser usadas con fines agroindustriales para alimentación animal, ya que en los procesos de transformación el contenido de HCN se reduce apreciablemente.

4.1.2.1. Descripción del daño

Las ninfas y los adultos se alimentan de la raíz de yuca penetrando la piel y el parénquima por medio de un fuerte y fino estilete, alimentándose del almidón. Patógenos del suelo como *Aspergillus*, *Diplodia*, *Fusarium*, *Genicularia*, *Phytophthora* y *Pythium* spp pueden penetrar en la raíz a través de la herida causada en la acción de alimentarse el insecto (Bellotti, Vargas, Arias, Castaño y García, 1988). Lesiones o manchas que varían de color café a negro se desarrollan sobre el parénquima de la raíz demeritando la calidad de las raíces, haciéndolas inaceptables para su venta y consumo. Estas manchas o puntos necróticos en abundancia producen una apariencia de viruela, razón por la cual se ha dado este nombre al insecto (chinche de la viruela) (Arias y Bellotti, 1985).

El daño causa reducción en el rendimiento, pero las raíces son inaceptables comercialmente. En la parte aérea de la planta no se manifiestan síntomas indicativos de la presencia del insecto y el daño no se detecta hasta que las raíces son cosechadas y peladas.

Cuando la población del insecto es alta y existe alto grado de daño, se pueden observar grumos de látex mezclados con suelo en la superficie de la raíz sobre la cáscara, al momento de cosechar. Cuando las poblaciones son bajas o intermedias y en la yuca están bien desarrollados los daños, se observan mayormente hacia los extremos de las raíces, y las raíces preferidas son las más delgadas y pequeñas (bruchas). Esto en ataques tardíos. El daño causado por



Foto 4.4. Adultos y ninfas de la chinche de la viruela (*Cyrtomenus bergi* Froeschner) (Problemas en el cultivo de la yuca. CIAT, 1981).



Foto 4.5. Escala de daño causado por *Cyrtomenus bergi* F. en raíces de yuca; 1. sin daño, y 5. máximo daño (Entomología de la yuca. CIAT, 1998).

Foto 4.6. Control biológico de *Cyrtomenus bergi* F. con *Metarhizium anisopliae* M. (Entomología de la yuca. CIAT, 1998).



C. bergi por lo tanto es potencialmente un serio problema para el mercado de yuca fresca.

4.1.2.2. Manejo de la chinche de la viruela (*C. bergi* Froeschner)

El control de la chinche es difícil por su naturaleza polífaga y su adaptación al ambiente del suelo. La aplicación de pesticidas es costosa, afecta el medio ambiente y no siempre es efectiva (Arias y Bellotti, 1984; Castaño, Bellotti y Vargas, 1985; Vargas, Bellotti y Arias, 1986). Intercalamiento de la yuca con *Crotalaria* sp reduce el daño en raíces a 4% comparado con el 61% cuando la yuca se siembra en monocultivo (Castaño et al., 1985). Cuando hubo intercalamiento, el rendimiento se redujo en un 22%; por esta razón los agricultores han sido reacios a adoptar esta tecnología.

Estudios recientes indican que hongos y nematodos entomopatógenos pueden ofrecer una solución más aceptable para el control de *C. bergi*. Los nematodos *Steinernema carpocapsae* en laboratorio han resultado exitosos parasitando *C. bergi* (Caicedo y Bellotti, 1994). Una especie nativa (*Heterorhabditis bacteriophora*), encontrada parasitando *C. bergi* en el campo, resultó en un promedio de parasitismo de 84% (Barberena, 1996; Caicedo, 1996; CIAT, 1995).

Hongos entomopatógenos también han sido encontrados parasitando *C. bergi* en el campo. En estudios de laboratorio, la mortalidad por este entomopatógeno alcanzó un 61% durante el quinto instar ninfal, mientras que el promedio general de mortalidad fue 33% (CIAT, 1994).

En bioensayos de laboratorio se evaluaron conidias de diferentes hongos *Beauveria bassiana* (Bals), *Metarhizium anisopliae* (Metsch) y *Paecilomyces lilacinus* (Thorn) sobre adultos de *C. bergi*. La especie *M. anisopliae* fue la más virulenta y se encontraron diferencias significativas con respecto a la susceptibilidad entre ninfas y adultos, lo que indica que el control con entomopatógenos puede ofrecer una buena alternativa para mantener al *C. bergi* a niveles de poca importancia económica.

El manejo de la chinche de la viruela se debe complementar con el monitoreo continuo del cultivo y el conocimiento previo de la infestación del lote. Las apli-

caciones de entomopatógenos en los primeros meses de cultivo ayudan a disminuir considerablemente el daño en la producción.

4.1.3. Los trips de la yuca. Plaga raspadora y chupadora del follaje

En nuestro medio, y haciendo referencia al cultivo de la yuca, es poco lo que se conoce con relación a la biología y morfología de trips que frecuentan estos cultivos. Los trips son insectos diminutos, tan pequeños que fácilmente pueden pasar desapercibidos.

Varias especies de trips son plagas de la yuca en el continente americano. Estas incluyen *Frankliniella williams* (CIAT, 1975), *Frankliniella* sp. (Normanha y Espino, 1964; Shoonhoven, 1974), *Corinotrips stenopterus* (CIAT, 1974; Shoonhoven, 1974), *Euthrips manihoti* (Bondar, 1924 y 1926), *Scirtothrips manihoti* (Costa et al., 1970) y *Caliopthrips masculinus* (CIAT, 1974). El ataque de trips también se ha reportado en Africa y en la India (*Retithrips*, Bellotti, observación personal).

Se dispone de muy poca información sobre la biología de los trips en el cultivo de la yuca. *Frankliniella williams* se desarrolla en el tercio superior de la planta aun en las hojas sin expandir, otras especies prefieren el tercio medio y bajo de la planta. Los trips insertan sus huevos en la nervadura central del envés de las hojas. Las ninfas, de color verdoso o crema, viven cerca de las venas, donde pasan por dos estadios ninfales y dos pupales. Los trips atacan más a menudo durante los períodos secos y las plantas se recuperan al comenzar la estación lluviosa (Urich, 1915; Lewis, 1973), reportado por Tejada en 1975, quien denotó que la mortalidad de los trips es menor en la estación de verano que en la de invierno debido a que la lluvia lava los insectos de la planta.

La cantidad de trips en el cultivo de la yuca puede ser disminuida con el riego artificial como labor cultural del cultivo, y evitar así el uso de plaguicidas.

En Colombia la especie de mayor importancia económica es *Frankliniella williams*, la cual ataca la yema terminal de la planta (hojas en formación todavía sin abrir completamente) y como consecuencia de esto las hojas se desa-



Foto 4.7. *Frankliniella williams*, especie de trips que ataca la yuca (Entomología de la yuca. CIAT, 1997).

rollan anormalmente. Las hojas jóvenes se deforman y presentan manchas cloróticas irregulares. El daño causado por el desgarramiento del tejido foliar durante la expansión ocasiona deformación y distorsión, y se observa la falta de partes de los lóbulos foliares. En hojas que logran expandirse, además de reducir su tamaño normal, se observan hendiduras del borde que llegan hasta la nervadura central; pueden ocurrir una o varias hendiduras en un mismo foliolo. Cuando la población de los trips es alta, se pueden observar en las hojas jóvenes abiertas alojados junto a las nervaduras principal y secundarias, provocando raspados que se ven como rayas múltiples cicatrizadas (suberizadas), a veces con diminutas perforaciones (Arias, observaciones personales). Las raspaduras (heridas) tam-

bién pueden ser causadas en los pecíolos y tallos tiernos, viéndose posteriormente de color café o marrón cuando están cicatrizadas (a manera de corcho) o suberizadas; como consecuencia de esto los entrenudos se acortan. En plantas susceptibles que han tenido recuperación de varios ataques, éstos se pueden detectar al observar alternativamente partes de tallos suberizados en tallos sanos y alrededor de estas secciones se observan hojas pequeñas y deformadas.

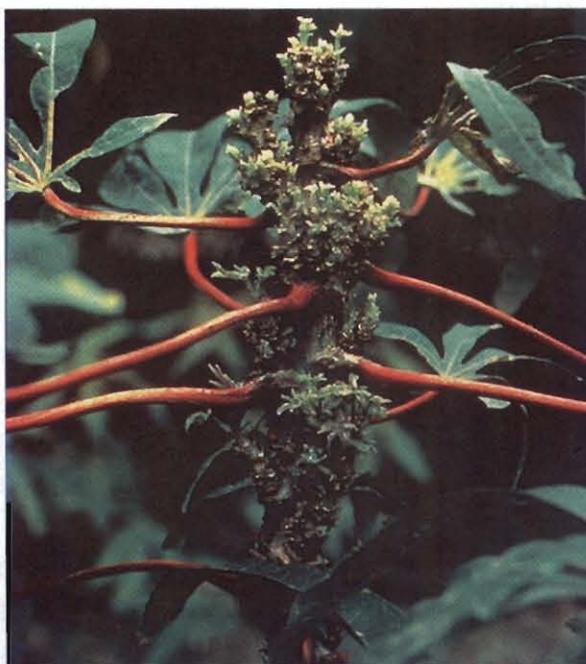


Foto 4.8. Daño causado por trips en variedades susceptibles (Entomología de la yuca. CIAT 1997).

La importancia de *F. Williams* y *Scyrtotrips manihoti* radica en que al ser específicas de los brotes, en condiciones favorables con alta población rompen la dominancia apical de la planta quedando enanas cuando los puntos de crecimiento mueren, dando lugar al crecimiento de yemas laterales, las cuales, a su vez, pueden ser atacadas dándole a la planta una apariencia de superbrotamiento (Bellotti y Shoonhoven, 1977; Normanha y Espino, 1964; Shoonhoven, 1974; Urich, 1915), a la cual se la ha denominado como escoba de bruja. Los síntomas producidos por un ataque severo son similares a los del mosaico de la yuca (Normanha y Espino, 1964).

La reducción en el rendimiento fluctúa de 5.6 a 28.4%, de acuerdo con la susceptibilidad de la variedad. La disminución promedio para ocho variedades susceptibles en Colombia fue de 17.2%. Estos resultados concuerdan con la literatura al respecto, la cual estima en 15% la reducción en rendimiento. En observaciones personales (Arias, años 80) la variedad chirosa en Santander de Quilichao puede ser totalmente destruida por los trips y posteriormente ahogada por la maleza.

4.1.3.1. Manejo

El uso de variedades resistentes que se encuentran fácilmente disponibles es el mejor método de control. El banco de germoplasma del CIAT cuenta con altos niveles de resistencia a *Frankliniella williams* y *C. stenopterus*. Actualmente más del 30% de las variedades es altamente resistente al ataque de trips, y un alto porcentaje muestra síntomas de daño de poca importancia (CIAT, 1974; Shoonhoven, 1974). La resistencia de la yuca a los trips se basa en la vellosidad de las yemas foliares. Al aumentar la pubescencia de las hojas sin expandir se incrementó la resistencia a los trips (Shoonhoven, 1974). La resistencia es de tipo mecánico.

4.1.4. Mosca de la fruta y del tallo de la yuca (*Anastrepha pickeli* y *Anastrepha manihoti*)

Desde 1974 se ha incrementado notoriamente el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en la zona central cafetera de Colombia, que comprende

parte del Valle del Cauca y los departamentos del Quindío, Risaralda y Caldas; esto ha ocasionado una gran proliferación de plagas, entre ellas las moscas de la fruta *Anastrepha pickeli* Costa Lima, colectada en Palmira a 1.008 m, y *Anastrepha manihoti* Costa Lima, colectada a 1.500 msnm en el Quindío. Estas moscas han aparecido endémicamente causando daño severo a las frutas y tallo de yuca (Peña y Belloti, 1977).

Las moscas de la fruta han sido reportadas como plaga de la yuca solamente en las Américas. Cuando atacan las frutas éstas no causan pérdidas económicas (Korykowski y Ojeda, 1968). En las últimas tres décadas estas moscas de la fruta han sido observadas causando daño a los tallos de la yuca en varios países de Centro y Suramérica.

El ciclo biológico de *A. pickeli* Costa Lima comprende: huevo de 4-5 días, con un promedio de 4.44 días, larva de 10-12 días con un promedio de 11.4 días, pupa de 4-22 días con un promedio de 17.35 días y adulto de 1-28 días con un promedio de 6.34 días, para un total de 29-67 días con un promedio de 39.53 días (Vidal y Marín, 1974).

Los huevos de *A. pickeli* miden 1.200 micras de longitud y 300 micras de ancho en su diámetro medio transversal, poseen forma de banano y en un extremo tienen un sifón respiratorio de 800 micras de longitud, el cual sobresale del fruto luego de realizada la oviposición por la hembra y hace reconocer con exactitud cuando los frutos y los tallos de la yuca se encuentran atacados por *A. Pickeli* o *A. Manihoti* (Vidal y Marín, 1974).

En el último estado la larva mide entre 8 y 10 mm de largo y entre 1 y 1.1 mm de ancho. El cuerpo es cilíndrico, pequeño, muy parejo, de una coloración blanco amarillenta, cabeza no definida, posee dos pares de ocelos amarillo claros, mandíbulas sobresalientes en forma de ganchos negros; presenta extremidad abdominal con dos placas amarillas, cada una con tres espiráculos caudales. El último segmento presenta dos elevaciones anales que forman una especie de callosidad (Córdoba y Sarmiento, 1974).

Cuando la larva completa su ciclo en el tallo o fruto, realiza una perforación a través de la cual salta hacia el suelo, donde empupa. La larva se contrae e inmoviliza y se recubre de un «pupario», envoltura quitinosa de 6.3 mm de

longitud y de 2.4 mm de diámetro medio, que presenta un color castaño en forma de barril dentro del cual se forma el imago (adulto). (Vidal y Marín, 1974).

Es una mosca de color café amarillento de aproximadamente 10 mm de largo, alas transparentes adornadas con manchas o bandas café amarillentas que dan una apariencia vistosa. Estos adultos son relativamente lentos y son atraídos por el sudor de las personas, posándose en los brazos y la ropa cuando se está en los lotes de yuca. El abdomen de la hembra presenta una prolongación notoria que corresponde al ovipositor, que es ausente en el macho, por lo cual su abdomen se observa más redondo (Arias V.B., observación personal, Colección de Referencia CIAT).

4.1.4.1. Descripción de los daños causados por la mosca de la fruta en yuca

Normalmente las moscas de la fruta tienen preferencia por ovipositar en el fruto (sexual) que se produce en los racimos florales de la planta.

La mosca selecciona las partes más blandas del fruto para ovipositar, generalmente lo hace en la parte superior cerca del pedúnculo. Cada oviposición es perfectamente visible por el sifón respiratorio que sobresale y por el ennegrecimiento de los tejidos alrededor del huevo; la larva consume todo el interior del fruto, incluyendo las semillas, a diferencia del ataque de *Anastrepha* en otros frutos en donde sólo consume la pulpa dejando las semillas intactas.

En el campo, cuando hay muy pocos frutos o ausencia de éstos y buena población de adultos de mosca de la fruta, las oviposiciones se producen a varios centímetros por debajo del cogollo, debido a que la mosca aparentemente prefiere tejidos jóvenes y blandos. De la punción del ovipositor brota una gota de látex y entonces el tallo presenta en cada oviposición un pelillo correspondiente al sifón respiratorio del huevo, rodeado por una mancha que cada día que transcurre se va tornando de color oscuro.

El tejido alrededor del huevo se descompone y se vuelve negruzco. Las larvas que de estos huevos emergen son de color blanquecino. Las larvitas salen del huevo y comienzan su acción barrenadora en sentido ascendente o descen-



Foto 4.9. Adulto de mosca de la fruta, *Anastrepha* spp (Problemas en el cultivo de la yuca. CIAT, 1981).



Foto 4.10. Daño causado por la mosca de la fruta (Entomología de la yuca. CIAT, 1997).



Foto 4.11. Daño causado por la mosca de la fruta en asocio con *Erwinia carotovora* var. *Caratovora* (Entomología de la yuca. CIAT, 1997).

dente, causando pudriciones dentro del tallo afectado; también, en pocos casos, hay mortalidad del cogollo.

Cuando llega al estado de prepupa hace un orificio en la parte superior del tallo, cerca del cogollo, y lo abandona para ir a empuparse en el suelo (Vidal y Marín, 1974). Por estos orificios se produce emanación de látex, el cual se observa a lo largo de los tallos.

El daño ocasionado por *Anastrepha* spp. está asociado con una pudrición causada por una bacteria: *Erwinia carotovora* var. *carotovora* (Matos, 1977), que penetra en la planta al momento de la oviposición o a la salida de la larva a empupar. Acompañando a dicha bacteria pueden encontrarse algunos patógenos secundarios.

La asociación mosca de la fruta/bacteria no se comprende totalmente. Parece que la bacteria se encuentra en el tallo donde puede vivir epifíticamente. Aunque lo más probable es que la mosca no transporte la bacteria, la larva al excavar en condiciones de alta humedad abre la herida necesaria para que la bacteria penetre en el tallo. En condiciones ambientales favorables de precipitación y humedad, los tallos se pudren (CIAT, 1976). La pudrición no favorece a la larva; al inspeccionar los tallos podridos se encontró un 40% de mortalidad de larvas. O sea que la mayor parte del incremento en la población de este insecto puede atribuirse a infestaciones de la fruta de la yuca o de otros hospedantes alternos más bien que a infestaciones del tallo (CIAT, 1978).

E. carotovora var. *carotovora* se ha observado en la Costa Atlántica, donde las lluvias son moderadas, y en las zonas montañosas con una mayor precipitación anual. Las condiciones de clima y suelo en las cuales aparece el daño más severo también contribuyen a una mejor recuperación de la planta. Sin embargo, cuando la pudrición se presenta en plantas muy jóvenes, éstas pueden morir o la médula y corteza del material vegetativo de propagación pueden ser severamente afectadas.

4.1.4.2. Manejo

Como el daño más severo coincide con la estación lluviosa, la planta se puede recuperar rápidamente y tal vez no se requieran medidas de control. El bracónido

Opius sp. parasita las larvas en la fruta a niveles tan altos como 16%; sin embargo, no se ha encontrado parasitismo de larvas en el tallo. La sustancia atrayente con la que se obtuvieron los mejores resultados en trampas para adultos fue el maíz hidrolizado. En cuanto al control químico, se encontró que el Fenthión aplicado como insecticida sistémico foliar controlaba casi en su totalidad las larvas en el tallo (CIAT, 1997).

- Las mayores pérdidas económicas en yuca debidas al daño de *Anastrepha* son en el material de siembra. Tanto en la germinación como en el rendimiento, las pérdidas pueden ser considerables cuando se usa material de siembra infestado. Por lo tanto, la selección de material de siembra sano se recomienda fundamentalmente y deberá ser incluida por los agricultores en su programa de manejo de esta plaga.
- El uso de trampas Mc Phair con solución de maíz hidrolizado al 2% produjo la mayor captura de adultos de la mosca de la fruta que otras soluciones ensayadas.
- El control químico puede ser una alternativa cuando las poblaciones de adultos y huevos son muy altas en los primeros 3-4 meses de edad del cultivo.
- Es importante tener en cuenta que el control químico para prevenir el daño en las plantas es costoso y difícil de aplicar, además de la contaminación del ambiente.

4.1.5. Plagas rizófagas de la yuca. Chizas blancas, mojoyo o mojoyos

Factores como el uso indiscriminado de agroquímicos, entre otros, han limitado las poblaciones de los enemigos naturales de la chiza, con el consecuente surgimiento del insecto como plaga de importancia económica, pues en muchas zonas la aplicación de dichos productos ya no brinda ningún control (Londoño, 1994).

El manejo de las diferentes especies de chiza ha tenido un gran apoyo en el uso de agroquímicos, aplicaciones de productos granulares al sitio de siembra, insecticidas piretroides, etc.; no obstante, el control químico de estos insectos ha sido deficiente y antieconómico, ya que requiere grandes volú-

menes de agua para lograr que el producto químico se ponga en contacto con la larva o el adulto que está dentro del suelo, a profundidades que varían entre 25 y 79 cm.

Es importante tener en cuenta que el empleo del control químico como única herramienta para el manejo de las chizas es sumamente peligroso, ya que además de los elevados costos económicos que demanda, trae consigo una serie de costos ambientales irreparables tales como la contaminación de suelos y aguas y la aparición de resistencias genéticas por parte de los insectos a la acción de los plaguicidas. Este fenómeno ya se observa con gran preocupación en la región norte del departamento del Cauca, donde las chizas rizófagas constituyen uno de los principales problemas fitosanitarios de las plantaciones de yuca y que, junto a otros insectos, conforman un complejo de plagas subterráneas responsables del daño al sistema radicular de las plantas (Victoria; T.J.A, 1999).

Comúnmente se denomina chizas, mojarros o mojojeyes a las larvas de los cucarrones (coleópteros). Estas son de color blanco, su cabeza es café oscuro, mandíbulas grandes, poseen tres pares de patas en la zona dorsal y el abdomen es prominente y oscuro.

Las larvas que encontramos en la materia orgánica se caracterizan por poseer un gran tamaño (hasta 10 cm), razón por la cual son utilizadas con frecuencia para labores de pesca. Estas son de hábito alimentario saprófago, es decir, que se alimentan de residuos vegetales (materia orgánica) que se encuentran en proceso de degradación o descomposición.

Por otra parte, las larvas que encontramos enterradas en el suelo poseen un tamaño menor al de las anteriores y su hábito alimentario es rizófago, es decir, que se alimentan de las raíces de las plantas.

Las chizas blancas conforman un serio problema fitosanitario en muchos agroecosistemas del mundo, ya que son plagas en su mayoría no específicas que destruyen las raíces y actúan solas o en complejo entomológico y en una o varias épocas del año. Los daños ocasionados por estas plagas pueden llegar a disminuir hasta en un 95% la germinación y causar pérdidas del 70%, por la destrucción de la corteza, las yemas de estacas recientemente sembradas, y la presencia de galerías en la parte leñosa, por lo que la semilla vegetativa

y/o plántula muere. Cuando el daño se presenta en plantas jóvenes (1-2 meses), éstas repentinamente se marchitan y mueren.

Las larvas se alimentan de la corteza de la parte inferior del tallo inmediatamente debajo de la tierra y de las raíces (Belloti y Shoonhoven, 1978).

En los trabajos hechos por Victoria T. J. A. en 1999, se encontró que los principales géneros identificados de chizas rizófagas que atacan al cultivo de la yuca en el departamento del Cauca (Caldono, Buenos Aires y Santander de Quilichao) son *phyllophaga*, *cyclocephala* y *Anomala*. De estos tres géneros el *phillophaga* parece ser el más importante ya que produce daño en las raíces.

Los adultos de las chizas o mojojoes son cucarrones cuyos tamaños y coloraciones varían de acuerdo con el género, entre 1 y 1.5 a 2.0 cm de longitud y 0.5 a 1.0 cm de ancho; su coloración es desde café claro amarillento hasta marrón oscuro. Estos adultos son atraídos por la luz, razón por la cual se los puede encontrar cerca de focos luminosos tanto en el campo como en la ciudad.

Los cucarrones (adultos) buscan la pareja para copular y la hembra coloca los huevos en el suelo, posteriormente las larvas (chizas) eclosionan y se alimentan de raíces de plantas gramíneas (pastos, maíz, sorgo y/o yuca) hasta completar su ciclo, produciéndose nuevamente adultos e iniciándose un nuevo ciclo.

La duración del estado larval es desde 3-4 meses hasta 9 meses, según la especie. Los géneros de menor duración, entre los que atacan a la yuca, son *Anomala* y *cyclocephala*, cuyo ciclo biológico corto les permite hacer su aparición en los dos períodos lluviosos del año (marzo-abril y octubre-noviembre); este tipo de chizas es conocido con el nombre de **bivoltinas**; mientras que otros géneros poseen un ciclo biológico de mayor duración, por lo que sólo se presentan en un período lluvioso del año y son conocidos como **univoltinas**. En este último grupo se encuentra el género *Phyllophaga*, que es el más importante y produce daños en el cultivo de yuca en el departamento del Cauca y posiblemente en el Quindío y otros departamentos, tanto en estacas recién sembradas como en las raíces de plantas adultas.

El ciclo biológico de *Phyllophaga* sp es de aproximadamente un año, presentándose altas poblaciones de adultos en un período lluvioso del año y en el

siguiente; en la época de siembra aparecen daños severos por larvas de tercer instar y en la medida en que se presenta traslape de poblaciones se encuentran daños en raíces. Las chizas bivoltinas se encuentran con mayor frecuencia provocando en alguna magnitud daño en el cultivo de la yuca.

4.1.5.1. Métodos de control

• Control biológico

Para las chizas, en yuca se han identificado varios parasitoides predadores y entomopatógenos, como *metarhizium anisoplide*, y posible *Beaoveria bassiana*. Experimentos realizados por CIAT en años anteriores indicaron que estos hongos pueden ser un método efectivo de control (CIAT, 1974).

De acuerdo con Londoño (1999), algunos enemigos naturales de las chizas encontrados en el oriente antioqueño han demostrado ser útiles en su control, no sólo por su incidencia en condiciones naturales sino porque al ser multiplicados e inoculados al suelo causan mortalidades interesantes. Dentro de estos microorganismos se encuentran *Mearhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, *B. brogniartii* y *Bacillus popilliae* que en ambientes controlados han causado mortalidades por encima del 50%. En condiciones de insectario Corpoica ha evaluado 36 aislamientos de microorganismos entomopatógenos con buenos resultados en el control de chizas; incluyendo los nematodos *Steinerneme carpocapsae*, que causó un 90% de mortalidad, y *Hererorapditis* sp con 70%. De acuerdo con Londoño y Ríos, 1998, en Memorias Socolen 1999, la mortalidad total acumulada causada por todos estos microorganismos probados es alta, llegando en muchos casos al 100%.

• Control químico

Posada y Rivera, citados por Posada (1991) y Londoño (1999), evaluaron la eficiencia de varios productos de uso común en el oriente antioqueño y encontraron que para el cultivo de frijol en relevo los mayores efectos se lograron con carbofurán, pero no superaron el 70%; en condiciones de monocultivo la eficiencia ascendió al 80%. Sin embargo, productos de alta utilización por los agricultores como el clorpirifos no alcanzaron eficiencias del 70%.



Foto 4.12. Larvas y adultos de las chizas blancas [Problemas en el cultivo de la yuca. CIAT, 1981].



Foto 4.13. Daño causado por chizas en las estacas y plántulas de yuca [Problemas en el cultivo de la yuca. CIAT, 1981].

Foto 4.14. Control biológico de chizas con *Bacillus* spp [Entomología de la yuca. CIAT, 1998].



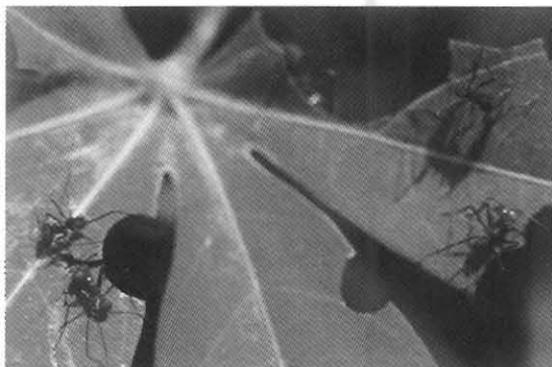
• Control cultural

La preparación de los suelos previa a la siembra ha demostrado ser de gran utilidad en el manejo de este insecto en cultivos de frijol; esta práctica permite exponer las larvas a la acción del aire y del sol, factores de clima que les causan deshidratación y muerte, así como a la predación por aves de distintas especies (Rendón, 1996, citado por Londoño, 1999). Se ha insinuado el uso de algunos extractos de plantas para el control de chiza; el principal efecto observado de éstos sobre la chiza es una irritación que obliga a las larvas a moverse hacia la superficie del suelo con los efectos mencionados anteriormente (Higuita, 1993, citado por Londoño, 1999). Sin embargo, observaciones hechas sobre *clavipalpus* sp indican que los extractos pueden potenciar la acción de organismos entomopatógenos y aumentar la mortalidad sobre larvas de chiza en un 20% más que el entomopatógeno solo (Londoño, 1996).

La recolección manual de adultos en los focos de luz blanca o el uso de trampas de luz a la emergencia de adultos con ayuda de entomopatógenos disminuyen considerablemente la oviposición y por tanto la población de larvas en el suelo. Para esto se deben tener en cuenta las épocas de emergencia de adultos que coinciden con los períodos lluviosos, dos para las bivoltinas y uno para *Phyllophaga* sp.

4.1.6. Hormiga arriera (*Atta* sp.)

El daño lo hacen las obreras que en altas poblaciones causan severas defoliaciones, haciendo cortes semicirculares en las hojas, y aun en yemas, transportando las partes cortadas a los hormigueros que están bajo el suelo y en donde por masticación forman una pasta sobre la cual crece el hongo



Rhizites gongylophora que les sirve de alimento. El daño más común ocurre en plantaciones jóvenes.

Foto 4.15. Hormiga arriera, *Atta* sp. (Problemas en el cultivo de la yuca. CIAT, 1981).

El método más efectivo de control se obtiene siguiendo el camino que hacen las obreras para así localizar las bocas de los hormigueros y de esta manera poder aplicar los medios que eliminarán a la reina. Para este propósito existen varias opciones:

- Aplicación de un insecticida como Lorsban con bomba de insufladora en todas las bocas de los hormigueros y taponando, si fuese necesario, por donde empieza a salir el polvo. Normalmente se necesitan varias aplicaciones.
- Aplicaciones periódicas (cada semana) de cal con bomba insufladora en las bocas de los hormigueros para bajar o alterar el pH del hongo que les sirve de alimento. Si se quiere un efecto más rápido se pueden mezclar nueve partes de cal por una de Lorsban.
- Fumigaciones con disulfuro de carbón, humo de azufre o arseniatos.
- Colocación de gas propano o combustible dentro de los hormigueros y luego fuego.
- Aplicación de Britz: es un insecticida de reciente aparición en el mercado y actúa como cebo atrayente.
- Aplicación de Micobiol cebo. Es un bioinsecticida compuesto de una mezcla de hongos entomopatógenos, micropatógenos y atrayentes naturales. Se demora en actuar y se requieren por lo menos cuatro aplicaciones.

4.2. MANEJO INTEGRADO DE LAS ENFERMEDADES MÁS LIMITANTES EN YUCA

4.2.1. El añublo bacterial (*Xanthomonas axonopodis* pv. *Manihotis*)

Es una de las enfermedades más limitantes del cultivo, presentándose principalmente en la época de lluvia y su intensidad depende de la susceptibilidad de la variedad afectada y del tiempo transcurrido desde que se presentó la enfermedad.

Generalmente el agente patógeno se introduce en una plantación por el uso de estacas tomadas de plantas pertenecientes a plantaciones afectadas, o por semilla sexual proveniente de cultivos afectados.

El agente causal es *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis*. La bacteria penetra en el hospedero por los estomas y por heridas en la epidermis. Es sistémica y se mueve en los tallos y pecíolos a través de los vasos conductores, especialmente por el xilema.

4.2.1.1. Síntomas

Los síntomas característicos del añublo bacterial son manchas foliares que en comienzo son pequeñas y angulares, de apariencia acuosa en el envés, que luego crecen cubriendo totalmente la hoja y van adquiriendo un color marrón; añublo o quemazón foliar, marchitez, muerte descendente, exudación gomosa en los tallos jóvenes infectados, en los pecíolos y en las manchas foliares; los haces vasculares de los pecíolos y de los tallos infectados se necrosan, tomando la apariencia de bandas de color marrón o negro. Los síntomas se presentan de 11 a 13 días después de la infección (Foto 4.16).

El añublo bacterial se considera como una de las enfermedades más limitantes de la producción de yuca en las áreas afectadas, ocasionando pérdidas hasta del 100% de las plantas sembradas.

En Colombia el añublo bacterial se presenta con mayor incidencia y severidad en los Llanos Orientales. En la Costa Atlántica se ha movilizad material de siembra de plantaciones afectadas hacia zonas libres de enfermedad, ocasionando una amplia diseminación e incidencia de la enfermedad en los departamentos de Atlántico, Bolívar, Córdoba, Magdalena y Sucre, constituyéndose en limitante de la producción de yuca en las sabanas de Sucre, Sincelejo y bajo Sinú.

4.2.1.2. Manejo de la enfermedad

Identificación de variedades resistentes. Existen variedades tolerantes como ICA Catumare, Chirosa y la Reina. Para evitar y/o reducir la incidencia de la enfermedad, se recomienda:

- Uso de material de siembra sano.
- De plantaciones sanas.
- De plantaciones provenientes de cultivos de meristemos.

- Por enraizamiento de cogollos y brotes.
- Tratamiento de las estacas sumergiéndolas en una solución de fungicidas cúpricos o productos con yodo.
- Rotación de cultivos con maíz y sorgo.
- Sembrar barreras de maíz para evitar la diseminación por el viento.
- Mejoramiento del drenaje del suelo.
- Control de malezas.
- Fertilización adecuada principalmente con fuentes de potasio.
- Erradicación de plantas enfermas.
- Evitar el movimiento de personas, máquinas y animales de lotes afectados a lotes sanos.
- Eliminación de material afectado después de cosecha.
- Quemar ramas y tallos.
- Incorporación al suelo de residuos de cosechas.

4.2.2. Superalargamiento de la yuca (*Sphaceloma manihotica*)

Esta enfermedad es causada por el hongo *Sphaceloma manihotica*, que crece inicialmente sobre la epidermis del hospedante y luego de su penetración crece en los espacios intercelulares de los tejidos de la epidermis y la corteza. El hongo produce giberelinas, que promueven el crecimiento exagerado de los entrenudos de la planta.

El patógeno causa distorsión o enroscamiento de las hojas jóvenes por chancros en las nervaduras visibles en el envés, tallos y pecíolos.

4.2.2.1. Síntomas

El símbolo característico de esta enfermedad es el alargamiento exagerado de los entrenudos del tallo; el tallo afectado es delgado y débil; las plantas enfermas son mucho más altas y/o raquílicas que las sanas. En la parte verde del tallo, en los pecíolos y en las hojas se observan deformaciones que están asociadas con la formación de chancros, a menudo con bordes oscuros los cuales tienen forma de lente y son de diferente tamaño; en las hojas éstos se

encuentran localizados a lo largo de las venas primarias y secundarias, y en los tallos pueden ser más difusos (Foto 4.17).

Con frecuencia las hojas jóvenes no se desarrollan plenamente ni la lámina foliar alcanza una expansión completa; las hojas igualmente presentan manchas blancas irregulares. A veces ocurre muerte descendente de la planta y muerte parcial o total de la lámina foliar, dando como resultado una defoliación considerable.

Las pérdidas pueden superar el 80% de la producción total en plantaciones jóvenes, mientras que en plantaciones con más de seis meses no se presentan pérdidas significativas. En Colombia se encuentra en los Llanos Orientales, Costa Atlántica y valles interandinos.

La enfermedad se disemina de un lugar a otro mediante el uso de estacas afectadas; los principales focos de infección los constituyen con frecuencia las socas que crecen en las plantaciones originadas de desechos de plantas viejas, dejados en el campo después de la cosecha anterior. La enfermedad se difunde rápidamente durante la estación lluviosa. Se cree que la rápida diseminación ocurre mediante la formación de esporas en los chancros que pueden sobrevivir por períodos de más de seis meses en plantas infectadas y son transportadas por medio de la lluvia y el viento.

4.2.2.2. Manejo de la enfermedad

- Dado que la enfermedad puede diseminarse por el uso de estacas tomadas de plantaciones afectadas, se debe utilizar siempre semilla sana.
- Sembrar cultivares resistentes.
- Tratamiento de las estacas sumergiéndolas en una solución de Benlate tres gramos por litro de producto comercial.
- Rotación del cultivo con gramíneas.
- Siembras durante períodos de menor precipitación.

4.2.3. Mancha de anillos circulares

Esta enfermedad es causada por especies del hongo *Phoma* y aparece duran-



Foto 4.16. Síntomas característicos del añublo bacterial en la yuca. Izquierda: Manchas angulares (Problemas en el cultivo de la yuca. CIAT, 1981). Derecha: Exudación gomosa en tallos jóvenes (Patología de la yuca. CIAT, 1998).



Foto 4.17. Síntomas característicos de superalargamiento en yuca. Izquierda: Chancros en los peciolo y las nervaduras de las hojas. Derecha: Alargamiento de los entrenudos y deformación de las hojas (Problemas en el cultivo de la yuca. CIAT, 1981).



Foto 4.18. Síntomas característicos de las manchas de anillos circulares en la yuca. Izquierda: Anillos concéntricos en el haz foliar. Derecha: Manchas foliares y muerte descendente (Problemas en el cultivo de la yuca. CIAT, 1981).

te la estación lluviosa, cuando la temperatura es menor de 20°C, o en zonas por encima de 1.200 msnm.

4.2.3.1. Síntomas

El hongo causa severas defoliaciones en cultivares susceptibles y a veces muerte descendente o total de la planta. La enfermedad se expresa con manchas grandes, de color marrón a negro, con márgenes indefinidas, localizadas hacia las puntas, en los bordes de los lóbulos o sobre las venas centrales y secundarias. Inicialmente las lesiones muestran anillos concéntricos sobre el haz, los cuales están formados por los picnidios o cuerpos fructíferos del hongo. Las lesiones viejas no presentan anillos, porque los picnidios son arrastrados por el agua lluvia, pareciéndose a las lesiones producidas por *Cercospora vicosae* (Foto 4.18).

En el envés las lesiones son de color marrón oscuro; las venas y venillas mueren formando hilos negros que surgen de las manchas. El hongo invade la hoja y luego el pecíolo y la parte verde del tallo, produciendo defoliación y muerte descendente o total de la planta afectada. La invasión del tallo se inicia a partir de chancros que se forman en la base del pecíolo de la hoja afectada.

4.2.3.2. Manejo de la enfermedad

- Sembrar cultivares resistentes. Las variedades con bajo índice de área foliar pueden verse favorecidas ante la enfermedad, porque se crea un microclima de menor humedad al interior del cultivo.
- Densidad de siembra adecuada.
- Siembra al final de los períodos lluviosos.
- Aumentar distancias de siembra en regiones con temperaturas promedio menores de 22°C.

4.2.4. Pudriciones radicales suaves

Este tipo de pudriciones pueden ser causadas por varias especies del hongo *Phytophthora*, entre los que se encuentran *P. vignae*, *P. citrícola*, *P. palmivora*,

P. drechsleri, *P. cryptogea* y *P. nicotianae* var. *parasítica*. El hongo *Phytophthora* es un habitante natural del suelo, que puede afectar el cultivo en cualquier ciclo; su desarrollo está favorecido por suelos encharcados o con cambios fuertes de humedad o con bajos contenidos de nutrientes.

4.2.4.1. Síntomas

Dado que el patógeno ataca a la planta en cualquier ciclo del desarrollo, se presentan diferentes clases de síntomas:

- Cuando se siembran estacas provenientes de cultivos afectados se puede presentar pudrición de los brotes y de la estaca sembrada.
- En los primeros meses de desarrollo, si se presentan altas cantidades de lluvia y altas humedades relativas, se observa pudrición de brotes, muerte descendente y muerte de la planta en ataques severos.
- En plantas de cinco meses en adelante se presenta defoliación, marchitez y muerte descendente. En el momento de la producción se presentan pudriciones suaves de raíces de almacenamiento, mostrando completo deterioro y exudan un líquido de olor repugnante (Foto 4.19).

Esta enfermedad puede ocasionar altos porcentajes de pérdidas, según el estado de desarrollo de la planta en el que se presente.

En pudriciones de brotes y plantas germinadas se presentan pérdidas de un 30 a un 50% de plantas sembradas. En plantas afectadas de los 3 a los 10 meses puede verse disminuida la capacidad de almacenamiento, afectando la producción hasta en un 30%.

La pudrición suave de raíces, cuando las condiciones climatológicas son favorables al hongo, puede ocasionar hasta un 80% de pérdidas de la producción total en un lote afectado.

4.2.4.2. Manejo de la enfermedad

- Seleccionar la semilla de plantas que no hayan sido afectadas por la enfermedad.

- Verificar si el lote no ha presentado en cultivos anteriores ataques del hongo *Phytophthora*.
- Drenar el terreno.
- Hacer rotación con gramíneas en lotes donde se presente la enfermedad.
- Hacer evaluaciones continuas de la sintomatología, para tomar medidas de control.
- No sembrar un segundo ciclo de yuca en lotes que hayan presentado pudrición de raíces.
- Desinfectar la semilla con un fungicida específico, Ridomil (Metalaxil 3g /l de producto comercial).
- Eliminar residuos de cosechas anteriores de yuca o de cultivos que sean hospederos del patógeno.

4.2.5. Pudriciones radicales secas

Algunas especies fungosas causan pudriciones radicales considerables durante los períodos lluviosos, pero sólo en plantaciones de yuca que se han establecido inmediatamente después de cultivos forestales o de eliminar especies leñoso-perennes. Entre los agentes causales el más importante en América Latina es *Rosellinia necatrix*. La enfermedad inducida por este patógeno se llama pudrición negra a causa del característico color negro de los tejidos infectados y de los chancros radicales que se forman (Foto 4.20). Para evitar esta enfermedad es necesario rotar con cultivos no susceptibles (cereales) antes de sembrar yuca.

Generalmente estas enfermedades se observan poco antes de la cosecha. Inicialmente las plantaciones afectadas presentan amarillamiento en forma de zonas o parches, luego marchitez y finalmente defoliación y muerte descendente.

Se debe rotar con cereales cada vez que la muerte de plantas o la pudrición radical llegue al 3%. Eliminar residuos de yuca afectados y/o desechos de árboles perennes (troncos y ramas en descomposición).



Foto 4.19. Síntomas característicos de pudriciones radicales suaves en la yuca al momento de la cosecha (Problemas en el cultivo de la yuca. CIAT, 1981).



Foto 4.20. Síntomas característicos causados por *Rosellinia necatrix* (Problemas en el cultivo de la yuca. CIAT, 1981).



Foto 4.21. Síntomas característicos de cuero de sapo en la yuca. Izquierda: Formación corchosa de la epidermis. Derecha: Formación fibrosa y corchosa de las raíces (Problemas en el cultivo de la yuca. CIAT, 1981).

4.2.6. Cuero de sapo

Es una enfermedad que puede causar pérdidas de un 50 a un 100%, lo que la convierte en una de las más peligrosas potencialmente para el cultivo de la yuca. Se caracteriza por la reducción del engrosamiento de la epidermis de la raíz tuberosa, obteniéndose una producción baja y sin valor comercial. Las raíces son delgadas, con la zona cortical gruesa, quebradiza, corrugada, con hendiduras retículo alveolares. El parénquima de almacenamiento es reducido y de consistencia fibrosa. A veces aparecen raíces normales y enfermas en una misma planta (Foto 4.21).

La parte aérea de la planta enferma no muestra síntomas notorios; generalmente la planta parece más vigorosa y la base del tallo es más gruesa, pero estos síntomas pasan inadvertidos por cuanto son difíciles de diferenciar. La planta afectada tan solo puede identificarse plenamente al momento de la cosecha mediante los síntomas radicales de la enfermedad, que es transmitida por estacas procedentes de plantas afectadas y por injerto. Existen evidencias de que se puede diseminar en el campo mediante herramientas infectadas por el entrecruzamiento de raíces de plantas vecinas, y mediante el vector *Bemisia tuberculata* (mosca blanca).

Para controlarla se deben usar solo estacas de plantas sanas, desinfectar los machetes con agua-jabón y quemar toda planta enferma.

Para saber si las plantas están afectadas, se pueden injertar tallos de yuca con la variedad secundaria, lo cual expresa los síntomas en hojas, sirviendo como planta indicadora de la presencia del virus.

4.3. MANEJO INTEGRADO DE ARVENSES

La yuca es una planta de naturaleza perenne que en sus primeras etapas de desarrollo presenta un lento crecimiento, lo que hace que en sus períodos iniciales sea susceptible a la competencia de las plantas arvenses por agua, luz y nutrientes.

En estudios realizados por el CIAT en zonas bajas tropicales se observó que la falta del control de malezas en los primeros 60 días reducía el rendimiento en

más de un 50% y que el control debe hacerse hasta que el cultivo cierre (3 a 4 meses después de la siembra). Además que las desyerbas después de los cuatro meses no tenían gran incidencia sobre la producción, aunque es esencial el manejo de malezas para mejorar la calidad de la recolección en el momento de cosecha.

En las zonas de ladera este período crítico se debe prolongar por dos meses más debido a la altitud, ya que las bajas temperaturas causan un crecimiento más lento del cultivo.

4.3.1. Alternativas de control

4.3.1.1. Control manual

Tiene mayor aplicación en fincas de pequeños agricultores, especialmente en siembras asociadas y/o intercaladas donde se aprovecha la mano de obra familiar, y en zonas de ladera con cierta pendiente, en las cuales no es conveniente el uso de herbicidas por el aumento de los problemas de erosión.

El número de las desyerbas necesarias varía según las condiciones climáticas y la variedad de plantas que se encuentren en competencia en el lote; generalmente se realizan dos desyerbas, un plateo y un control con machete cuando las plantas están cerrando.

El control manual tiene varias limitaciones: lentitud en su realización, alto costo de la mano de obra por el alto número de jornales requeridos, posibilidad de daño de las raíces, reparación rápida de las plantas arvenses cuando la desyerba se hace en épocas muy lluviosas.

4.3.1.2. Control mecánico

Consiste básicamente en el uso de una cultivadora accionada por tractor o tracción animal, y es de poca aplicación en yuca porque puede causar muchos daños en las plantas mayores de 30 días y porque no controla las arvenses entre plantas que son las que ejercen mayor competencia al cultivo.



Foto 4.22. Control manual de plantas arvenses en yuca.

4.3.1.3. Control cultural

Las bajas poblaciones y las distancias amplias entre surcos y plantas aumentan la población de arvenses por la entrada de sol sobre el suelo que tiene las semillas y estolones de éstas. Para esto es necesario el control de la población evitando parches de muerte o de mala germinación y manejando poblaciones según la variedad que garanticen el cierre del cultivo a los 3 ó 4 meses de edad.

Escoger variedades de porte alto, con hojas anchas y ramificación temprana, garantiza el cubrimiento más rápido del terreno; el manejo de una buena fertilización ayuda a dar un mejor vigor inicial del cultivo que permite que el crecimiento sea más rápido y las plantas sean de mejor arquitectura foliar.

El uso de mulch y coberturas verdes, además de reducir la competencia de arvenses, reduce la erosión y conserva la humedad del suelo. Se recomienda usar como mulch materiales de lenta descomposición como maíz, pasto puntero y bagazo de caña. Para las coberturas verdes es recomendable utilizar *Desmodium sp.*, frijol y otras leguminosas de ciclo corto.

4.3.1.4. Control químico

Es recomendado para cultivos de mediana y gran extensión debido a los altos costos de mano de obra. Con la aplicación de herbicidas se obtiene

un control más barato y rápido pero se deben tener en cuenta ciertas condiciones:

- Una buena preparación del terreno o del ahoyado; si quedan terrones grandes se hace ineficiente la aplicación.
- Buen contenido de humedad del suelo.
- Uso adecuado de boquillas. La boquilla de abanico TK 2.5 para la fumigadora de espalda es muy práctica en yuca; generalmente se puede graduar para utilizar 200 litros de agua por hectárea. Para aplicaciones de post-emergentes en yuca pequeña se recomienda el uso de pantalla o boquilla marcadora.
- La calibración del operario y del equipo cada vez que se aplique.
- Selección adecuada del herbicida.
- Aplicación oportuna. Los herbicidas preemergentes en yuca se deben aplicar antes de que broten las yemas de las estacas, lo cual ocurre normalmente a los cuatro o cinco días después de la siembra.

• Daños que pueden causar los herbicidas

El uso de herbicidas puede reemplazar las desyerbas que requiere la yuca durante su ciclo de crecimiento. Los herbicidas preemergentes pueden ser particularmente útiles para eliminar la competencia de malezas durante las primeras semanas de desarrollo y permiten, por consiguiente, obtener una máxima productividad. Hay muchos sectores que afectan la efectividad y selectividad de los herbicidas en cualquier cultivo.

Tratándose de la yuca, muchos productos preemergentes y postemergentes son selectivos cuando se emplean adecuadamente, pero hay casos en que los herbicidas causan daño a los cultivos. Los más frecuentes son:

1. Una sobredosis por no haber leído cuidadosamente la etiqueta, haber calibrado mal el equipo, o haberse equivocado al pesar o calcular la cantidad del producto que debía agregarse a la aspersora.
2. La utilización de un producto de una dosis de aplicación recomendada para suelos pesados o arcillosos no debe emplearse para todos los tipos de

suelo. Cuando el contenido de materia orgánica es bajo y el suelo tiende a ser franco-arenoso o arenoso, la dosis debe ser menor.

3. La utilización de una aspersora contaminada con otros herbicidas. El grupo de herbicidas que con más frecuencia causa este tipo de problemas son los "hormonales", como el 2,4-D, 2, 4, 5-T, picloram y dicamba. Estos productos se utilizan muy a menudo en cultivos de gramíneas y en pasto, y pueden ocasionar daño cuando se usan los mismos aspersores para cultivos de hoja ancha, a menos que se hayan lavado muy bien.
4. La volatilización de los herbicidas. Algunos herbicidas hormonales se formulan como ésteres, que son de intermedio a altamente volátiles. Cuando se aplican a cultivos de gramíneas o praderas cercanas a las plantaciones de yuca, el vapor puede afectar la yuca.
5. El arrastre por el viento. Si se aplica un herbicida no selectivo a otro cultivo cercano al lote de yuca, el viento puede transportar el herbicida y ocasionar daños.
6. La lixiviación de los herbicidas. Algunos herbicidas preemergentes mantienen su selectividad por cuanto permanecen en los primeros centímetros del suelo y no entran en contacto directo con las raíces; sin embargo, si se presentan lluvias abundantes pueden ser lixiviados y llegar a la zona de las raíces ocasionando daños. Esto ocurre únicamente en suelos livianos y con productos solubles.
7. Una aplicación postemergente mal dirigida. La yuca no tolera mucho contacto foliar con herbicidas postemergentes. Por lo tanto, las recomendaciones indican que la aplicación postemergente debería dirigirse a las malezas, evitando en lo posible el contacto con el cultivo, ya que de lo contrario se ocasionarán daños.
8. El uso de productos contaminados. Aunque no es muy frecuente, se han dado casos en que los insecticidas, fungicidas y fertilizantes se han contaminado con herbicidas por estar almacenados en la misma bodega. Por otra parte, los pesticidas pueden confundirse con otros productos agrícolas si no se conservan en su envase original.

9. La acumulación de herbicidas preemergentes incorporados. La construcción de camas o camellones para la siembra aumentará la concentración de algunos herbicidas incorporados; como resultado, algunas estacas podrían sembrarse en camas en donde hay una relativa sobredosis del producto.
10. El efecto residual de los herbicidas aplicados a cultivos anteriores. Algunos herbicidas pueden tener un efecto más prolongado que el ciclo de cultivo anterior, y el residuo es algunas veces tóxico para la yuca; por ejemplo, una dosis fuerte de atrazina en el sorgo podría persistir y ocasionar daño cuando se siembra yuca.

RESUMEN DEL CAPÍTULO 4

El cultivo de yuca se ve afectado durante su ciclo vegetativo por una gran cantidad de plagas y enfermedades, que reducen el nivel productivo y la calidad del producto en el momento de la cosecha.

Actualmente el manejo integrado de plagas y enfermedades en yuca es una de las claves del éxito ya que teniendo en cuenta el historial del lote, los monitoreos constantes y el buen manejo inicial de la semilla de siembra y su fertilización se evita el ataque de muchas plagas y enfermedades limitantes del cultivo y se tiene la oportunidad de controlar las plagas y enfermedades que se presenten a menor costo y con el mínimo impacto ambiental.

Conocer el origen de las estacas y controlar su corte y selección brindan la garantía de evitar el transporte de plagas y enfermedades que aumentan los costos y disminuyen la calidad del producto final.

Actualmente se cuenta con respuestas de control de origen biológico de menor costo para la gran mayoría de plagas que son muy eficientes si están acompañadas de un buen monitoreo y un buen manejo del control.

El éxito en el trato de enfermedades radica en un plan de manejo técnico de la semilla y el establecimiento del lote acompañado de un monitoreo constante por personas que conozcan muy bien la sintomatología de las enfermedades.

Práctica 4.1. Monitoreo y manejo integrado con registros de una plaga o enfermedad

Objetivos

Una vez ejecutada esta práctica, los participantes estarán en capacidad de:

- Identificar las etapas del ciclo de vida del gusano cachón y su respectivo control biológico.
- Manejar correctamente el control de huevos de cachón con *Trichogramma* sp.

Recursos necesarios

Para llevar a cabo esta práctica se requiere lo siguiente:

- Lote(s) para hacer el recorrido de diagnóstico de plagas.
- Historial del lote donde se va a realizar el diagnóstico.
- *Trichogramma* sp. en cartulinas, unas recién compradas y otras listas para eclosionar.
- Porrónes de plástico y telillas para tapar.
- Porrón con la avispa saliendo para enseñar a hacer el recorrido.

Orientaciones para el instructor

- Explique claramente los objetivos de la práctica.
- Divida el grupo en tres subgrupos.
- Explique cómo se hace el recorrido de reconocimiento de plagas y enfermedades o monitoreo de un lote y como se libera *Trichogramma*, basado en los contenidos del módulo; tenga en cuenta las necesidades del auditorio para enriquecer la práctica.
- Cada subgrupo nombrará un relator.
- Las dos horas de práctica serán para subsanar todas las dudas de los participantes con el fin de que tengan clara su tarea para el seguimiento.
- Cada subgrupo dispondrá de los recursos necesarios para ejecutar la práctica.
- Para trabajo de seguimiento

Tiempo sugerido para la práctica inicial. 2 horas

Instrucciones para el participante

Todos los subgrupos realizarán la práctica basados en las siguientes instrucciones:

- Realizar el recorrido de reconocimiento de plagas y enfermedades por el lote seleccionado en forma de Z o X, según las especificaciones aprendidas en clase.
- Enfatizar en el reconocimiento de los diferentes instares de crecimiento del gusano cachón.
- Tomar todos los materiales necesarios para la liberación de *trichogramma* sp. por subgrupo.
- Realizar la liberación según las instrucciones del profesor
- El relator es el responsable de velar por que los integrantes de su subgrupo realicen todas las actividades.
- El relator se encargará de presentar en la discusión todas las actividades realizadas por su grupo durante la práctica.

Grupo No.: _____ Fecha: _____

Relator: _____

Persona de seguimiento: _____

Tabla de Resultados

| Control de actividades | Sí | No | Observaciones |
|--|----|----|---------------|
| Recorrido por el lote reconociendo plagas y enfermedades | | | |
| Plagas reconocidas | | | |
| Reconocimiento de daño causado por plagas | | | |
| Reconocimiento de síntomas de enfermedades | | | |
| Conteo y reconocimiento de instares de crecimiento de cachón | | | |
| Liberación de <i>Trichogramma</i> sp. | | | |
| Selección de otra forma de control para gusano cachón | | | |
| Decisión de manejo de otra plaga por historial del lote | | | |
| Prevención de enfermedades | | | |
| Manejo de enfermedades presentes en el lote | | | |

Práctica 4.1. Monitoreo y manejo integrado con registros de una plaga o enfermedad

- Cada relator de grupo expone ante la audiencia los resultados obtenidos durante la práctica.
- El instructor hace la síntesis de los resultados obtenidos por los grupos.
- La síntesis de la información obtenida permite la discusión y revisión de las actividades realizadas en la práctica.
- Se hacen en grupo las recomendaciones que se tendrán en cuenta para realizar prácticas en el manejo de plagas y enfermedades.
- El instructor resuelve los interrogantes de la audiencia, orienta las discusiones y con el grupo resalta las conclusiones y recomendaciones más importantes de la práctica.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar J.A., González A., López J., Concepción, Gordon R., et al., 1991. Evaluación y control del daño ocasionado por el chinche subterráneo *Cyrtomenus bergi* Froeschner (Hemiptera: Cydnidae) en el cultivo de la yuca variedad brasileña. El Dorado, Panamá: Instituto Investigativo Agropecuario. Panamá.
- Arias, V.B., 1985. Aspectos ecológicos y de manejo de *Cyrtomenus bergi* Froeschner, Chinche de la viruela de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) Revista Colombiana de Entomología 11(2); 42-46p.
- Barberena M.A., 1996. Capacidad parasítica de dos razas del nematodo *Steinernema carpocapsae* weiser (*Heterorhabditis bacteriophora* poinar, *Rhabditida: Heterorhabditidae*) sobre la chinche de la viruela de la yuca (*C. bergi*) (Hemiptera: *Cydnidae*) en condiciones de laboratorio. Bs thesis, Universidad del Valle, Cali, Colombia. 89pp.
- Bellotti A.C. y Shoonhoven, A. 1978. Plagas de la yuca y su control. Centro de Información sobre yuca. CIAT, Cali. 71 p.
- Bellotti, A.C.; Riis, L., 1994. Cassava cyanogenic potential and resistance to pest and diseases. Acta Horti, 375. 141-51.
- Bellotti, A.C.; Vargas, O., Arias, B.; Castaño, O.; García, C. 1998. *Cyrtomenus bergi* F, a new pest of cassava: Biology, Ecology and Control. In sympl Int. Soc Trop Root Crops Gosier (Guadaloupe) 7th, July 1-6, 1985. Ed. L M Degras pp 551-61. París: Inst. Mat. Rech. Agron.
- Bellotti, A.C.; Smith, L. y Lapointe, S.L. 1999. Recent advances in cassava pest management. Annual Rev. Entomol. 44: 343-70.
- Borror, D.J. y White, R.E. 1970. A field guide to the insects of America North of Mexico. The patersons field guide series. Houston Mifflin Co. Boston 112-117pp.
- Borror, D.J.; DeLong D.M.; Triplehorn C.A., 1976. An introduction to the study of insects. 4a. Ed. Rinehart and Winston 257-283pp.

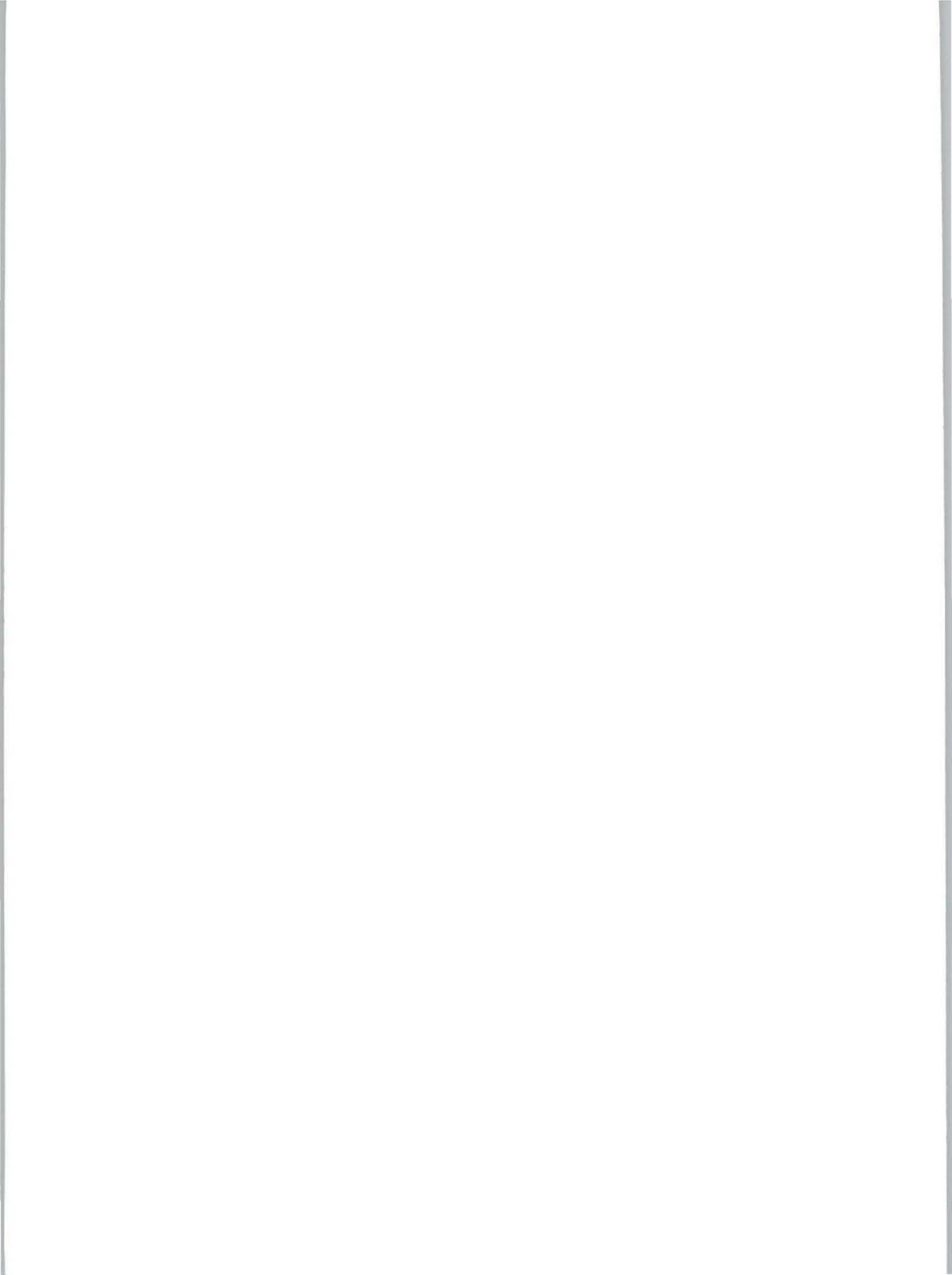
- Carballo, M.; Saunders, J.L. 1990. Labranza del suelo e insecticidas: efecto sobre la incidencia de *Cyrtomenus bergi* Froeschner en maíz, Turrialba 40 (2): 165-168.
- Caicedo A.M.; Bellotti A.C. 1994. Evaluación del potencial del nematodo entomopatógeno *Steinernema carpocapsae* weiser (Rhabditiida:steinernematidae) para el control de *C. bergi* F. (Hemíptero: Cydnidae) en condiciones de laboratorio. Revista Colombiana de Entomología 20 (4):241-246.
- Caicedo A.M.; Bellotti A.C. 1996. Reconocimiento de nematodos entomopatógenos nativos asociados con *C. bergi* F. (Hemiptera: Cydnidae) en ocho localidades de Colombia. Revista Colombiana de Entomología. 22 (1):19-24.
- Castaño O., Bellotti A.C., Vargas, O. 1985. Efecto de HCN y de cultivos intercalados sobre daño causado por la chinche de la viruela *C. bergi*.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1976. Cassava production sistem. In: Annual report 1975. Cali, Colombia. Pp BI-B57.
- _____, 1977. Cassava production sistem. In: Annual report 1976. Cali, Colombia, pp BI- B76.
- _____, 1981. Problemas en el cultivo de la yuca. Cali, Colombia, CIAT, 208p (ISBN 84-89206-08-2).
- _____, 1982. Yuca, investigación, producción y utilización. Cali, Colombia. CIAT. Pp. 367-490.
- _____, 1983. Cali-Colombia. Informe Annual 1982. 229 p.
- _____, 1983. Descripción de las plagas que atacan la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y características de sus daños. Cali, Colombia CIAT 51p (Serie 04SC-04.02)
- _____, 1989. Manejo integrado de *Erinnyis ello* L (gusano cachón de la yuca). Cali, Colombia, CIAT, 62p (Serie 04SC-04.01).

- Fundación para la Investigación y el Desarrollo Agrícola (FIDAR). 1998 Reconocimiento e identificación de chizas rizófagas del cultivo de yuca en la zona de ladera del norte del departamento del Cauca. Folleto divulgativo. FIDAR-PRONATA. AA. 25687. Cali, Colombia. 12 p.
- Higuita 1993. Efecto de extractos naturales sobre chizas. Tesis de grado, Tecnología agropecuario. Universidad Católica de Oriente. Rionegro, 39 p.
- Londoño, Melz, 1999. Complejo chiza en Colombia y perspectivas para su manejo, En Socolen Memorias XXVI Congreso. Santafé de Bogotá D.C. 28, 29 y 30 de julio, 1999. 267p.
- Londoño, M y Pérez, M. 1994. Reconocimiento de los enemigos naturales de la chiza o mojoy (Coleóptera: Scarabeoidea) en el oriente antioqueño. En Revista Colombiana de Entomología. Vol. 20 No. 3. Pp 199-206
- Pardo, L. C. Franco, M. O. y Alarcón, A. 1993. Contribución al conocimiento de las chizas (Coleóptera: Scarabeoidea) de San Antonio, Cauca - Colombia. En Diversidad y manejo de plagas subterráneas. Sociedad Mexicana de Entomología. México.
- Tabares, L. M., Alvarez, E., Loke, J y Llano, G. 2000. Enfermedades de mayor importancia en el cultivo de la yuca. Revisión bibliográfica. CIAT, Programa de Patología de Yuca. 7 p.
- Victoria, T.J.A. y Pardo, L.C. 1999. Avances en el estudio de las chizas (Coleóptera: Meloconthidae) observadas en la rizosfera de yuca y otros cultivos en tres municipios del Cauca, Colombia.
- Victoria, T.J.A. 2000. Reconocimiento de enemigos naturales de chizas rizófagas (Col: Melolonthidae) del cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en tres municipios de la zona de ladera del norte del departamento del Cauca. Problema especial presentado como requisito para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. 50 p.



CAPÍTULO 5

*Cosecha, empaque
y transporte de las raíces
de yuca.*



FLUJOGRAMA PARA EL ESTUDIO DEL CAPÍTULO 5

Cosecha, empaque y transporte de las raíces de yuca

Objetivos

General

- Al finalizar el estudio del Capítulo, los participantes estarán en capacidad de realizar la cosecha de la yuca, conservando la calidad, empacándola y transportándola cuidadosamente para evitar daños al producto.

Específicos

- Identificar los principales aspectos para tener en cuenta en la cosecha de yuca.
- Señalar la necesidad del cambio de empaque para el manejo del producto.
- Identificar la forma adecuada de empaque de las raíces de yuca.
- Clasificar el tipo de transporte.
- Identificar los preparativos para el futuro medio de transporte.
- Describir los procedimientos de carga y descarga del producto.

Contenido

Introducción

5.1. Planeación de la producción con base en el mercado

5.2. Factores de precosecha que inciden en la poscosecha

5.3. Deterioro poscosecha

5.3.1. Tipos de deterioro poscosecha de las raíces de yuca

5.4. Cosecha

5.5. Índices de cosecha

5.5.1. Medios visuales

5.5.2. Por cálculo (cronológico)

5.5.3. Medios físicos

5.5.4. Contenido de almidón

5.6. Métodos de cosecha

5.6.1. Cosecha manual

5.6.2. Cosecha con ayuda mecánica

5.7. Empaque

5.7.1. Ventajas de un buen empaque

5.7.2. Recomendaciones

5.8. Medios de transporte

5.8.1. Transporte en la finca

5.8.2. Transporte de la finca al centro de acopio

5.8.3. Transporte del centro de acopio a los mercados

5.8.4. Recomendaciones

Bibliografía

Resumen del capítulo

Práctica

- 5.1 Comparar la calidad del producto en cosecha convencional con las prácticas aprendidas

CONTENIDO

| | Página |
|---|---------------|
| Flujigrama para el estudio del Capítulo 5 | 5-3 |
| Introducción | 5-6 |
| 5.1 Planeación de la producción con base en el mercado | 5-7 |
| 5.2. Factores de precosecha que inciden en la poscosecha | 5-8 |
| 5.3. Deterioro poscosecha | 5-9 |
| 5.3.1. Tipos de deterioro poscosecha de las raíces de yuca | 5-10 |
| 5.4. Cosecha | 5-12 |
| 5.5 Índices de cosecha | 5-13 |
| 5.5.1. Medios visuales | 5-14 |
| 5.5.2. Por cálculo (cronológico) | 5-14 |
| 5.5.3. Medios físicos | 5-15 |
| 5.5.4. Contenido de almidón | 5-15 |
| 5.6. Métodos de cosecha | 5-15 |
| 5.6.1 Cosecha manual | 5-16 |
| 5.6.2. Cosecha con ayuda mecánica | 5-19 |
| 5.7. Empaque | 5-21 |
| 5.7.1. Ventajas de un buen empaque | 5-22 |
| 5.7.2. Recomendaciones | 5-23 |
| 5.8. Medios de transporte | 5-24 |
| 5.8.1. Transporte en la finca | 5-24 |
| 5.8.2. Transporte de la finca al centro de acopio | 5-24 |
| 5.8.3. Transporte del centro de acopio a los mercados | 5-26 |
| 5.8.3.1. Tipos de transporte utilizados del centro de acopio a los mercados | 5-27 |
| 5.8.4. Recomendaciones | 5-28 |
| Resumen del Capítulo 5 | 5-29 |
| Práctica | 5-30 |
| Bibliografía | 5-32 |

LISTADO DE FIGURAS

| | |
|---|------|
| Figura 5.1. Sección transversal de una raíz de yuca (Hunt et al., 1977) | 5-9 |
| Figura 5.2 Poda de la parte aérea de la planta | 5-17 |

| | Página |
|--|---------------|
| Figura 5.3. Cuchilla que se coloca en la barra porta-herramientas del tractor para remover el suelo | 5-19 |
| Figura 5.4. Uso de la cuchilla con el tractor | 5-20 |

LISTADO DE FOTOS

| | |
|--|------|
| Foto 5.1. Síntomas típicos del deterioro fisiológico (izquierda) y microbiano (derecha) de las raíces de yuca | 5-10 |
| Foto 5.2. Índice de cosecha de raíces de yuca. Obsérvese la caída de las hojas | 5-14 |
| Foto 5.3. Extracción de las raíces de yuca | 5-18 |
| Foto 5.4. Cosecha de las raíces de yuca | 5-18 |
| Foto 5.5. Separación de las raíces que salen adheridas al tallo | 5-18 |
| Foto 5.6. Heridas causadas durante la cosecha | 5-18 |
| Foto 5.7. Empaque tradicional de las raíces de yuca (costal de fique) | 5-25 |
| Foto 5.8. Empaque recomendado para las raíces de yuca (canasta plástica) | 5-25 |
| Foto 5.9. Transporte de los bultos de yuca del lote a los camiones | 5-25 |
| Foto 5.10. Transporte de yuca en canastillas plásticas | 5-25 |

INTRODUCCIÓN

La importancia de la yuca (*Manihot esculenta*) como alimento radica en ser una fuente económica de calorías, especialmente para la población de bajos recursos económicos, lo cual hace primordial la aplicación y estudio de nuevas alternativas tanto para el mejoramiento de su cultivo y producción como para su conservación luego de la cosecha y durante su comercialización.

En la actualidad la comercialización de la yuca vendida para consumo humano se ve afectada por las considerables pérdidas, especialmente en mercados distantes de las regiones productoras. Estas pérdidas son ocasionadas por el rápido deterioro que sufren las raíces una vez son cosechadas, que adicionalmente se ve incrementado por la falta de planificación del cultivo y el maltrato causado durante la manipulación y transporte a los centros de venta.

La cosecha es una de las labores más importantes dentro de la cadena de producción a poscosecha. El buen manejo de las operaciones de cosecha generalmente se refleja en la rapidez con que el producto se mueve del campo al mercado o al centro de acopio.

Los productos agrícolas se producen, por lo general, a grandes distancias de los centros de consumo y/o procesamiento; en muchos casos, el transporte constituye la operación más costosa en el canal de comercialización y la de más cuidado en el manejo, ya que por su duración es en la que se puede deteriorar más el producto.

5.1. PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN CON BASE EN EL MERCADO

Planear es anticiparse al futuro y definir las actividades que permitan lograr las metas establecidas, con el único propósito de ofrecer un producto de excelente calidad en el momento oportuno, en las condiciones establecidas, que genere rentabilidad y satisfacción a cada uno de los actores de la cadena.

Al realizar un **Estudio de Mercados** se puede obtener la siguiente información:

- Destino: Consumo interno, comercialización en fresco, industrialización.
- A quién le va a vender su producto.
- A qué precio va a vender.
- Qué cantidades va a vender.
- En qué condiciones y dónde va a vender el producto.
- En qué condiciones de pago.
- Con qué frecuencia requiere el producto.
- Debe tener en cuenta la competencia, los riesgos y normas gubernamentales.
- Establecer convenios o contratos con los comercializadores, que garanticen la compra de su producción con determinados parámetros.

El **componente tecnológico** permite definir el paquete tecnológico a aplicar en el cultivo y las potencialidades de la finca para poder explotar el cultivo de la yuca y que permitan obtener un producto que cumpla con los parámetros exigidos por el comprador o el consumidor.

Los **recursos económicos**. Conociendo las características del mercado a satisfacer y el paquete tecnológico a aplicar, se puede calcular el valor total de la inversión y determinar su rentabilidad.

Y el **recurso humano** calificado necesario garantiza el correcto cumplimiento del plan a seguir.

El analizar todos estos factores implica que el productor debe actuar como «empresario», es decir que debe desarrollar habilidades para administrar, para negociar y para aplicar conocimientos técnicos.

RECUERDE...

- ...que la planificación se puede ver afectada por algún factor interno (problema técnico) o externo (importación de yuca), para lo cual hay que estar preparado y dispuesto a tomar los correctivos pertinentes.
- ...que planificar con base en los mercados de destino permite reducir los riesgos y la probabilidad de éxito es mayor.
- ...que para producir para mercados especializados es necesario producir calidad, entregar el producto en forma continua y oportuna y garantizar la entrega de las cantidades acordadas.

5.2. FACTORES DE PRECOSECHA QUE INCIDEN EN LA POSCOSECHA

Cabe anotar que en la única etapa que podemos mejorar la calidad de la yuca es en la precosecha; después lo único que podemos hacer en la cosecha y poscosecha es mantenerla, realizando unas adecuadas y oportunas labores en ambas etapas.

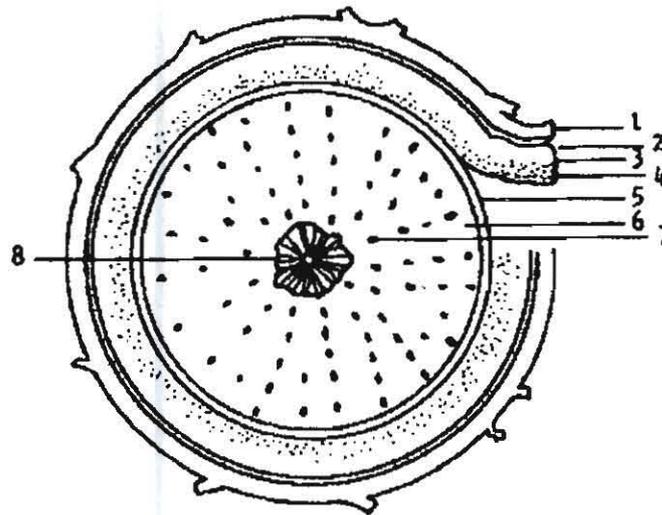
Los productores de yuca en Colombia establecen sus cultivos en condiciones agronómicas a veces muy desfavorables, con muchos problemas que afectan la calidad de las raíces, como son: mala preparación del terreno y deficiencias en el manejo de plagas y enfermedades. Entre los factores más importantes de la precosecha tenemos:

- Preparación del terreno.
- Selección, preparación, manejo y almacenamiento de semilla.
- Variedad.
- Material de siembra.
- Manejo integrado de plagas, enfermedades y arvenses.
- Análisis y condiciones de fertilidad del suelo.
- Prácticas de siembra.

Se recomienda consultar los capítulos 1 al 4 de este manual.

5.3. DETERIORO POSCOSECHA

La parte más importante de una raíz de yuca la constituye la pulpa o parénquima que está básicamente formada de haces xilógenos (xilema), distribuidos en forma de estrías y en los cuales se concentra el almidón de la raíz. En el centro de la raíz se encuentra el xilógeno fibroso central mientras que en la periferia se localiza la corteza o cáscara constituida de capas superpuestas de tejidos corchosos, fibras esclerenquimatosas, vasos con látex y cámbium (Domínguez, 1983).



- | | |
|----------------------------|--|
| 1. Periderma o cascarilla. | 5. Cámbium. |
| 2. Esclerénquima. | 6. Parénquima (almacenamiento de almidón). |
| 3. Parénquima cortical. | 7. Vaso de xilema. |
| 4. Floema. | 8. Haces xilógenos y fibras. |
| (1 a 4 = cáscara). | |

Figura 5.1. Sección transversal de una raíz de yuca (Hunt et al., 1977, citado en el libro *Yuca, Investigación, Producción y Utilización*. CIAT, Cali, Colombia 1982).

Los síntomas de deterioro de las raíces de yuca aparecen durante los tres primeros días después de la cosecha y se manifiestan por cambio de coloración en los tejidos parenquimáticos y los haces xilógenos. Estos últimos adquieren tonos azulados o azul oscuro para luego pasar a coloración café o

marrón, en forma de estrías vasculares que se pueden observar en secciones longitudinales de las raíces (Montaldo, 1973). Las estrías pueden llegar a tener un color negro, causado por el oscurecimiento de las paredes celulares de los haces xilógenos y por la aparición de oclusiones de origen parenquimático dentro de ellas mismas (Rickard, 1982). Los cambios de coloración pueden extenderse a las células parenquimáticas, las cuales presentan un tinte azulado y también pueden mostrar síntomas de desecación.

5.3.1. Tipos de deterioro poscosecha de las raíces de yuca

El inicio y el grado posterior del deterioro de las raíces está estrechamente relacionado con la presencia de daños mecánicos, los cuales son normalmente ocasionados al momento de la cosecha; algunas características varietales (longitud de las raíces, presencia de pedúnculos largos, etc.), la textura, el grado de compactación del suelo y la forma de cosecha son algunos de los factores que afectan la incidencia de los daños mecánicos (Cocket, 1978). Las áreas distal y proximal de la raíz son las más propensas a sufrir estos daños.

Como se indicó anteriormente, después de la cosecha las raíces de yuca pueden sufrir dos tipos de deterioro: fisiológico y microbiano.

• Fisiológico

El primero en aparecer es el fisiológico, por el cual los tejidos de la raíz se



tornan de color azul-negro, especialmente cerca del xilema. Este deterioro es causado por la acumulación de compuestos fenólicos después de la cosecha, los cuales se polimerizan para formar los pigmentos de color azul negruzco.

Foto 5.1. Síntomas típicos del deterioro fisiológico (izquierda) y microbiológico (derecha) de raíces de yuca.

Los signos visibles de deterioro fisiológico aparecen 24 a 48 horas después de la cosecha, pero antes que esto ocurra las raíces ya muestran una fluorescencia azul brillante bajo la luz ultravioleta, debido a la acumulación de un fenol denominado escopoletina, el cual es un indicador seguro de que el deterioro se ha iniciado.

El deterioro fisiológico comienza en las heridas que ocurren casi siempre en los extremos distal y proximal de la raíz, durante el proceso de cosecha.

Es causado por procesos bioquímicos complejos donde actúan enzimas tipo peroxidasas y polifenoloxidasas. Los cambios de color constituyen una respuesta de los tejidos a daños causados por golpes, heridas que se extienden rápidamente a lo largo de la raíz. En las raíces se presentan oclusiones de los haces xilogénicos y la producción de compuestos fluorescentes en el parénquima (Montalvo, 1985).

El pardeamiento enzimático es el producto de la transformación de los compuestos fenólicos en polímeros que aportan color pardo o negro. Los pigmentos formados por pardeamiento enzimático se designan con el término general de melaninos (Cheftel, 1989).

Al evitar todo tipo de golpes y heridas se reduce el deterioro fisiológico, ya que son las causas principales del pardeamiento enzimático.

• **Microbiano**

Los daños mecánicos ocurridos en las operaciones de cosecha y en el transporte son entradas para que se presente el deterioro microbiano o descomposición, el cual empieza del quinto al séptimo día después de la cosecha. Este deterioro se manifiesta inicialmente por un estriado vascular semejante al observado en tejidos con deterioro fisiológico; posteriormente se convierte en una pudrición húmeda, con fermentación de los tejidos, causada por varios hongos y bacterias que actúan como patógenos de las heridas.

El conocimiento de los mecanismos responsables del deterioro poscosecha permite aplicar varios principios en el diseño de sistemas de almacenamiento con el fin de prevenir o eliminar el deterioro.

El deterioro microbiano está asociado a la actividad de microorganismos patógenos y es propiciado por ambientes de humedad relativa y temperaturas altas, especialmente en raíces con daños físicos. En estudios de laboratorio se han podido aislar hongos de los géneros *Penicillium*, *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Fusarium* y varias especies de *Bacillus*, *Pseudomonas* y *Corynebacterium*. Por lo tanto se consideran infecciones secundarias que ocurren después de los daños mecánicos causados a las raíces.

5.4. COSECHA

Es importante recordar que la eficiencia en la práctica de cosecha se refleja en la rapidez con que el producto se mueve del campo al mercado, o al centro de acopio (rural y urbano); y en un adecuado manejo para reducir daños, lo mismo que en una respuesta adecuada para seleccionar lo que el cliente espera.

Aunque generalmente la cosecha se define como el conjunto de raíces recogidas, el manejo actual de los cultivos confiere a la cosecha una serie de aspectos importantes, que van desde la planeación de la cosecha, la manera de retirar las raíces de la planta, su acondicionamiento y selección, hasta el empaque para ser trasladadas al sitio donde se comercializan.

El manejo que se dé al producto durante las diferentes operaciones de la cosecha está muy relacionado entre sí, e incidirá en la calidad y aprovechamiento posterior de las raíces. El cultivo de la yuca para la mayoría de los pequeños productores es un cultivo de pan-coger y como en la mayoría de ellos, no se hace una correcta planeación de la producción para asegurar que su cosecha coincida con la demanda en el mercado, sino que las raíces de yuca se comercializan durante todo el año.

Es importante hacer una inspección al lote que se va a cosechar para asegurar que las raíces reúnan los requerimientos de los distintos mercados. En el interior del país a esto se le denomina "cateo". Se verifica tamaño, cantidad, textura y color en varios sitios.

En los cultivos de yuca de la mayoría de las zonas productoras de Colombia la cosecha de las raíces se hace en forma manual y se tiene poco cuidado en el

proceso; lo anterior, sumado a problemas que se presentan en la precosecha, origina una serie de pérdidas que causan disminución en la producción.

La época de la cosecha de las raíces de yuca depende de la variedad y de las condiciones agroclimáticas donde se desarrolla el cultivo. La yuca, como los demás productos agrícolas, presenta mayor frescura y por consiguiente mejores condiciones para el manejo en las primeras horas de la mañana o en las últimas horas de la tarde.

Los productores durante la labor de cosecha después de la extracción colocan las raíces sobre los surcos donde estaban las plantas y de esa manera las raíces se someten a factores climáticos que demeritan la calidad. El producto cosechado debe colocarse en un sitio de acopio en la finca que lo proteja del sol y del viento hasta el momento del empaque o cargue, para no aumentar el calor interno que acelera procesos fisiológicos y microbianos que deterioran la calidad.

No es aconsejable cosechar las raíces de yuca cuando esté lloviendo, ya que el exceso de humedad trae consecuencias nocivas para el producto; por ejemplo, puede acelerar el desarrollo de pudriciones dentro del empaque o en el almacenamiento.

Por ser un producto altamente perecedero es importante tener presente que la hora de la cosecha debe estar en función de la disponibilidad de mano de obra, de las condiciones ambientales, así como de la demanda del mercado.

5.5 ÍNDICES DE COSECHA

Una condición importante que determina la vida del producto en poscosecha y en su comercialización es la identificación del momento apropiado para realizar la cosecha, el cual está íntimamente relacionado con las exigencias de un mercado determinado. Por tanto, es esencial que la raíz tenga el tamaño, el grosor y la forma apropiados según las exigencias de los consumidores, para lo cual los operarios deberán recibir capacitación e instrucciones claras y estrictas antes de iniciar la operación; por tanto es importante cono-

cer la habilidad y destreza de cada operario para ejecutar cada una de las tareas de cosecha.

La época y el momento de la cosecha pueden ser determinados por los siguientes métodos:

5.5.1. Medios visuales



Foto 5.2. Índice de cosecha de raíces de yuca. Obsérvese la caída de las hojas.

Por la presencia de hojas secas, quebradizas, amarillamiento y caída de las hojas bajas de la planta. Se observan entonces las hojas del primero y segundo tercios sobre la superficie del suelo.

Además, al mismo tiempo se nota la presencia de semillas de la floración y posterior formación de cápsulas y crecimiento de la semilla, con cambio de color (amarillamiento) externo y endurecimiento/oscurecimiento de las semillas. Es tomado como índice del momento en que se puede cosechar un producto de excelente calidad culinaria.

5.5.2. Por cálculo (cronológico)

Está dado por los meses transcurridos desde la siembra. Generalmente en la zona cafetera y norte del Valle ocurre desde los 11 a 14 meses de edad del cultivo. Este método es muy relativo pues varía dependiendo de la variedad sembrada y de las condiciones de luminosidad, temperatura, pluviosidad y suelos de cada uno de los lotes. En la zona cafetera los períodos promedio de las variedades sembradas generalmente son:

- Variedad Chirosa (MCOL 2066): 12 meses
- Variedad ICA Catumare (CM 523-7): 13-14 meses
- Variedad ICA (HCM 1): 11-12 meses
- Variedad Mper 183: 12 meses
- Otras: Depende de la variedad

5.5.3. Medios físicos

Hay que tener en cuenta el tamaño, el grosor y la forma de las raíces, para lo cual se remueve el terreno en la zona radical de algunas plantas y se hace una inspección del estado de la cosecha. Este método se denomina generalmente “cateo” y, en algunos casos, se saca la mata para ver textura, leñosidad, sabor, color, etc.

Los métodos anteriormente descritos son subjetivos y no ayudan con certeza a lograr el objetivo que se desea, como es el de cosechar raíces ni muy viejas ni muy jóvenes (delgadas), y son los únicos que se utilizan en el momento. La aplicación de estos métodos no implica dañar las raíces para determinar el punto de cosecha.

Se puede concluir diciendo que si la cosecha se retarda, las raíces se tornan leñosas y de sabor amargo por el alto contenido de ácido cianhídrico; pero si se deja en el suelo por un tiempo aproximado de cuatro meses más, se pueden cosechar las raíces, ya que en ese tiempo disminuye la acumulación de ácido cianhídrico y recuperan su sabor dulce.

5.5.4. Contenido de almidón

Este método tiene aplicación cuando el producto se va a utilizar para la obtención de almidón.

5.6. MÉTODOS DE COSECHA

Es necesario resaltar que el inicio y el grado posterior del deterioro de las raíces están estrictamente relacionados con la presencia de daños mecáni-

cos, la mayor parte de los cuales son normalmente ocasionados al momento de la cosecha.

Ciertas características varietales (longitud de las raíces, pedúnculos largos, etcétera), la textura y el grado de compactación del suelo y los métodos de cosecha, son algunos de los factores que afectan la incidencia de los daños mecánicos en las raíces. Las áreas distal o proximal de las raíces son las más propensas a sufrir daños mecánicos; la mayor o menor adherencia de la cáscara de la raíz al parénquima puede igualmente afectar la susceptibilidad a los daños mecánicos durante la cosecha y el transporte posterior de las raíces. En Colombia se conocen dos métodos de cosecha: cosecha manual y cosecha con ayuda mecánica.

5.6.1 Cosecha manual

Es el sistema o método más utilizado; demanda una gran cantidad de mano de obra aproximadamente de 18 a 20 jornales por hectárea y requiere mucho esfuerzo físico. Representa más del 40% de los costos de producción, debido principalmente al uso de métodos manuales rudimentarios, poco eficientes.

Si la siembra se hace en caballones o en camas, la cosecha es más fácil que cuando se hace en plano; en suelos sueltos o arenosos la operación es más sencilla que en suelos pesados o arcillosos. Además, se facilita mucho la cosecha cuando el suelo está húmedo.

Esto no es aplicable a los suelos franco-arenosos, con alto contenido de cenizas volcánicas. Las labores llevan a una compactación de los suelos y a su endurecimiento, dificultando la cosecha adecuada. El procedimiento normalmente empleado por los pequeños productores para la cosecha manual es el siguiente:

- a) Se hace una poda de la parte aérea de la planta de unos 25 a 30 cm del nivel del suelo. Esta labor se realiza en algunas zonas productoras 3 a 4 días antes de la extracción de las raíces y en otras de 6 a 8 días. En el interior se hace el mismo día a la madrugada o a medida que se va cosechando.

- b) Con las manos se hala el tallo que queda después de la poda y se extraen las raíces, labor que requiere un gran esfuerzo ya que no utilizan herramientas y el 25% de las raíces quedan enterradas o salen partidas.



Figura 5.2. Poda de la parte aérea de la planta.

En el norte del Valle y en el Quindío se utiliza un “bajo”. Alrededor de la cintura del arrancador se anuda un costal de fique o polipropileno enrollado que le permite ejercer mayor fuerza y facilitar la salida de las raíces.

- c) Luego, con un machete y/o cavador, se desentierran las raíces que no logran salir al halar el tallo.
- d) Con unas tijeras y/o machete se separan las raíces que salieron adheridas al tallo. En esta labor es necesario evitar heridas y daños mecánicos a las raíces, tarea que debe ejecutarse con mucho cuidado, para no causar más daños a las raíces; en lo posible se debe hacer sobre el suelo.
- e) Se colocan las raíces de yuca sobre el surco de siembra e inmediatamente se deben empacar y llevar al centro de acopio de la misma finca; de lo contrario en esta condición se someten las raíces a la acción del sol y así se inicia el deterioro.
- f) Se empacan en costales (sacos) de fibra sintética o de fique, en volumen que no sobrepase los 35 kg/bulto. También se utilizan canastillas plásticas que es el empaque ideal, de acuerdo con el mercado de destino. Si esta labor no se realiza con cuidado las raíces sufren daños como heridas, rotura, abrasión, tallado con cuerda, golpes y magulladuras que aceleran su deterioro.



Foto 5.3. Extracción de las raíces de yuca.

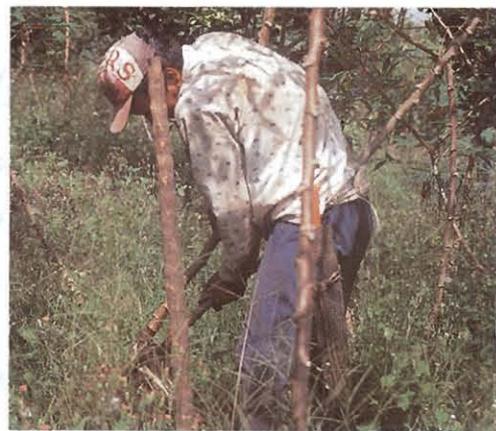


Foto 5.4. Cosecha de las raíces de yuca.



Foto 5.5. Separación de las raíces que salen adheridas al tallo.



Foto 5.6. Heridas causadas durante la cosecha.

Recomendaciones basadas en los problemas identificados en las labores de cosecha:

- Utilizar métodos que aumentan la fuerza como el “bajo”, “maquiar” la mata (moverla hacia varios lados) para aflojar la tierra.
- Humedecer el terreno un día antes de la extracción de las raíces con la finalidad de facilitar la operación.

- Remover el suelo con herramientas adecuadas, tales como cavador, barra, machete, con el propósito de facilitar la extracción y disminuir o evitar daños a las raíces (heridas o roturas).
- Una vez cosechadas las raíces, colóquelas a la sombra (debajo de un árbol o en el centro de acopio) con el fin de brindarles protección contra los rayos solares, vientos, agua, etc.; y así evitar el deterioro.
- Disminuir peso del empaque utilizado actualmente (sacos de fibras sintéticas o de fique) a 35 kg, con el fin de reducir daños mecánicos al producto y/o utilizar canastillas plásticas, para evitar el sobrellenado y así poder estibarlas reduciendo daños que se pudieran causar al producto.

5.6.2. Cosecha con ayuda mecánica

Los productores medianos, con el propósito de disminuir el gran esfuerzo manual y reducir los daños mecánicos y heridas causadas a las raíces, han utilizado implementos que se acoplan a los tres puntos de enganche de un tractor con sistema hidráulico; la finalidad del implemento es romper el suelo y dejar las raíces de yuca sueltas, haciendo fácil su extracción (Díaz, 1973).

La cosechadora básicamente es una cuchilla horizontal con dos soportes en sus extremos que se acoplan a una barra porta-herramientas; la parte central de la cuchilla tiene una plataforma a manera de plano inclinado que forma un ángulo de 17 grados con ella.

El conjunto integrado por la cuchilla y la barra porta-herramientas se instala en los tres puntos de enganche del tractor que está provisto de sistema hidráulico, se coloca la barra de cambios del tractor en el piñón apropiado y queda listo para iniciar la operación. Los pasos a seguir son los siguientes:

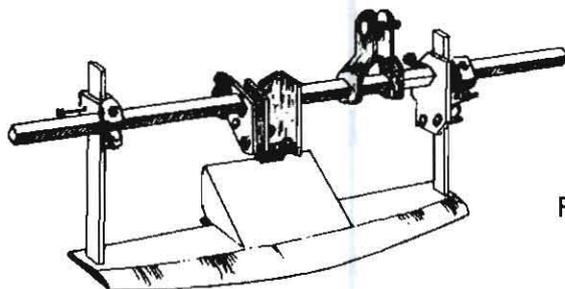


Figura 5.3. Cuchilla que se coloca en la barra porta-herramientas del tractor para remover el suelo.

- a) Se cortan con un machete los tallos dejando una porción de 20 a 25 cm de longitud, la cual se utiliza para agarrar y halar las raíces.
- b) Los tallos cortados se colocan a un lado de la hilera y así el tractor podrá trabajar sin encontrar obstáculos en el campo. Los tallos cortados se almacenan en condiciones adecuadas para utilizarlos como nuevo material de siembra, teniendo en cuenta los parámetros de selección, manejo y almacenamiento de semilla.
- c) Se pone en acción la herramienta que levanta las raíces del suelo; con este propósito se baja el implemento para que la cuchilla penetre en el suelo, por debajo de las raíces de la yuca.



Figura 5.4. Uso de la cuchilla con el tractor.

La profundidad debe ser tal que permita a la cuchilla trabajar tocando apenas las raíces para no dañarlas. Al avanzar lentamente el tractor, el plano inclinado actúa como una cuña debido al ángulo que forma con la cuchilla; así se produce una fuerza vertical que empuja las raíces de yuca y la masa de suelo que las rodea hacia arriba.

Las raíces quedan sueltas y pueden ser extraídas o recogidas del suelo con un esfuerzo mínimo.

- d) Las raíces que quedan en el campo, detrás del paso del tractor, se extraen a mano, se colocan a un lado de la hilera y los tallos se ubican en el área ya

cosechada; después de extraídas las raíces se separan de los tallos y se empacan.

La ventaja de utilizar esta herramienta es obtener una cosecha más eficiente y con reducción de daños mecánicos.

La desventaja es el alto costo del equipo para efectuar la operación y que sólo se puede utilizar en topografías planas o semionduladas por donde el tractor pueda pasar sin ningún problema.

5.7. EMPAQUE

La labor de empaque constituye la operación final de acondicionamiento de las raíces para el transporte, almacenamiento y mercadeo. Su finalidad es facilitar el manejo, acopio, almacenamiento y transporte, pero sobre todo, ofrecer protección contra golpes, caídas, rozamientos, presiones, etc., durante las diversas manipulaciones a que se somete. Además, el empaque debe cumplir con los requerimientos del mercado.

Es muy importante saber que el empaque no mejora la calidad de las raíces pero sí la mantiene; por lo tanto, sólo se deben empacar las raíces de mejor calidad, limpias, seleccionadas y clasificadas, pues la inclusión de raíces dañadas puede impedir su venta y convertirse en fuente de contaminación para las raíces sanas.

Los cortes y magullamientos en las raíces de yuca pueden evitarse si se empacan en recipientes lo suficientemente fuertes y rígidos, se evita el demasiado volumen que pueda aplastar las yucas del fondo del empaque y no se permite el excesivo llenado; el daño por impacto frecuentemente es causado al dejar caer el empaque y por los golpes en el transporte.

En la mayoría de las zonas productoras de Colombia las raíces de yuca son empacadas en sacos con capacidad para 70 a 90 kg, los cuales son llevados en la espalda de un hombre a un camión y de éste a una bodega o la plaza de mercado. Debido a que los sacos son tan pesados el cargador casi inmediatamente lo deja caer, lo que causa daño a las raíces.

En la zona cafetera se utilizan las “maletas”, donde un saco se refuerza con cuatro varillones de guadua o madera, lo que hace que este empaque mida hasta dos metros de longitud y alcance un peso de 90 a 95 kilos. Este tipo de empaque es antiecológico, puesto que favorece la tala de cultivos de guadua que ayudan en la protección de las cuencas hidrográficas. Adicionalmente, al llegar el producto en este tipo de empaque a las centrales de abasto, los varillones de guadua se amontonaban y se convertían en un problema de manejo dentro de dichas instituciones, pues su peso exige esfuerzos que atentan contra la salud de los operarios. Además, al descolgar las “maletas” y apilarlas causan daños por almacenamiento a las raíces de yuca.

Es una práctica usual que cuando se carga el camión, para evitar el calentamiento de las raíces, se cubra la yuca, en saco o en canastilla, con parte de follaje de la misma planta. Lo ideal es que una vez cosechado el producto éste sea sometido inmediatamente al proceso de adecuación o como mínimo se coloque bajo sombra.

Se observa también que para proteger las raíces, en los sacos bajos (de 40 a 50 kilos), de las talladuras del amarrado con polipropileno se pone una capa de follaje. En la cerrada de este tipo de bulto (cosida) se utiliza la aguja de arría para facilitar y acelerar la operación.

En este sistema de maleta usado en el Eje Cafetero es usual causar daño por talladuras con los amarres entrecruzados con que se teje la parte que sobresale del saco (fibra de polipropileno). Esto afecta la apariencia superficial y genera puntos (heridas), que facilitan la rápida infección por patógenos.

Desde el punto de vista de ofrecer un buen manejo al producto que prolongue su vida útil, es recomendable cambiar el recipiente tradicional (costal) por la canastilla plástica, con lo cual se puede ofrecer mayor protección al producto.

5.7.1. Ventajas de un buen empaque

Las ventajas del empaque son numerosas y van desde la cosecha hasta el consumidor:

- Facilita el manejo y la normatización para la comercialización.
- Protege la calidad y reduce las pérdidas.
- Suministra protección contra daños mecánicos.
- Mantiene la sanidad de las raíces.
- Facilita la contabilidad del producto en bodegas.
- Reduce costo en el transporte.
- Facilita el empleo de nuevos medios de transporte.
- Evita saqueos.
- Reduce costo en el manejo.
- Facilita el almacenamiento en frío.

Se debe tener en cuenta que el cambio de empaque aumenta los costos, pero éstos serán recuperados al disminuir las pérdidas y al recibir un mejor precio cuando se comercializa el producto.

El material del cual esté fabricado el empaque no debe afectar las características sensoriales del producto a empacar y no debe afectar la salud del consumidor.

5.7.2. Recomendaciones

Los productores o intermediarios deben reducir el volumen del empaque a 20 ó 30 kg, para disminuir los daños mecánicos que actualmente se causan a las raíces y facilitar el manejo en compra, descargue y punto de venta.

El material debe presentar una adecuada resistencia a los esfuerzos mecánicos. Esta resistencia debe estar en proporción directa a su tamaño, su forma, los materiales y técnicas usados en su construcción.

Al seleccionar un empaque debe primar su adecuación a las características y fisiología del producto, para su buena conservación, y no debe ser demasiado pesado, para facilitar el manejo y el transporte.

La utilización de canasta plástica, como empaque de una gran variedad de productos, es exigida por supermercados y cadenas de mercados se recomienda a los productores de yuca utilizar este tipo de empaque.

Es conveniente escoger canastillas con poco grabado para evitar daño superficial por rozamiento. Las canastillas facilitan la labor del lavado y desinfección, para lo cual se utilizan soluciones de hipoclorito de sodio (5 ml/litro de agua). Son de fácil manejo y cargan poco volumen (15 - 18 kg/unidad). Los comerciantes de raíces de yuca de plazas de mercado y galerías no exigen este tipo de empaque porque no representa cambios significativos en el precio; además, porque se dificulta el retorno y no es rentable para el pequeño productor.

Actualmente los supermercados y cadenas de mercado exigen que la yuca se exhiba en canastilla plástica, donde es fácil observar la calidad del producto.

5.8. MEDIOS DE TRANSPORTE

5.8.1. Transporte en la finca

Empacadas las raíces de yuca, éstas deben ser llevadas al lugar donde se encuentra el vehículo que las transporta a los centros de acopio.

Se recomienda que esta operación se realice en carretillas o mediante el uso de vehículos de tracción animal y no en costales sino en canastillas, lo que reduce notablemente los daños mecánicos por golpes y magulladuras.

Las distancias en las fincas no sobrepasan los 200 m, pero por el volumen que contiene el empaque, generalmente mayor de 50 kg para costales y máximo 20 kg en las canastillas, las raíces de yuca sufren mucho daño debido a que los empaques no son colocados sino que se dejan caer desde la espalda del operario. Además de recibir el impacto, se parten las raíces, lo que demerita su apariencia y reduce su vida útil y su valor.

Cuando las distancias son mayores dentro de la finca, se utilizan animales (mulas y burros), para efectuar el transporte interno hasta el vehículo transportador.

5.8.2. Transporte de la finca al centro de acopio

El transporte de las raíces de yuca fresca de la finca o centros de producción a los lugares de acopio se hace en camiones, en la mayoría de los casos



Foto 5.7. Empaque tradicional de las raíces de yuca (costal de fique), el cual ocasiona pérdidas superiores al 20%

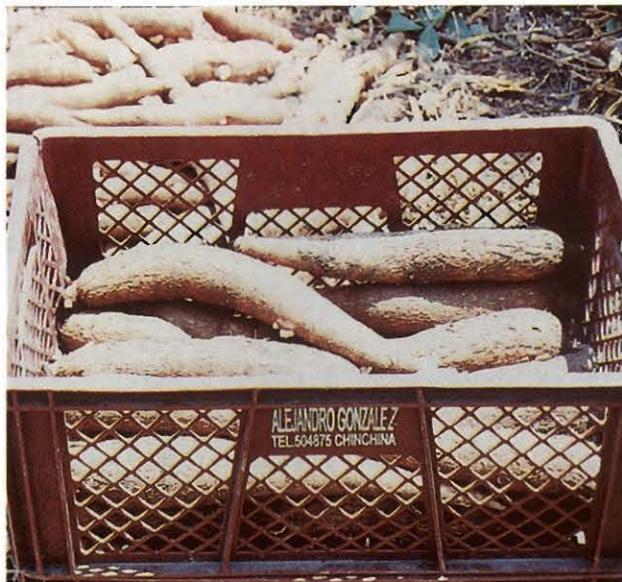


Foto 5.8. Empaque recomendado para las raíces de yuca (canasta plástica).



Foto 5.9. Transporte de la yuca a los camiones.



Foto 5.10. Transporte de yuca en canastillas plásticas.

inadecuadamente, porque se utilizan para llevar diferentes tipos de productos y pueden contaminar las raíces de yuca si no son lavados previamente al cargar.

Para cargar el camión usan un tablón de madera, con unas tiras cruzadas que colocan entre el piso y el borde de la carrocería. Es un sistema que muchas veces hace fallar el paso del cargador, cayendo él y la carga, con el consiguiente daño.

Los camiones usados para transportar yuca deben:

- a) Tener pisos de madera (camino grabado) que eviten dañar el producto al quedar en contacto con el piso por abrasión/vibración.
- b) Estar libres de varillas de madera en la carrocería, con separaciones de tornillos, etc., que dañen el producto en contacto con él.
- c) Tener en cuenta que el producto no debe estar expuesto al viento ya que genera una gran deshidratación, con pérdida de peso y textura.
- d) Las carpas deben ser blancas para bajar la temperatura, retardando procesos de deterioro por microorganismos y fisiológicos.
- e) El sistema de empaque utilizado debe permitir estibar la carga; por tanto, las raíces de yuca no se deben mover dentro del vehículo y los arrumes no se deben golpear porque es causa de un mayor daño mecánico.

En zonas productoras, muy cerca de los lugares de consumo, el transporte se realiza por medio de animales, en vehículos de tracción animal y en camperos.

En algunas regiones de Colombia se transportan las raíces de yuca a través de medios ferroviarios y fluviales a las cabeceras municipales, y en las ciudades se transporta en camiones.

5.8.3. Transporte del centro de acopio a los mercados

El medio más utilizado para transportar las raíces de yuca de los centros de acopio a los distintos mercados como plazas, galerías, tiendas populares y supermercados es el terrestre, utilizando camiones; muy frecuentemente se utilizan camperos, vehículos de tracción animal y carretillas.

En regiones de Colombia donde no existen centros de acopio, las raíces de yuca son transportadas en camiones hasta las plazas de mercado; y del vehículo a los diferentes detallistas dentro de la plaza se hace por medio de operarios.

Los proveedores de supermercados utilizan un vehículo mejor acondicionado, éste generalmente tiene carpa y está bien aseado, ya que frecuentemente, además de transportar raíces de yuca, también lleva otros productos agrícolas.

El transporte refrigerado para las raíces de yuca, aunque tiene poco uso en Colombia, es muy benéfico en términos de conservación de la calidad. A través de la refrigeración continua, la vida útil del producto se puede prolongar considerablemente .

La mecanización en el cargue y descargue ayuda a evitar golpes y heridas al producto. El “coteró” o cargador puede realizar un trabajo más comodo y menos riesgoso para la salud si se utilizan empaques como canastillas.

5.8.3.1. Tipos de transporte utilizados del centro de acopio a los mercados

Terrestre

El transporte por carretera y caminos es el más utilizado y el más importante en Colombia, permite mayor movilidad del producto en distancias cortas y largas en la distribución, inclusive puerta a puerta, y además facilita la operación de cargue y descargue; pero en épocas de lluvia pueden presentarse dificultades por el estado de las vías o por escasez de los vehículos.

Para el transporte de las raíces de yuca a los centros de distribución se utilizan camperos, camiones y en algunas zonas vehículos refrigerados, generalmente para distancias mayores de 150 km.

Ferrovionario

Es utilizado frecuentemente en los departamentos del Magdalena y parte del Cesar, para movilizar los productos agrícolas de un pueblo a otro que están

comunicados por la vía férrea. Son muy pocas las cantidades de raíces de yuca que se transportan por este medio. Este medio de transporte es recomendable para distancias grandes. En el caso de las raíces de yuca los vagones deben ser refrigerados.

Fluvial

En algunas regiones de Colombia se utilizan los ríos como medio de transporte. En Córdoba, Sucre, Magdalena, Cesar y otros, donde por carecer de vías o encontrarse las que existen en mal estado, los ríos se han constituido como el medio más eficaz para transportar productos agrícolas, incluyendo la yuca, con una serie de limitaciones por carecer de vehículos apropiados y donde se transportan humanos y animales. Frecuentemente se utilizan canoas, planchones y chalupas (estas embarcaciones son pequeñas y de fabricación artesanal).

5.8.4. Recomendaciones

- Cualquiera que sea el medio de transporte que se utilice para las raíces de yuca, éste debe brindar protección al producto y a la salud de los consumidores, por lo tanto se debe lavar o limpiar antes de ser cargado para evitar riesgos de contaminación.
- La yuca dentro del vehículo debe distribuirse y sujetarse de manera tal que se evite el movimiento, para no causar daños mecánicos a las raíces; al cargar el vehículo los empaques no se deben lanzar, en lo posible hay que colocar uno sobre otro para reducir las pérdidas.
- Se deben utilizar vehículos con carpa, para evitar que las raíces de yuca sean afectadas por la radiación solar, el viento y la lluvia. Lo anterior puede variar el contenido de humedad y permitir que las raíces de yuca pierdan apariencia, peso y vida útil en poscosecha.
- El transporte en la finca se debe hacer en vehículos de tracción animal, para brindarle una mejor protección a la yuca. Si los medios económicos no permiten utilizar vehículos de tracción animal, se puede hacer uso de carretillas.
- Se debe mecanizar el movimiento, rebajando el número e intensidad de los golpes que sufre el producto.

RESUMEN DEL CAPÍTULO 5

El manejo de cosecha y poscosecha es la práctica que se debe realizar para mantener la calidad del producto que se obtiene en todo un ciclo de cultivo. Su importancia radica en que es fundamental para la presentación y conservación del producto, características esenciales al momento de la compra por cada uno de los agentes de la cadena.

La cosecha de yuca en la actualidad es una de las principales causales de deterioro y pérdida del producto en fresco en las plazas de mercado y los supermercados, que llegan a ser de un 40% (Universidad Nacional de Colombia, 1999).

Con el fin de hacer más eficiente el manejo del producto a lo largo de la cadena, se deben cambiar las prácticas de cosecha, empaque, almacenamiento y transporte reduciendo el número de golpes, roces y daños que recibe. Esta mala presentación causa rechazo por parte del consumidor final, haciendo que cada día se reduzca o se estanque la demanda de la yuca, limitándose a ciertos sectores de la población.

El uso de coberturas para retardar el deterioro o la transformación agroindustrial para consumo humano es el siguiente paso para la comercialización del producto, tanto en los mercados internos como en los externos, evitando pérdidas por deterioro y rechazo del consumidor.

Práctica 5-1 . Comparar la calidad del producto en cosecha convencional y con las prácticas aprendidas.

Objetivos

Una vez ejecutada esta práctica, los participantes estarán en capacidad de:

- Reconocer las causas del deterioro del producto por mal manejo.
- Comparar la calidad y presentación del producto final manejado convencionalmente, frente a un manejo adecuado.
- Seleccionar para un mercado fresco, ofreciendo buena calidad y manejo.

Recursos necesarios

Para llevar a cabo esta práctica se requiere lo siguiente:

Lote(s) en el momento de cosecha.

Machete, canastillas, bolsas de fique, cabuya.

Veinte plantas en pie para ser arrancadas por método convencional, y veinte para el manejo recomendado.

Orientaciones para el instructor

Explique claramente los objetivos de la práctica.

Divida el grupo en cuatro subgrupos.

Explique cómo es el manejo recomendado de cosecha para producto en fresco, basado en los contenidos del Capítulo, tenga en cuenta las necesidades del auditorio para enriquecer la práctica.

Cada subgrupo nombrará un relator.

Las dos horas de práctica serán para subsanar todas las dudas de los participantes, con el fin de que tengan clara su tarea para el seguimiento.

Cada subgrupo dispondrá de los recursos necesarios para ejecutar la práctica. Para trabajo de seguimiento, al próximo capítulo deben tener claras las diferencias que se producen en el producto manejado convencionalmente y con buenas prácticas de poscosecha.

Tiempo sugerido para la práctica inicial: 2 horas

Tiempo sugerido para discusión: 1 hora

Instrucciones para el participante

Todos los subgrupos realizarán la práctica basados en las siguientes instrucciones:

- Seleccionar plantas para ser arrancadas de forma tradicional y recomendada.
- Arrancar las plantas y separar las yucas del tallo de las dos maneras, pesando la producción total por planta.

Realizar las siguientes actividades en cada método:

- Evaluar el número de yucas por planta sin daño mecánico.
- Seleccionar las raíces por daños fitosanitarios y por daños mecánicos y pesarlas.
- Clasificar las raíces sanas por tamaño y diámetro, pesando cada grupo (tener en cuenta los parámetros de selección para mercado fresco).
- Hacer los cálculos de porcentaje de cada grupo y comparar, junto con el instructor.
- Empacar las raíces para el mercado por grupo.
- Llevar las raíces para un lugar y almacenar evaluando por grupo cuáles son las que presentan deterioro con mayor rapidez.

El relator es el responsable de velar por que los integrantes de su subgrupo realicen todas las actividades y se encargará de presentar en la discusión todas las actividades realizadas por su grupo durante la práctica.

Grupo No.: _____ Fecha: _____

Relator: _____

Persona de seguimiento: _____

Tabla de Resultados

| Control de actividades | Sí | No | Observaciones |
|---|----|----|---------------|
| Arranque de las plantas con metodología aprendida. | | | |
| Desprendimiento de las raíces. | | | |
| Selección de las raíces. | | | |
| Pesaje de las raíces dañadas para sacar porcentaje. | | | |
| Clasificación según el mercado. | | | |
| Pesaje de las raíces de cada clasificación. | | | |
| Evaluación del tiempo de deterioro de cada grupo. | | | |
| Cuadro comparativo de deterioro. | | | |
| Evaluación de la presentación de las raíces para el mercado en cada método. | | | |
| Evaluación del uso de bultos y canastillas. | | | |

Cada relator de grupo expone ante la audiencia los resultados obtenidos durante la práctica.

El instructor hace la síntesis de los resultados obtenidos por los grupos.

La síntesis de la información obtenida permite la discusión y revisión de las actividades realizadas en la práctica.

Se hacen en grupo las recomendaciones que se tendrán en cuenta para realizar prácticas de cosecha y poscosecha para cada clase de mercado.

El instructor resuelve los interrogantes de la audiencia, orienta las discusiones y con el grupo resalta las conclusiones y recomendaciones más importantes de la práctica.

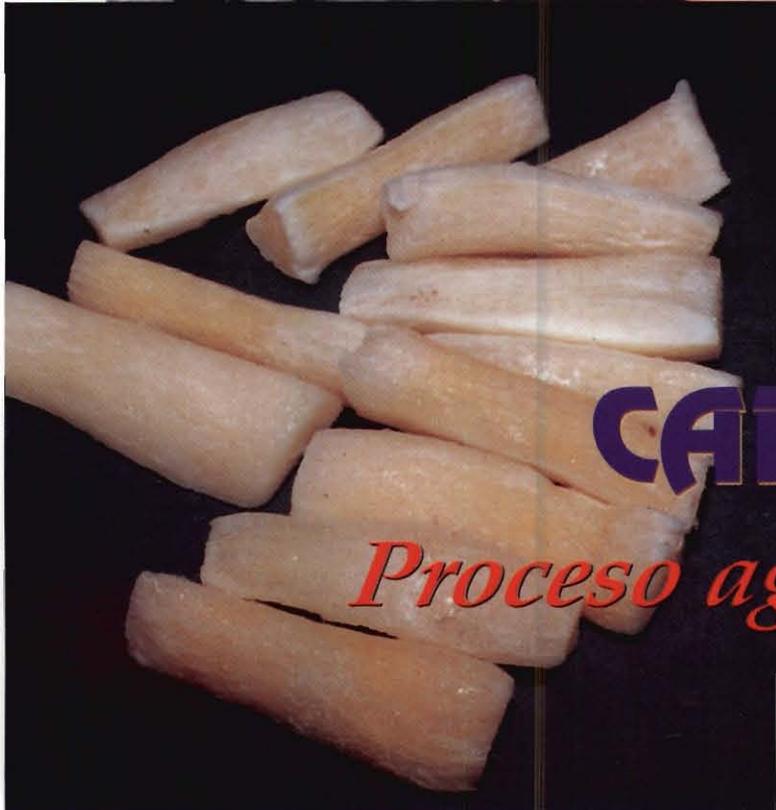
BIBLIOGRAFÍA

Amaya, N. L. y Orozco, B. A. 1998. Manejo Poscosecha y Comercialización de Yuca. Convenio SENA - Reino Unido. Programa Nacional de Manejo Poscosecha de Frutas y Hortalizas. Centro Agroindustrial SENA Regional Quindío, A.A. 695, Armenia, Quindío, Colombia. ISBN 958-15-0021-9.

Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1987. Conservación de raíces de yuca en bolsas de polietileno. Cali, Colombia. Noviembre. 27p.

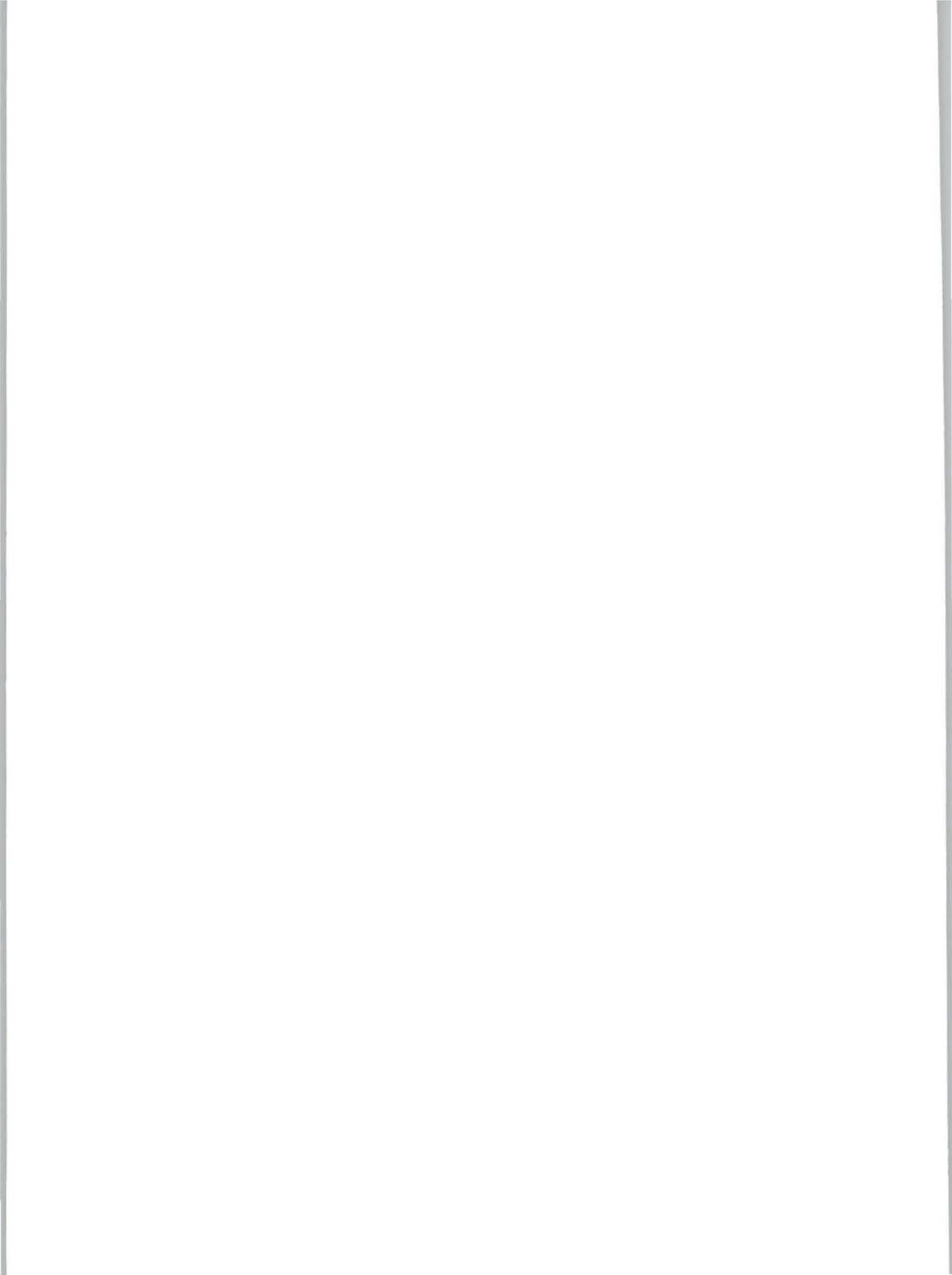
Centro Internacional de Agricultura Tropical. CIAT. 1976. Almacenamiento de Raíces de Yuca. Causas de deterioro que se presentan después de la cosecha de raíces frescas. Cali. 20 p.

Hortúa M., M. H. E ICTA. Universidad Nacional de Bogotá. 1999. Alternativa tecnológica para la disminución de residuos vegetales en la comercialización de yuca (*Manihot esculenta*), en la Central de Abastos, Corabastos.



CAPÍTULO 6

*Proceso agroindustrial
de la yuca*



FLUJOGRAMA PARA EL ESTUDIO DEL CAPÍTULO 6

Proceso agroindustrial de la yuca

Objetivos

General

- Los participantes al finalizar el estudio de este capítulo estarán en capacidad de realizar actividades que generen valor agregado a la yuca en fresco o procesado.

Específicos

- Conocer las características que debe tener la yuca para la agroindustria.
- Conocer el proceso de parafinado de la yuca.
- Conocer el proceso de yuca congelada.
- Conocer el proceso de elaboración de croquetas.
- Conocer el proceso de elaboración de almidón.

Contenido

Introducción

6.1. Producción de yuca enfocada a la agroindustrialización e integración de líneas de proceso

- 6.1.1. Selección de suelos
- 6.1.2. Selección de variedades

6.2. Proceso de agroindustrialización integral del cultivo de yuca

- 6.2.1. Cosecha y selección en finca de acuerdo con las diferentes líneas de proceso
- 6.2.2. Proceso de yuca parafinada
- 6.2.3. Proceso de yuca pelada y congelada
- 6.2.4. Yuca precocida y congelada
- 6.2.5. Croquetas de yuca
- 6.2.6. Extracción de almidón de yuca
- 6.2.7. Harina de yuca para la alimentación animal
- 6.2.8. Otras posibles utilidades

Bibliografía

Resumen del capítulo

Práctica

- 6.1. Parafinado de yuca
- 6.2. Yuca congelada
- 6.3. Elaboración de croquetas
- 6.4. Elaboración de almidón de yuca

CONTENIDO

| | Página |
|---|---------------|
| Flujograma para el estudio del Capítulo 6 | 6-3 |
| Introducción | 6-7 |
| 6.1. Producción de yuca enfocada a la agroindustrialización e integración de líneas de proceso | 6-9 |
| 6.1.1. Selección de suelos | 6-9 |
| 6.1.2. Selección de variedades | 6-9 |
| 6.2. Proceso de agroindustrialización integral del cultivo de yuca | 6-10 |
| 6.2.1. Cosecha y selección de la materia prima en finca de acuerdo con las diferentes líneas de proceso | 6-11 |
| 6.2.2. Cubrimientos de yuca fresca (parafinado) | 6-11 |
| 6.2.2.1. Selección de materia prima | 6-12 |
| 6.2.2.2. Lavado | 6-12 |
| 6.2.2.3. Secado | 6-13 |
| 6.2.2.4. Parafinado | 6-14 |
| 6.2.2.5. Empaque y transporte | 6-16 |
| 6.2.3. Proceso de yuca pelada y congelada | 6-16 |
| 6.2.3.1. Selección de materia prima | 6-17 |
| 6.2.3.2. Lavado de yuca | 6-17 |
| 6.2.3.3. Trozado | 6-18 |
| 6.2.3.4. Pelado | 6-20 |
| 6.2.3.5. Desinfección y conservación | 6-21 |
| 6.2.3.6. Empaque | 6-22 |
| 6.2.3.7. Congelación | 6-22 |
| 6.2.3.8. Transporte y distribución | 6-23 |
| 6.2.4. Yuca precocida y congelada | 6-23 |
| 6.2.4.1. Astillado | 6-24 |
| 6.2.4.2. Cocción | 6-24 |
| 6.2.4.3. Enfriamiento y selección | 6-27 |
| 6.2.4.4. Congelación | 6-28 |
| 6.2.4.5. Empaque | 6-28 |
| 6.2.5. Croquetas de yuca | 6-28 |
| 6.2.5.1. Cocción | 6-29 |
| 6.2.5.2. Molienda | 6-29 |

| | Página |
|---|---------------|
| 6.2.5.3 Mezcla | 6-29 |
| 6.2.5.4. Formado | 6-31 |
| 6.2.5.4.1. Posibles presentaciones del producto | 6-31 |
| 6.2.5.5. Freído | 6-31 |
| 6.2.5.6. Congelación y empaque | 6-34 |
| 6.2.6. Extracción de almidón de yuca | 6-34 |
| 6.2.6.1. Lavado | 6-34 |
| 6.2.6.2. Rallado | 6-34 |
| 6.2.6.3. Colado o tamizado | 6-35 |
| 6.2.6.4. Sedimentación | 6-36 |
| 6.2.6.5. Fermentación | 6-36 |
| 6.2.6.6. Secado | 6-37 |
| 6.2.7. Harina de yuca para la alimentación animal | 6-38 |
| 6.2.7.1. Lavado | 6-39 |
| 6.2.7.2. Trozado | 6-39 |
| 6.2.7.3. Secado | 6-39 |
| 6.2.7.4. Molienda | 6-40 |
| 6.2.7.5. Empaque y almacenamiento | 6-40 |
| 6.2.8. Otras posibles utilizaciones | 6-40 |
| Resumen del Capítulo 6 | 6-42 |
| Prácticas | 6-43 |
| Bibliografía | 6-59 |
| Anexo 1 | |

LISTADO DE FOTOS

| | |
|---|------|
| Foto 6.1. Lavado manual de yuca | 6-13 |
| Foto 6.2. Parafinador artesanal de yuca | 6-15 |
| Foto 6.3. Yuca congelada en cilindros | 6-25 |
| Foto 6.4. Empaque de polietileno tipo industrial y forma de utilizar el espacio dentro del cuarto frío | 6-25 |
| Foto 6.5. Yuca precocida y congelada | 6-25 |
| Foto 6.6. Mezcladora tipo Howard | 6-32 |
| Foto 6.7. Croqueta de yuca de forma plana y troquelada | 6-32 |
| Foto 6.8. Posibles formas de presentación de croquetas de yuca | 6-32 |

| | |
|---|------|
| Foto 6.9. Empacadora automática de croquetas de yuca | 6-32 |
| Foto 6.10. Canales de sedimentación y tanques de fermentación de almidón | 6-37 |
| Foto 6.11. Snacks 100% yuca | 6-41 |
| Foto 6.12. Snacks de diferentes formulaciones yuca-maíz | 6-41 |

LISTADO DE FIGURAS

| | |
|---|------|
| Figura 6.1. Diagrama de flujo del proceso de parafinado | 6-12 |
| Figura 6.2. Lavadora mecánica de yuca de eje central y rodillos con cepillos | 6-13 |
| Figura 6.3. Diagrama de flujo del proceso de yuca congelada | 6-18 |
| Figura 6.4. Prototipo de una trozadora de yuca | 6-20 |
| Figura 6.5. Diagrama de flujo de yuca precocida | 6-26 |
| Figura 6.6. Cambios físico-químicos del almidón de yuca en un proceso de cocción | 6-27 |
| Figura 6.7. Diagrama de flujo del proceso de croquetas de yuca | 6-30 |
| Figura 6.8. Diagrama de flujo del proceso de extracción de almidón de yuca | 6-34 |
| Figura 6.9. Rallador de yuca | 6-35 |
| Figura 6.10. Coladora discontinua de yuca | 6-36 |

LISTADO DE TABLAS

| | |
|---|------|
| Tabla 6.1. Rendimiento en peso y materia seca de algunas variedades de yuca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz) cultivadas en los departamentos del Quindío y Valle del Cauca | 6-10 |
| Tabla 6.2. Selección por peso, tamaño y forma de las raíces de yuca | 6-11 |
| Tabla 6.3. Características físico-químicas y organolépticas ideales para yuca congelada | 6-19 |

INTRODUCCIÓN

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es una de las principales fuentes de energía para millones de personas en el mundo; se puede cultivar desde el nivel del mar hasta los 2.000 metros de altura.

Existen más de 5.000 clones de yuca que presentan características diferentes tanto en su composición química como en sus propiedades culinarias, lo cual es de mucha importancia para su producción, comercialización y determinar su utilización en la industria.

El sistema de comercialización de yuca fresca se viene complejizando y especializando en la medida en que las características de la demanda se han ido transformando con la aparición de nuevos requerimientos en la yuca a consumir, nuevas y más eficientes formas de distribución del producto y nuevas frecuencias y formas de consumo. De tal forma que dentro del sistema coexisten un conjunto de canales e interrelaciones que van desde los más tradicionales hasta los de vanguardia para la comercialización de productos procesados hacia mercados internacionales. Las transformaciones tecnológicas que se han presentado en el sistema están relacionadas con la diversidad de canales, y permiten comprender las alternativas que se presentarán en un futuro próximo dentro del mismo.

Debido a las malas prácticas de producción, cosecha, transporte, almacenamiento y utilización de esta raíz, las pérdidas poscosecha son bastante elevadas, lo que trae consecuencias económicas, sociales y ambientales. En la actualidad se presentan varias alternativas de utilización de esta raíz para mitigar este impacto. Las raíces de yuca pueden ser utilizadas agroindustrialmente de una forma integral, con el objetivo de aprovechar el 100% de la biomasa arrojada por un cultivo de yuca, mermando las pérdidas poscosecha y ofertando un producto con un mayor valor agregado, transformándose en una mejora en los ingresos para productores, comerciantes e industriales vinculados a esta cadena productiva. Esta integración contribuye al fortalecimiento de la yuca como producto agrícola competitivo e involucra al agricultor dentro de un esquema de innovación tecnológica, productiva e incluso organizacional, logrando que éste se comporte como empresario agrícola.

Existe un gran potencial de mercado nacional e internacional para productos procesados de mayor valor agregado y por ende de mejor calidad. Este mercado, en el cual son incluidos productos procesados, congelados, precocidos, prefritos, etc., es una respuesta a los cambios en el comportamiento y hábitos de consumo de la población, en cuyo interior se observa una amplia gama de consumidores e igualmente de productos sin preparar, preparados y listos para servir dirigidos a mercados de consumidores principalmente de estratos medios y altos de las principales ciudades.

6.1. PRODUCCIÓN DE YUCA ENFOCADA A LA AGROINDUSTRIALIZACIÓN E INTEGRACIÓN DE LÍNEAS DE PROCESO

6.1.1. Selección de suelos

La selección del terreno destinado a la producción de yuca debe contar con los requerimientos mínimos de nutrientes para este cultivo como se ha descrito en capítulos anteriores (capítulos 1, 2, 3), teniendo en cuenta las variedades que se van a seleccionar y el destino final de la producción.

6.1.2. Selección de variedades

Es de mucha importancia tener el conocimiento de las características y propiedades físico-químicas de las diferentes variedades, para poder seleccionar las más adecuadas dependiendo de los productos a procesar y el mercado objetivo que se pretenda atender. Estas deben ser de doble propósito, que sean susceptibles de utilizar en varios frentes de agroindustrialización y en el mercado en fresco; como característica general las variedades seleccionadas deben presentar bajos contenidos de compuestos cianogénicos, valores de materia seca superiores al 34%, facilidad de pelado o retiro de la cáscara, facilidad de cocción, entre otras. Desde hace varios años se viene realizando un estudio con el objetivo de seleccionar variedades de yuca que cumplan con las características deseadas por las diferentes opciones de productos y mercados, teniendo en cuenta su precocidad y altos rendimientos en campo (entre 35 a 40 t/ha, en la zona del Eje Cafetero y el Valle del Cauca), lo que reduce notoriamente los costos de producción y así obtener precios más competitivos dentro de la cadena productiva. Entre las variedades seleccionadas están:

- CM-523-7 (Ica Catumare)
- HMC-1
- SM-909-25
- SM-1219-9
- MBRA-383
- CM-6740-7
- SM-1460-1

Tabla 6.1. Rendimiento en peso y materia seca de algunas variedades de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) cultivadas en los departamentos del Quindío y Valle del Cauca

| Variedad | Rendimiento t/ha | Materia seca |
|-----------|---------------------|-----------------|
| CM-523-7 | 40.8 | 41 |
| MBRA383 | 46.5 | 39.2 |
| SM-909-25 | 44.9 | 37.9 |
| SM 1460-1 | 49.3 | 38.4 |
| CM6740-7 | 48.3 | 37.8 |
| HMC-1* | 33.1 | 38.2 |

Fuente: Resultados de lotes comerciales en la finca Santo Domingo, Jamundí-Valle del Cauca.

* Datos de prueba experimental montada por el CIAT, en la finca El Arco, municipio de La Tebaida-Quindío.

6.2. PROCESO DE AGROINDUSTRIALIZACIÓN INTEGRAL DEL CULTIVO DE YUCA

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) nos ofrece diferentes opciones de aprovechamiento e igual número de mercados como productos se puedan obtener. Es necesario integrar la producción en línea de cada una de estas opciones, lo cual nos permite aprovechar los residuos de una línea en otra y así cumplir con el principal objetivo de la agroindustrialización del cultivo, siendo aprovechado el mayor porcentaje de su biomasa; este mismo factor nos permite reducir los costos de operación y obtener productos competitivos y tener la posibilidad de llegar a mercados como el de la harina de yuca para la alimentación animal.

Existen diferentes opciones de productos, pero no se puede descartar el mercado en fresco de raíces de yuca en las plazas mayoristas del país y los supermercados que aún consumen yuca fresca sin ningún tipo de tratamiento. Una vez el productor haya satisfecho este mercado o haya determinado qué parte de este mercado va a participar con su cultivo, es entonces cuando se decide qué líneas de proceso serán aprovechadas; esta decisión depende lógicamente del comportamiento que tenga cada uno de los productos en el mercado (oferta, demanda, precios, etc.). Los productos posibles de procesamiento agroindustrial que aquí se muestran en forma integral son: yuca parafinada,

yuca pelada y congelada, yuca precocida, croquetas de yuca, carimañolas, snacks de yuca, almidón de yuca, harina de yuca para la alimentación animal.

6.2.1. Cosecha y selección de la materia prima en finca de acuerdo con las diferentes líneas de proceso

Después de que el cultivo ha obtenido su período vegetativo completo y ha alcanzado la madurez de cosecha, se procede a realizar la cosecha teniendo en cuenta hacia qué producto final será destinada esa materia prima. La yuca destinada a la comercialización en fresco es la primera en ser seleccionada y la que se dirige para el proceso de parafinado, con la cual hay que tener cuidado de no hierirla, y seleccionarla muy bien (Tabla 6.2).

Tabla 6.2. Selección por peso, tamaño y forma de las raíces de yuca

| Peso (g) | | Diámetro | | Longitud | | Forma | |
|------------|-------|------------|-------|------------|-------|-----------|-------|
| Rango (g) | (%) | Rango (cm) | (%) | Rango /cm) | (%) | Rango | (%) |
| De 0 a 300 | 1,00 | De 0 a 2 | 0,00 | De 0 a 10 | 0,00 | | |
| 301-600 | 42,50 | 2,1-4,0 | 8,00 | 10,1--20 | 7,50 | Cónica | 56,50 |
| 601--900 | 30,00 | 4,1-6,0 | 72,50 | 20,1--30 | 43,00 | | |
| 901--1200 | 13,50 | 6,1--8,0 | 19,50 | 30,1--40 | 37,00 | Pareja | 25,50 |
| 1201-1500 | 6,00 | 8,1--10 | 0,00 | 40,1--50 | 11,50 | | |
| 1501-1800 | 5,50 | | | 50,1--60 | 1,00 | Sin forma | 18,00 |
| 1801-2100 | 1,00 | | | | | | |
| 2101-2400 | 0,50 | | | | | | |

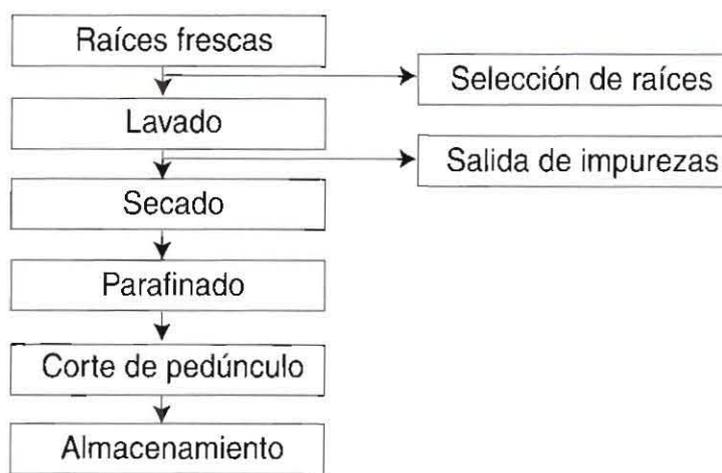
Fuente: Datos de campo recopilados por el autor.

6.2.2. Cubrimientos de yuca fresca (parafinado)

El objetivo principal de parafinar una raíz de yuca es formar una película protectora sobre el peridermo de la yuca, disminuyendo al máximo el intercambio gaseoso de la raíz con el medio ambiente. Al no existir intercambio gaseoso con el medio, la actividad enzimática se disminuye, retrasando los procesos de oxidación y pardeamiento enzimático. Aunque internamente siguen algunos procesos, como aquellos sobre los carbohidratos y la retrogradación de los azúcares. Parafinar yuca permite aumentar la vida útil de la raíz hasta por un

mes en condiciones atmosféricas normales, sin la pérdida de las características originales al momento de la cosecha, excepto que la yuca toma un sabor dulce, debido al proceso interno sobre los carbohidratos.

Figura 6.1. Diagrama de flujo del proceso de parafinado.



6.2.2.1. Selección de materia prima

La yuca debe ser seleccionada cuidadosamente en el campo y que no presente heridas, que esté libre de defectos causados por enfermedades, plagas u otros ataques de animales; debe ser bien formada, sin la presencia de nudos, de tamaños medios, debe conservar el pedúnculo. El transporte a planta debe realizarse en canastillas y evitar la exposición prolongada al sol, para lo cual en el cultivo mientras se realiza la espera para el transporte debe cubrirse con hojas y en lo posible ser colocadas en un lugar fresco.

6.2.2.2. Lavado

Este proceso se hace con el objetivo de retirar las impurezas que la yuca pueda traer a la planta desde el cultivo; normalmente se realiza a mano y con la

ayuda de un cepillo de cerdas suaves o un trapo abrasivo, teniendo en cuenta de no retirar la cascarilla o peridermis y de no causar heridas a la peridermis; igualmente se debe realizar una inspección final por parte del operario para retirar el material que no haya sido seleccionado adecuadamente por el personal de campo. En la actualidad se encuentra en desarrollo un equipo para este tipo de línea, que consta de un tambor cilíndrico recubierto con cerdas para cepillos suaves que giran en contrasentido con un cepillo interno, y posee un aspersor de agua que ayuda a remover la tierra y las impurezas.

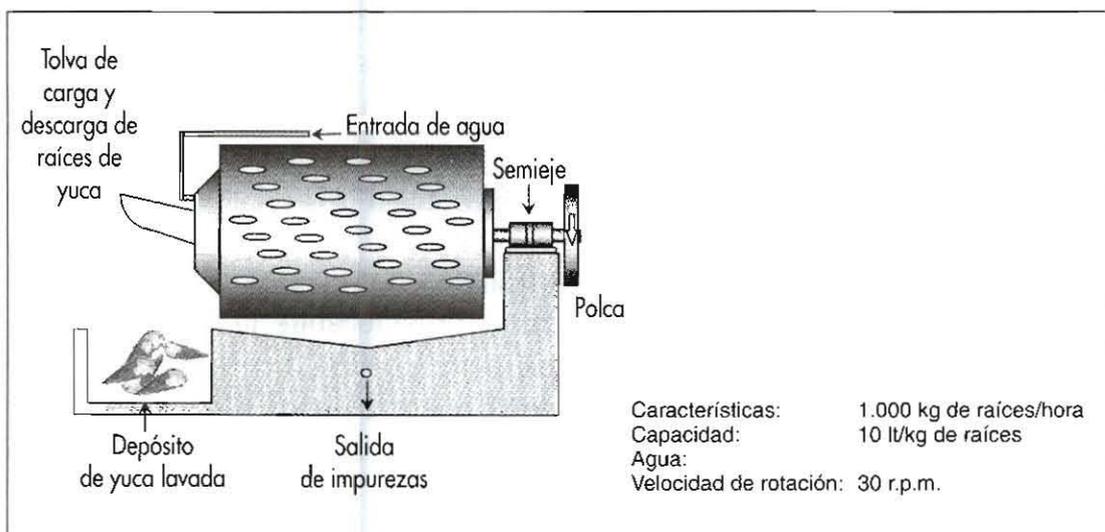


Figura 6.2. Lavadora mecánica de yuca de eje central y rodillos con cepillos (Alarcón Morante Freddy, 1998)



Foto 6.1. Lavado manual de yuca

6.2.2.3. Secado

El secado se realiza inmediatamente después de la operación anterior, con el objetivo de eliminar el agua superficial que tenga la raíz, para desfavorecer la proliferación y presencia de microorganismos que puedan causar deterioros

en el futuro; además se necesita que la superficie de la raíz esté totalmente seca al momento de ser introducida en la parafina, ya que debido a que ésta se encuentra a temperaturas superiores de la evaporación del agua, este fenómeno puede causar salpicaduras y también formar burbujas de aire, presentando un defecto en la película de parafinado.

El secado se hace de diversas formas, dependiendo del volumen que se produzca; las empresas que mueven volúmenes pequeños lo realizan directamente al sol (lo que no es muy recomendable) y otras empresas un poco más desarrolladas se apoyan con la ayuda de ventiladores. En la medida en que el mercado aumente y los volúmenes de producción sean grandes (20 a 30 toneladas por mes) se hace necesario el empleo de máquinas de secado artificial.

Existen modelos de bandas o túneles de secado que utilizan quemadores como fuente de calor y ventiladores axiales para empujar el aire a través de las raíces, las cuales a su vez se desplazan a través del túnel por medio de una banda perforada que permite fluir el aire libremente entre las raíces; el aire húmedo es retirado con la ayuda de un extractor localizado en la parte superior del túnel. En la zona cafetera se han acondicionado algunos silos de café, que son funcionales pero presentan inconvenientes para el movimiento de las raíces ya que es un secado estacionario.

6.2.2.4. Parafinado

Existen varias clases de parafina que poseen características diferentes, como por ejemplo: temperatura de fusión, punto de ebullición, densidad, maleabilidad y dureza. Estas características de estas materias primas son indispensables a tener en cuenta al momento de comprar y utilizar la parafina; normalmente se debe buscar una que posea buena maleabilidad, baja dureza, bajo punto de fusión y una alta temperatura de ebullición; es difícil encontrar en el mercado nacional una materia acondicionada a estas características; las parafinas más comunes que se consiguen en el mercado son la china y la alemana; esta última es la de mejor calidad y da mejor presentación al producto final.

También es necesario realizar una mezcla con una cera líquida, que nos ayuda a conseguir las características deseadas y nos aporta otras adicionales, como

más brillo y transparencia a la película de recubrimiento de parafina. Al igual que en el secado, podemos optar por varios métodos de parafinado de acuerdo con el volumen y tecnificación que se quieran, y van desde el método más artesanal hasta los procesos totalmente automatizados. Todos los procesos, indiferente de cuál sea su grado de tecnificación, hay que controlarlos para garantizar un producto de buena calidad y la estandarización de procesos; hay que controlar variables como la temperatura y el tiempo de inmersión en la parafina.

La temperatura y el tiempo varían de acuerdo con las características de la parafina, pero normalmente se trabajan temperaturas entre 120 y 160°C; cuando se trabaja con mezclas con ceras líquidas la temperatura no debe exceder los 100°C; el tiempo de inmersión es de dos a tres segundos, y debe asegurarse una inmersión del 100% de la raíz.

El pedúnculo, que normalmente se deja largo al momento de la cosecha, debe ser cortado lo más cercano al cuerpo de la raíz; esto nos permite, al momento del empaque y transporte, evitar raspaduras o heridas causadas entre las raíces por tener pedúnculos demasiado largos, puntiagudos y leñosos. Los procesos automatizados son los que permiten controlar óptimamente estas variables, y los cuales consisten en transportadores aéreos que poseen ganchos para colgar las raíces por el pedúnculo.

Estos transportadores se sumergen en la solución de parafina y cera, y poste-

riormente las raíces ya parafinadas son retiradas por un operario que corta el pedúnculo sobrante y empaca en las cajas de cartón o canastillas, según sea el caso. Después del parafinado son necesarios unos cinco segundos para evitar la deformación sobre la superficie; si la parafina no se ha enfriado y la película no se ha solidificado, entonces si se manipulan pueden quedar abolladuras y partes expuestas al contacto con el medio.



Foto 6. 2. Parafinador artesanal de yuca.

6.2.2.5. Empaque y transporte

El empaque debe ser cuidadoso en cajas de cartón o en su defecto canastillas. Estas unidades de empaque no deben sobrepasar los 20 kg. Para evitar los descascaramientos de la parafina por excesos de peso y fricción en el transporte no se necesita un vehículo especializado, pero se debe evitar exponer las raíces a la lluvia y al sol.

6.2.3. Proceso de yuca pelada y congelada

El objetivo de este proceso es de preservación, y al igual que en el anterior es necesario inhibir o retrasar la acción enzimática y entregar al consumidor un producto más elaborado; la yuca debe ser procesada en el menor tiempo posible después de su cosecha, ya que el deterioro fisiológico empieza minutos después de su cosecha.

En el desarrollo de la comercialización de yuca congelada se ha observado un fortalecimiento de las relaciones entre las grandes industrias de los congelados y la mediana y pequeña industria, al igual que con los productores directos de materia prima (yuca fresca), donde existe un interés mutuo por alcanzar niveles tecnológicos que permitan mantener una calidad del producto competitiva con respecto al artículo en fresco y lograr una transformación de la percepción hacia los congelados y su calidad por parte del consumidor final. La mediana al igual que la gran industria de congelados han logrado trasladar al productor parte del procesamiento, desde el lavado hasta la congelación, lo cual ha permitido garantizar producciones permanentes, reducir costos de procesamiento de la yuca y mantener una calidad en el producto.

Una estrategia que favorece a la mediana y pequeña industria de congelados en el país es una permanente dinámica de diversificación de productos y mezcla con sustitutos, e incluso con embutidos, ampliando el portafolio de presentaciones dirigido a nichos de mercado específicos; dinámica que las grandes industrias multinacionales con procesos industriales más complejos y estandarizados, con grandes volúmenes de acopio, producción y comercialización y/o importación, no pueden llegar a implementar y atender.

En el mercado de este producto se pueden diferenciar dos tipos: yuca pelada, congelada en cilindros; yuca pelada, congelada en mitades, sin vena; siendo el primero de ellos destinado a un tipo de mercado industrial, que lo compra como materia prima para el proceso de productos más elaborados (croquetas, carimañolas, pasteles, entre otros), y el segundo, el desvenado, va referido a un mercado de supermercados y grandes almacenes de cadena.

6.2.3.1. Selección de materia prima

Como se ha mencionado con anterioridad para este tipo de productos la selección debe empezar con la buena escogencia de las variedades y las condiciones edafoclimáticas ideales, para obtener un producto con características físico-químicas deseadas. Estos tipos de productos (yuca en cilindros y yuca desvenada) no exigen una selección rigurosa en la parte física de la raíz para su proceso, con alguna excepción para yuca desvenada con fines de exportación.

Lo más importante es cumplir con los parámetros mínimos de calidad ajustable a las fichas técnicas de todas las líneas de producción que de aquí se derivan. En este proceso se pueden utilizar raíces que no han podido ser comercializadas en el mercado en fresco (mercado de plazas) o una vez realizada la selección exigente que tiene el mercado de yuca fresca y yuca parafinada, los excedentes de producción (por exceso o defecto) también pueden ser utilizados, exceptuando las raíces demasiado pequeñas (redrojo), lo cual es aprovechado en otra línea de producción (almidón o harina de yuca). La yuca debe ser cosechada y transportada a planta en el menor tiempo posible, normalmente en la mañana. Debe ser acomodada en empaques de fique que no sobrepasen los 50 kg (para facilitar los transportes dentro de la planta)

6.2.3.2. Lavado de yuca

Una vez ha llegado la yuca a la planta, la operación siguiente es retirar las impurezas y tierra provenientes del cultivo, lo que debe realizarse en una máquina lavadora cilíndrica, que no tenga ejes centrales para evitar que la yuca se golpee o sufra fracturas o cortes no deseados; la lavadora debe ser apoyada sobre cojinetes. En estas máquinas actúa la fricción ocasionada entre las raíces con la ayuda del agua a presión para retirar las impurezas. Como resul-

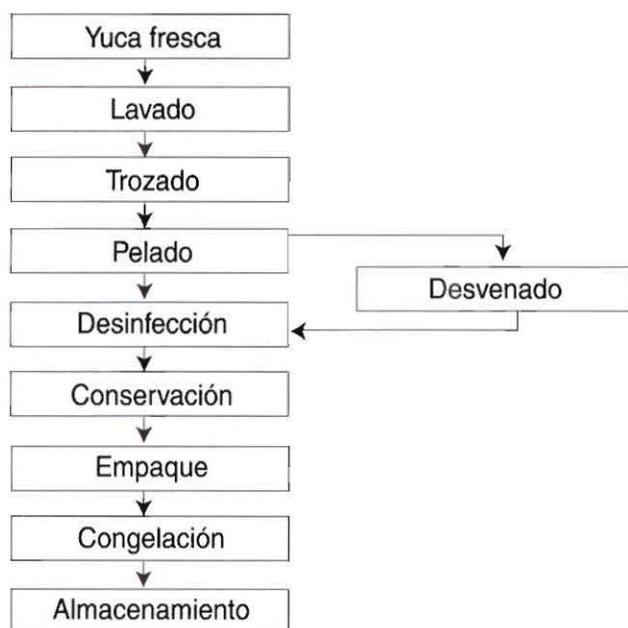


Figura 6.3. Diagrama de flujo del proceso de yuca congelada.

tado de este proceso se debe obtener una yuca limpia, libre de tierra, impurezas y en un gran porcentaje libre de cascarilla, y como subproducto de este proceso se obtiene la peridermis (cascarilla y tierra), que puede ser recogida, empacada y devuelta al cultivo, donde este material se descompone y va incorporando materia orgánica al suelo, o en otro caso se aprovecha en otro proceso, como por ejemplo, la producción de humus y lombriz californiana. Las mermas en este punto del proceso varían y pueden alcanzar un 10%, dependiendo de la variedad y las condiciones climáticas que existan al momento de la cosecha (época lluviosa o verano). En las épocas lluviosas las raíces vienen acompañadas de más cantidad de tierra que en verano, lo que afecta directamente los rendimientos en proceso.

6.2.3.3. Trozado

La operación de trozado es realizada en dos etapas, una inicial donde son retirados el pedúnculo y la punta axial de la raíz; este corte se penetra en el

Tabla 6.3. Características físico-químicas y organolépticas ideales para yuca congelada.

| | | |
|--|--------------------------------|---|
| Características físico-químicas | Facilidad de pelado | Alta |
| | (%) de yuca vidriosa | Máx. 5% |
| | (%) de yuca paluda | Máx. 5% |
| | (%) de yuca con viruela | Máx. 5% |
| | Vena central | Máx. 2 mm |
| | (%) de materia seca | >35% |
| | Absorción de agua | 15-20% |
| | (%) HCN, en M.P. | Máx. 15-20 p.p.m |
| | (%) HCN, después de cocción | Máx. 10-15 p.p.m |
| | Tiempo de cocción | 20 min. máximo |
| Características microbiológicas | Recuento de mesófilos aerobios | < 100.000 U.F.C./g |
| | Coliformes totales | < 500 U.F.C./g |
| | <i>E. coli</i> | < 10 U.F.C./g |
| | Hongos y levaduras | <3.000 U.F.C./g |
| | Psicrófilos | <1.000 U.F.C./g |
| Características organolépticas | Sabor | Después de cocción, sin residual amargo, ni otros |
| | Textura | 100% rígida, congelada |
| | Color | Ideal blanco |
| | Olor | Sin olores objetables |

Fuente: El autor.

parénquima hasta más o menos unos 2 ó 3 cm, debido a que en el extremo del pedúnculo las raíces de yuca tienden a formar un parénquima leñoso y en el ápice de la raíz una parte baja en materia seca, siendo estas dos características indeseadas.

La segunda consiste en realizar cortes perpendiculares a la raíz, de acuerdo con las especificaciones del proceso o del producto a seguir. Esta operación da uniformidad al producto y facilita el pelado. Normalmente se efectúa a mano en las medianas y pequeñas empresas, aunque en los últimos años se ha trabajado en el desarrollo de prototipos de maquinaria que aún no se encuen-

tran en el mercado; estos prototipos han resultado funcionales y con buenos rendimientos, y se han desarrollado varios, pero los más eficientes han sido los que utilizan discos dentados (estilo sierra), donde actúan fuerzas de cizallamiento que son alimentadas por diferentes métodos (neumáticos o por banda transportadora). Esta maquinaria minimiza los riesgos de accidentes de trabajo y reduce los costos de producción en esta operación en comparación con la manual, además ofrece un control sobre el proceso más estandarizado. En esta operación las mermas pueden ser del 10%, dependiendo de la calidad de la materia prima y del tipo de trozado que se utilice.

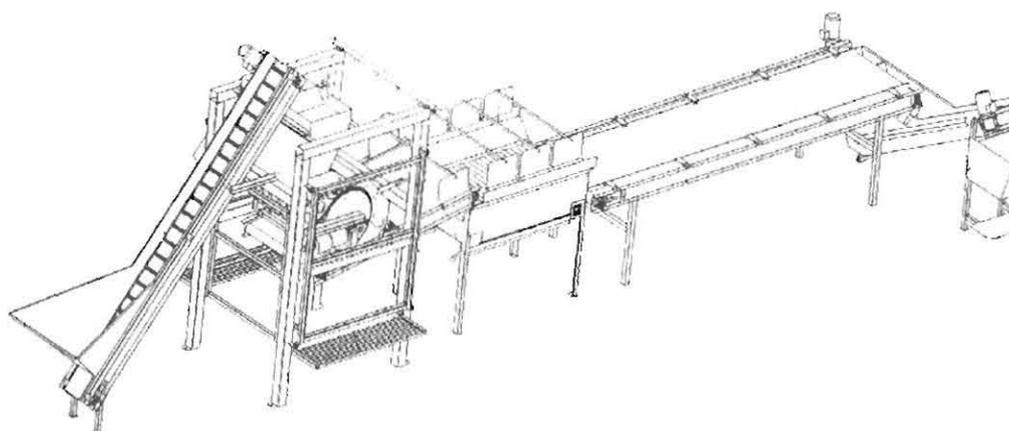


Figura 6.4. Prototipo de una trozadora de yuca (no existe en el mercado y está en fase de desarrollo).

6.2.3.4. Pelado

Antes de empezar con esta operación debe realizarse un lavado, para retirar las impurezas que hayan sido incorporadas en la operación de trozado. La operación consiste en retirar en su totalidad la corteza (parénquima cortical) de la raíz, dejando expuesta y limpia la superficie del parénquima, también se debe dejar libre de manchas generadas por los ataques de enfermedades (hongos o pudriciones) o plagas como la chinche (viruela). Esta es la operación más compleja y costosa; cuando se trata de procesar raíces de yuca, en la mayoría de las empresas dedicadas a esta labor se realiza a mano, lo cual es

contraproducente desde cualquier punto de vista, pues resulta muy costosa, demorada, emplea mucha mano de obra y causa accidentes de trabajo muy frecuentes (cortadas).

En la actualidad no hay disponibilidad de mecanización de este proceso, los prototipos ensayados se encuentran en la fase de experimentación y se espera que haya finalizado esta etapa para finales del presente año. Se conoce de mecanizaciones en algunos países (Costa Rica y Cuba), pero las empresas de nuestro país aún no han adoptado esta tecnología.

Los prototipos y diseños que se han realizado han sido efectuados por ingeniería nacional, lo que puede resultar en maquinaria que esté al alcance de las pequeñas y medianas empresas, ya que éstas no pueden adquirir equipos de empresas extranjeras (americanas u holandesas) que se han ofrecido para desarrollo de paquetes tecnológicos adecuados para este proceso, pues su costo es sumamente elevado para ser cubierto por una empresa mediana o pequeña.

Las mermas pueden variar entre un 20 ó 30%, de acuerdo con la calidad de la materia prima utilizada. En el caso que se esté produciendo yuca desvenada, debe efectuarse un corte longitudinal a lo largo del trozo del producto, dividiendo en dos mitades iguales la raíz, dejando expuestos los haces xilógenos y fibras de la raíz, los cuales deben ser extraídos lo más meticulosamente posible por parte del operario, para no aumentar las mermas y dejar un producto terminado de óptima calidad.

6.2.3.5. Desinfección y conservación

Inmediatamente después del pelado las raíces deben ser conducidas a dos tratamientos, que consisten en hacer una inmersión o aspersion con una solución de hipoclorito de sodio o hipoclorito de calcio, para eliminar microorganismos que puedan estar presentes en la raíz; después debe realizarse otra inmersión o aspersion en una solución con un agente preservante o antioxidante (benzoato de sodio, sorbato de potasio, metabisulfito de sodio, entre otros) con el objetivo de formar una película protectora antes del proceso siguiente.

Normalmente se realiza en tanques o tinas y en los casos más tecnificados en bandas con aspersores o que tienen varios niveles y uno de ellos pasa sumergido en la solución; este último método es el más recomendado ya que elimina transportes y pérdidas de tiempo en la línea de proceso.

6.2.3.6. Empaque

Para el empaque es muy importante tener en cuenta el tipo de producto a empacar, el sistema de congelación (estática o túnel de congelación), la unidad de empaque, el tipo de mercado y el consumidor final. Una vez se hayan identificado los puntos anteriores se procede al empaque donde se realiza una última inspección del producto, para seleccionar aquellas unidades defectuosas que hayan podido pasar desapercibidas en las etapas anteriores del proceso, y ser devueltas a la etapa anterior para corregir las anomalías o en su defecto retirarlas de la línea.

Para el empaque institucional normalmente se utilizan unidades de empaque de 20 a 25 kg en bolsas plásticas de polietileno o en su defecto mallas de nylon, pero este último es el menos recomendado ya que se presentan más pérdidas de peso por deshidratación durante la congelación y además el producto vuelve y queda expuesto al medio, donde puede ser contaminado si no se toman las precauciones higiénicas correspondientes. En el caso de yuca dirigida hacia otros nichos de mercado (supermercados, almacenes de cadena, etc.) y de la yuca desvenada, las cuales exigen que el producto esté en un excelente estado de calidad y presentación, los empaques deben ser más elaborados, además de cumplir con las normas técnicas Icontec para este tipo de productos. También se utilizan con frecuencia empacadoras al vacío, y donde no es necesario usar congelación, pero sí deben emplearse temperaturas de conservación.

6.2.3.7. Congelación

Este es uno de los puntos críticos a tener en cuenta dentro de este proceso, ya que una mala operación podría arruinar todo lo realizado en las etapas anteriores. Los productos una vez empacados y embalados en canastillas plásticas (en el caso de congelación estática) deben ser dirigidos al cuarto frío lo antes

posible, donde el artículo debe ser congelado en un mínimo de cuatro horas; esto significa haber alcanzado una temperatura interna del parénquima (en todo su centro) de -15°C ; en el caso de congelación en túnel (*Individually Quick Frozen*) ésta se realiza antes del empaque y después son llevados al cuarto frío, donde se mantiene el grado de congelación alcanzado. Este último método de congelación es exigido para los mercados internacionales.

Existen diversas marcas de equipos de congelación estática, donde lo más importante al momento de realizar una buena elección es tener en cuenta las características del producto, volumen, rotación dentro de los cuartos, etc. Pero es fundamental que garanticen temperaturas de -18°C y buen caudal de aire en los evaporadores. Los túneles de congelación trabajan con CO_2 o nitrógeno líquido, los cuales congelan en cuestión de unos minutos, pero es una congelación que se pierde fácilmente si no se mantiene una cadena de frío adecuada; entonces es necesario conducir inmediatamente a un cuarto frío para mantener este estado.

6.2.3.8. Transporte y distribución

Este producto exige un transporte especializado refrigerado, para lo que es necesario tener en cuenta unas consideraciones, como por ejemplo: los vehículos deben ser lavados y desinfectados antes del cargue; el cargue debe realizarse en cámaras aclimatadas para evitar la pérdida de la cadena de frío y no debe demorar más de una hora; deben contar con unidades de refrigeración *thermoking* en excelentes condiciones para garantizar las exigencias de estado de congelación con las que el producto es despachado de la planta.

6.2.4. Yuca precocida y congelada

Este es un producto más elaborado y estandarizado, debe ser lo más uniforme posible y tiene ya un mercado posicionado debido a que presenta versatilidades en su consumo. Es un artículo que, como su nombre lo indica, lleva una etapa de cocción y hace parte de los productos congelados listos para comer. Sus etapas u operaciones de producción son idénticas a las del producto anterior

hasta la etapa de pelado, aunque se deben observar algunos requisitos. En la selección de materia prima hay que considerar que las raíces deben tener un diámetro mayor a 4 cm, y en lo posible yucas rectas. En el trozado hay que tener en cuenta las medidas exigidas por el cliente (en el mercado normalmente varían entre 7 y 9 cm). El pelado de la raíz se realiza en las mismas condiciones del producto anterior.

6.2.4.1. Astillado

Esta operación se realiza inmediatamente después del pelado, y consiste en efectuar cortes longitudinales (tres o cuatro), dependiendo del diámetro de la raíz). Todos los cortes deben pasar por el centro para garantizar que salgan los trozos uniformes.

El resultado directo de esta operación son trozos en forma de prisma con la base curva (debido al borde del parénquima); después se debe retirar la fibra, que normalmente queda en uno o dos trozos en el vértice opuesto a la base curva del prisma. Esta extracción de la vena (fibra interna del parénquima) debe realizarse con cuidado, evitando dañar la forma de los lados y guardando la figura ya mencionada.

Una vez efectuado el astillado se prosigue con las etapas de desinfección y conservación descritas anteriormente. Este proceso es realizado en forma manual, ya que la maquinaria desarrollada hasta ahora es poco eficiente y presenta muchas mermas.

6.2.4.2. Cocción

En la industria de alimentos normalmente se utiliza la calefacción indirecta para someter los alimentos a cambios químicos y así obtener o mejorar ciertas características como sabor, olor, textura; y también con fines de preservación. En el caso de la yuca, se ha trabajado con equipos que emplean agua como transmisor de calor y vapor de agua que hace contacto directo con los trozos; siendo este último el método que ofrece más eficiencia ya que su calor latente, su conductividad térmica y su calor específico son mayores.

Foto 6.3. Yuca congelada en cilindros.

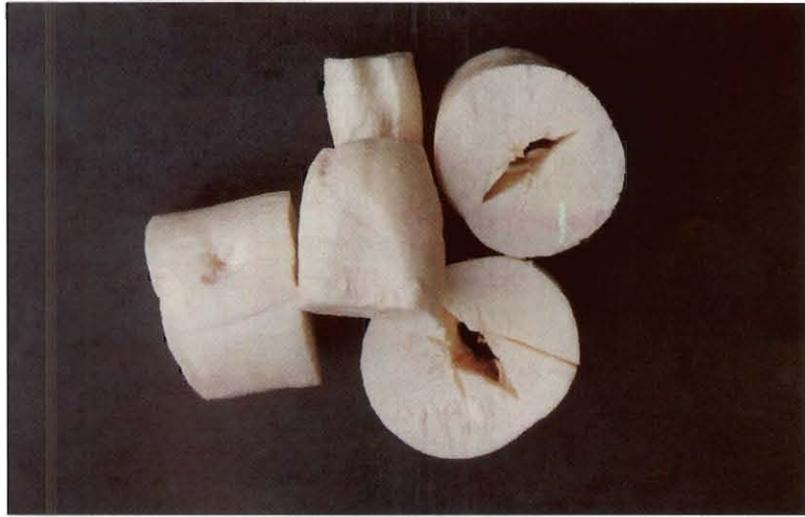


Foto 6.4. Empaque de polietileno tipo institucional y forma de utilizar el espacio dentro del cuarto frío.

Foto 6.5. Yuca precocida y congelada.



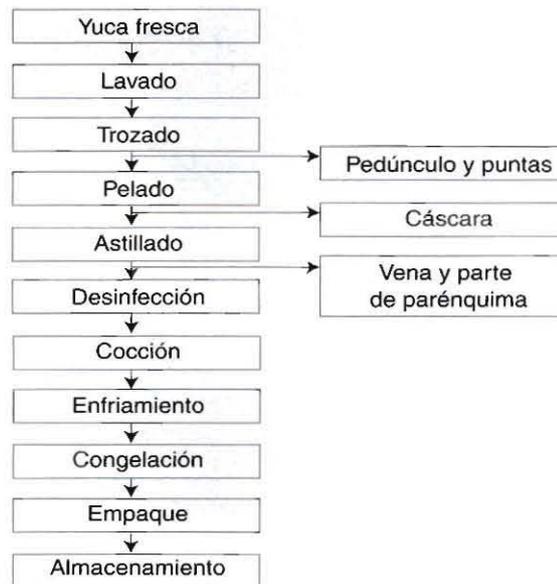


Figura 6.5. Diagrama de flujo de yuca precocida.

Estos son equipos que trabajan en forma continua y arrastran el producto por medio de un tornillo sinfín, a su vez éste recibe el calor por medio de unas camisas situadas a lado y lado del tornillo. En estos equipos se pueden controlar variables como temperatura, presión y tiempos de retención; sin embargo, solamente son utilizados por las grandes industrias, que poseen calderas y montajes de líneas de vapor tecnológicamente bien diseñados.

En la pequeña y mediana empresa se utilizan sistemas de calefacción donde el transmisor de calor es un líquido que por lo general siempre es agua; este método es menos eficiente que el anterior, y se utilizan marmitas de cocción que obtienen su calor por medio de llama directa o resistencias eléctricas. En la yuca particularmente los cambios químicos que ocurren se dan por las transformaciones en los enlaces químicos al interior de las moléculas de amilosa y amilopectina. Estos cambios determinan la calidad y el comportamiento del producto final, circunstancia de vital importancia cuando después de la cocción se pretenden realizar otros procesos (como en el caso de las croquetas).

En el proceso es adicionada sal, cuyo objetivo es mejorar el sabor, pero también indirectamente la sal ocasiona que el punto de ebullición del agua sea menor y así se logra obtener ganancia de tiempo y economía en el proceso. En algunas empresas utilizan un preservante en la misma solución.

6.2.4.3. Enfriamiento y selección

En esta etapa el producto es pasado por una banda; con la ayuda de ventiladores se elimina el exceso de calor y se trata de llevar el producto a una temperatura ambiente; mientras esto ocurre se debe realizar una selección de aquellos trozos que presentan anomalías físicas (malformaciones, fracturas, que no guardan su forma original) y químicas (yuca vidriosa).

El término yuca vidriosa ha causado controversias dentro de los entendidos del tema; inicialmente se atribuía a trozos o partes en bajo contenido de almidón, pero los análisis han demostrado lo contrario. Hasta ahora se ha llegado a la conclusión de que este fenómeno es debido a las transformaciones químicas que experimentan las moléculas dentro del proceso de cocción, donde tienden a reorganizarse y formar estructuras cristalinas.

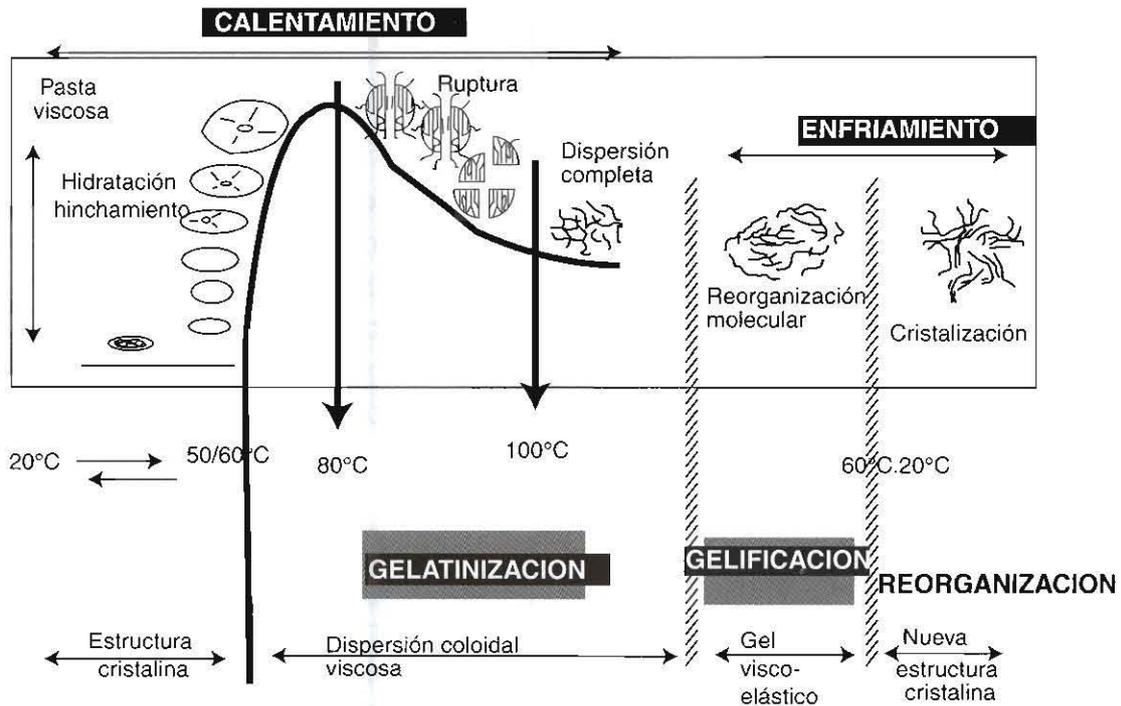


Figura 6.6. Cambios físico-químicos del almidón de yuca en un proceso de cocción (López Alarcón, J.M. Efecto de la extrusión sobre las propiedades funcionales y reológicas del almidón de yuca, Ciat, 1994).

6.2.4.4. Congelación

Se recomienda utilizar el congelamiento I.Q.F. (*Individually Quick Frozen*). En el caso de no tener túnel de enfriamiento se pueden acondicionar herramientas para emular este tipo de congelación y obtenerla de los trozos individuales. Es necesario realizar este proceso como se ha indicado, ya que si se empaqueta antes del congelamiento, debido a que el producto pierde agua durante el proceso, ésta se congela y forma masas de hielo y no es una presentación apropiada para el producto.

6.2.4.5. Empaque

Este debe realizarse en las unidades especificadas en el mercado, que normalmente no exceden de un kilogramo por unidad de empaque; es indispensable utilizar sellos de calor. Luego deben ser embaladas por unidades de 15 a 20 por caja. El transporte debe ser realizado en unidades especializadas de *thermoking*.

6.2.5. Croquetas de yuca

Este artículo fue lanzado al mercado con el objetivo de sacar un producto más suave, de excelente textura y que presentara alta uniformidad y estandarización tanto en su forma como en sus calidades culinarias. Es el más especializado a partir de yuca que se puede encontrar en los mercados de alimentos, tiene un alto potencial nacional e internacional, es innovador y de muy buenas características, lo que indudablemente lo convierte en un producto de un valor agregado alto.

Las grandes industrias de congelados han logrado mecanizar y automatizar los procesos para la fabricación de croquetas a unos costos de inversión muy elevados, que estas multinacionales pueden asumir por obvias razones, pero las pequeñas y medianas empresas del país no pueden realizar estas inversiones tan altas en maquinaria extranjera; la necesidad de estas empresas de competir y poder acceder a una parte del mercado hace que generen su propia tecnología y/o desarrollar técnica nacional, lo que resulta en inversiones

más moderadas, siendo recuperable en tiempos relativamente cortos. La materia prima para este proceso depende principalmente del tipo de nivel donde esté situada la empresa (gran industrial no productor, mediana y pequeña empresa no productora, pequeña y mediana empresa productora); esto significa que para las grandes industrias su materia prima y su proceso empiezan a partir de la yuca congelada en cilindros, que les compran a las pequeñas y medianas empresas de congelados que son productores a su vez.

En el otro nivel de empresa generalmente su materia prima y su proceso pueden ser en línea una vez estén los cilindros pelados y evitando la congelación intermedia. Una ventaja de producción de este tipo de productos es que se procesan mezclados con otros ingredientes, con los cuales se pueden trabajar formulaciones que les ayudan a mejorar la consistencia y a mantener un producto siempre uniforme.

6.2.5.1. Cocción

Se realiza en la misma forma que en el proceso de yuca precocida, con la diferencia que en las grandes industrias a veces utilizan dos tornillos seguidos en donde el primero realiza una descongelación y una primera cocción del producto y en el segundo terminan la cocción.

6.2.5.2. Molienda

Se debe efectuar inmediatamente después de la cocción, ésta se puede realizar en los molinos convencionales utilizados para carnes, tipo disco o cuchillas.

6.2.5.3. Mezcla

Esta es una de las etapas más importantes dentro de la producción de croquetas, ya que debe hacerse la formulación más adecuada para obtener un producto que siempre conserve las mismas características; las formulaciones deben ser elásticas para permitir trabajar con mezclas de diferentes variedades y

calidades de yuca. Existen diversos equipos que pueden ser empleados (mezcladoras de bandeja, tipo planetario, de hoja en z, de tornillo o de aspas); lo importante es que como resultado se obtenga una masa homogénea y que posea buena maleabilidad.

El tipo de mezcla también es determinado por el proceso siguiente: el formado; dependiendo del tipo de formadora que se esté utilizando se debe seleccionar el equipo de mezclado. Los tiempos, así como las formulaciones, son muy importantes para las características del producto final, ya que una mala aplicación de estos conceptos podría traer como resultado rupturas y malformaciones en los trozos durante su vida útil, incluso provocando explosiones en el producto al momento del freído.

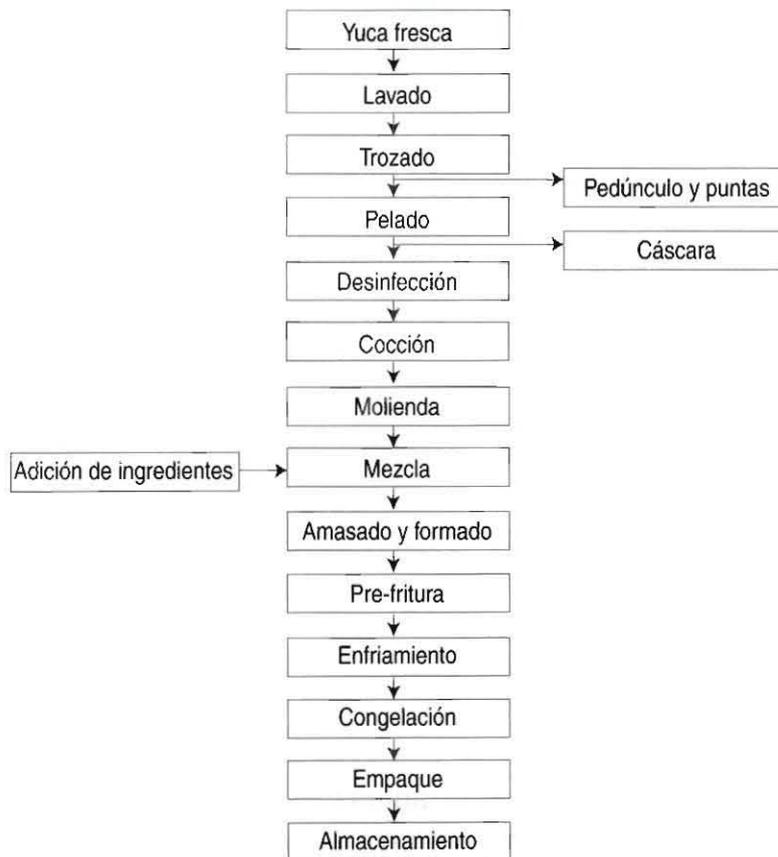


Figura 6.7. Diagrama de flujo del proceso de croquetas de yuca.

6.2.5.4 Formado

Existen diferentes equipos que pueden ofrecer una gran versatilidad de formas de producto, entre los que se pueden citar las formadoras accionadas neumáticamente y en condiciones de vacío, formadoras de tornillo, formadoras de troquel y formadoras de pistón macho y hembra; la selección de la maquinaria adecuada depende de la capacidad de producción que se pretenda alcanzar, las formas deseadas y de la disponibilidad económica, ya que la mayoría de estos equipos son importados, pero como en los casos anteriores esta tecnología se puede efectuar con ingeniería nacional, que da como resultado en costos de inversión menores.

6.2.5.4.1. Posibles presentaciones del producto

- Forma prismática (en el mercado): no es eficiente en el aprovechamiento del empaque, pero ya tiene un reconocimiento asociado a la calidad.
- Forma cilíndrica (tradicional): puede confundirse con las croquetas de papa.
- Forma plana: puede ser demasiado frágil.

- Forma de french fries: es una buena alternativa para competir con las papas a la francesa; implicaría otra tecnología en máquina formadora.

- Forma tableteada (similar a sticks de pescado en USA): la más eficaz de aprovechamiento de empaque, almacenamiento y transporte. Implica otra forma de fabricación sin prefreído y aún no ensayada con yuca.

6.2.5.5. Freído

Esta operación, inmediatamente después del formado, tiene como objetivo crear una película protectora, reafirmar la textura obtenida en el mezclado y formado, su apariencia (capa externa crocante y de tonos dorados), y finalmente la grasa absorbida forma parte del contenido nutricional del alimento. Esta labor normalmente se realiza en freidores continuos, en los cuales se pueden controlar variables como tiempos de retención y temperaturas. Esta etapa requiere adecuados procedimientos para garantizar la conservación de las cualidades



Foto 6.6. Mezcladora tipo Howard (Catálogo Comercializadora Industrial Anditec Ltda.).



Foto 6.7. Croqueta de yuca de forma plana y troquelada.

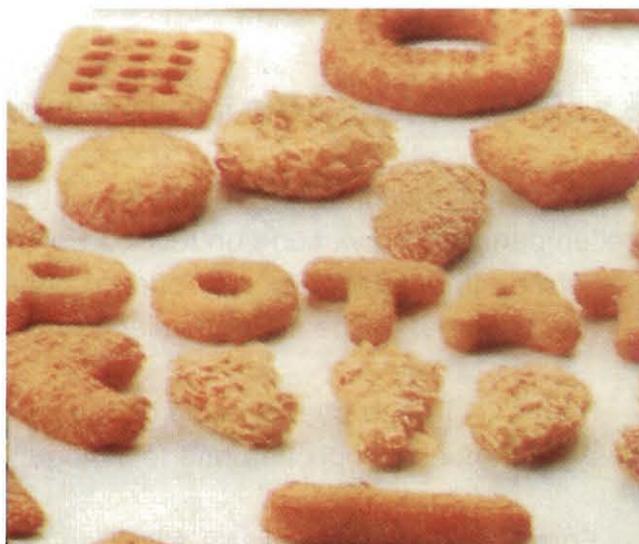


Foto 6.8. Posibles formas de presentación de croquetas de yuca.

Foto 6.9. Empacadora automática de croquetas de yuca (Catálogo de la Comercializadora Industrial Anditec Ltda.).



del producto; uno de éstos es utilizar aceites de calidad. Los rangos de temperatura entre los 175°C y 185°C son ideales para la mayoría de los alimentos; la proporción de alimento y aceite debe ser 6:1.

6.2.5.6. Congelación y empaque

Se aconseja utilizar las mismas recomendaciones a seguir que en el producto expuesto anteriormente (yuca precocida); el empaque debe ser diseñado de acuerdo con la forma seleccionada, ya que un mal diseño puede destruir todo lo logrado en los procesos anteriores u opacar cualidades del producto. En las pequeñas y medianas empresas el empaque se realiza de forma manual con la ayuda de selladoras automáticas, pero en las grandes industrias se pueden adquirir equipos totalmente automatizados, que no sólo empaacan el producto sino que también lo pesan exactamente.

6.2.6. Extracción de almidón de yuca

El almidón, después de la celulosa, es el carbohidrato más abundante en la naturaleza, es una de las principales reservas de energía de las plantas y se obtiene de diferentes fuentes (maíz, trigo, cebada, arroz, papa y yuca, entre otras). A diferencia de los almidones de cereales que requieren procesos industriales muy tecnificados, los almidones de raíces y tubérculos son más fáciles de extraer.

Para este proceso se pueden aprovechar los subproductos de la cosecha (oscilan entre 10-20%) llamados normalmente “redrojo”, que por sus características no pueden ser utilizados en cualquiera de los productos anteriores, y que ofrecen una alternativa para la utilización del 100% de la yuca producida en campo.

6.2.6.1. Lavado

Se puede utilizar la máquina que se ha descrito en los otros procesos. Aquí sólo es necesario retirar las impurezas y materiales no deseados en el proceso.

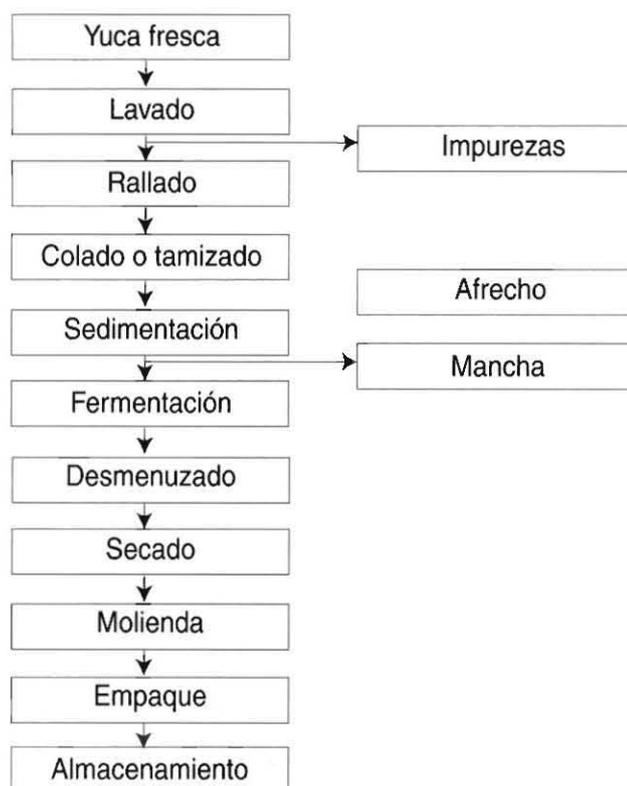


Figura. 6.8. Diagrama de flujo del proceso de extracción de almidón de yuca.

6.2.6.2. Rallado

Esta operación tiene como objetivo liberar el almidón contenido dentro de las células, lo cual se realiza por medio de fuerzas de impacto y cizallamiento, logradas en un equipo que consta de un rodillo cubierto por una lámina perforada, en la cual los bordes de los agujeros tienen efecto cortante. Este equipo, llamado comúnmente “rallo”, es construido de materiales rústicos como madera y láminas galvanizadas.

En el proceso también se utiliza agua para facilitar la extracción, ya que debido a que el almidón es soluble en agua, ésta puede ser utilizada como solvente. La solución de agua, almidón y fibras desintegradas o “masa rallada” se agita antes de pasar al proceso siguiente.

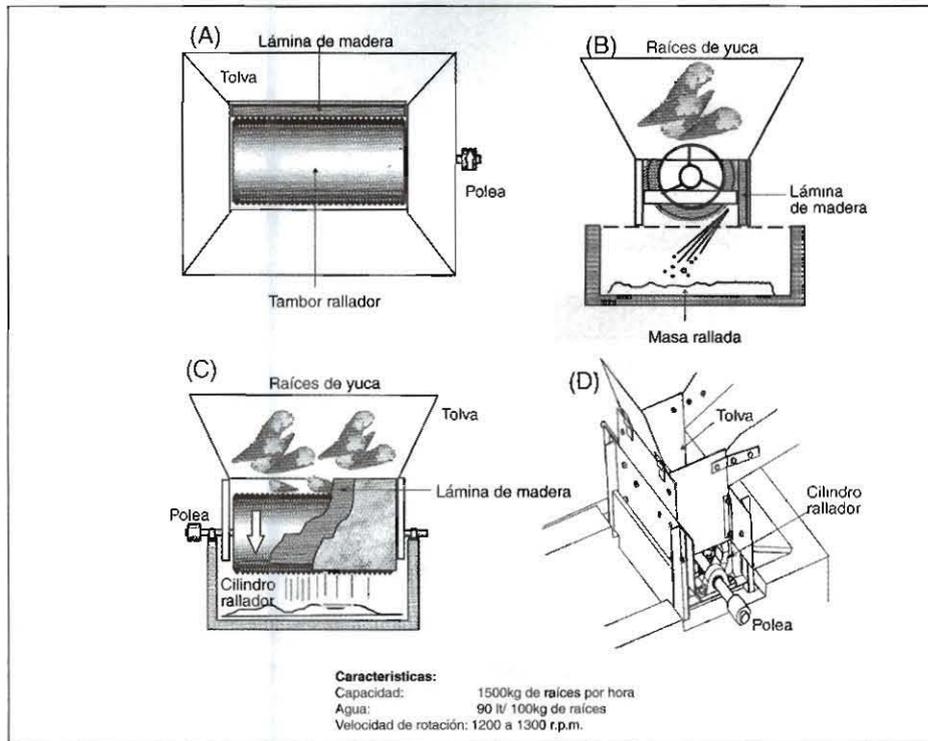


Figura 6.9. Rallador de yuca (Alarcón M. Freddy, 1998).

6.2.6.3. Colado o tamizado

Esta operación consiste en separar la solución de agua y almidón y las fibras desintegradas. Se realiza en un equipo cilíndrico llamado coladora, donde la masa rallada es lavada con abundante agua, mientras el equipo gira sobre un eje. Esta combinación de agua y la fuerza centrífuga ejercida por los giros del equipo hace que la solución de agua y almidón se esparza hacia las paredes del cilindro, recubiertas de un cedazo o tela que deja pasar el almidón y retiene las fibras.

Inmediatamente la solución es obligada a pasar por un segundo tamiz vibratorio, que termina con la operación de tamizado y logra eliminar las impurezas que se hayan podido pasar en la coladora. En la actualidad se están construyendo centrífugas que son más eficientes y logran obtener un producto de mejor calidad; tienen el mismo principio de las coladoras, pero difieren en el

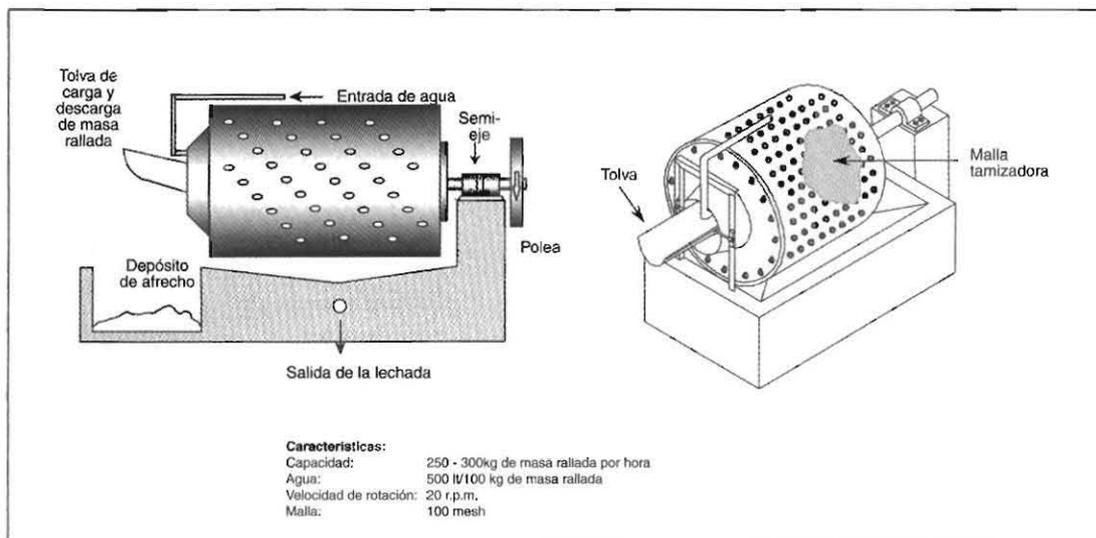


Figura 6.10. Coladora discontinua de yuca (Alarcón M., Freddy 1998).

diseño y los parámetros de funcionamiento, como las velocidades y los ángulos de inclinación.

6.2.6.4. Sedimentación

Esta etapa se realiza normalmente en canales de sedimentación. Consiste en construir unos canales con una leve inclinación, por donde es obligada a pasar la solución de agua y almidón; ésta fluye muy lentamente a través de aproximadamente 100 m de canal, donde la fuerza de gravedad y la diferencia de densidad entre el almidón y el agua hacen que el almidón se precipite al fondo y vaya quedando acumulado en los primeros metros formando una masa húmeda y compacta. Después de formada la masa se realiza un lavado superficial, para retirar restos microscópicos de fibra y elementos extraños al almidón. En esta etapa también es posible utilizar equipos que aprovechan las fuerzas centrífugas para realizar la separación de agua y almidón, lógicamente convirtiendo el proceso en uno más continuo y eficiente.

6.2.6.5. Fermentación

Este proceso tiene lugar en tanques recubiertos de madera, donde el almidón es almacenado y privado de la presencia de oxígeno. El almidón húmedo

es dejado en estos tanques por un tiempo que oscila entre 25 a 45 días, donde tiene lugar una fermentación anaerobia ocasionada por *Lactobacillus*. Como resultado de ésta, las bacterias producen ácido láctico y cambios en las estructuras químicas y físicas del almidón, que le confieren características especiales para ser utilizado en la industria de alimentos.

Es conocido como almidón agrio. El otro tipo, "almidón dulce o nativo", no necesita ser fermentado, sigue los mismos procesos y principios del agrio hasta antes de la fermentación, pero sí necesita equipos más sofisticados y eficientes, ya que su utilización es para diferentes industrias, como la textil, papelera, de pegantes y adhesivos, petrolera, entre otras, donde las exigencias de pureza son rigurosas.

6.2.6.6. Secado

Esta etapa no admite equipos de secado para el caso del almidón agrio; en el caso del dulce sí se pueden utilizar equipos para el secado. Los rayos del sol y

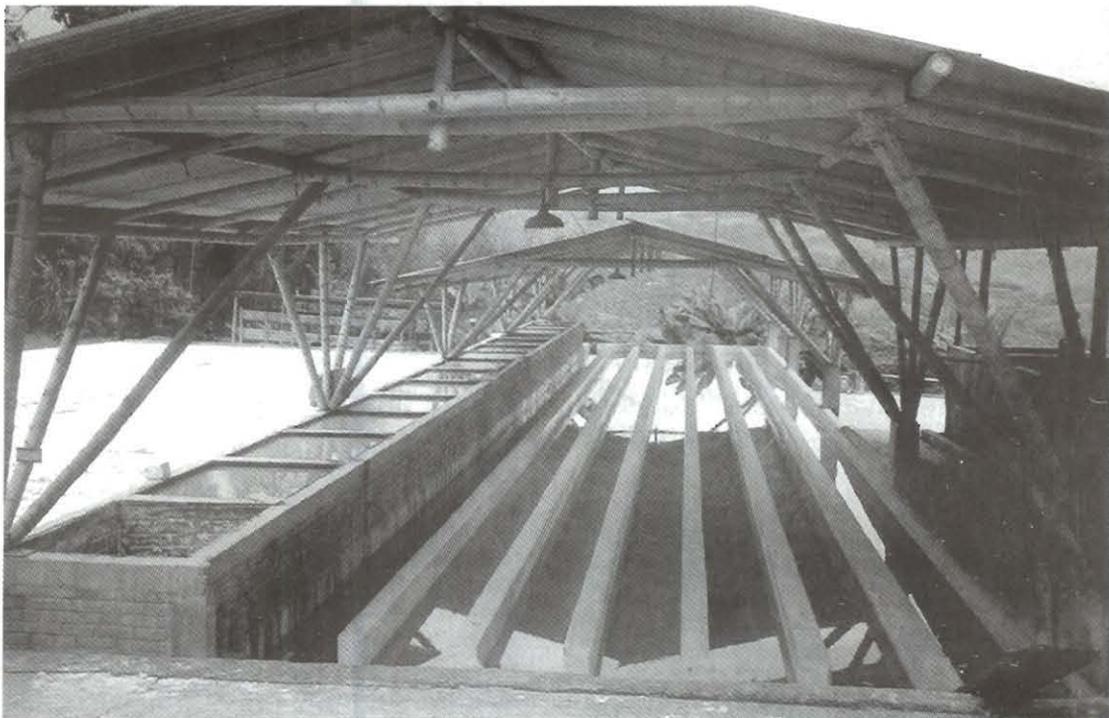


Foto 6.10. Canales de sedimentación y tanques de fermentación de almidón (Alarcón M., Freddy, 1998).

todo el espectrograma entregado por él le confieren al almidón agrio características químicas sobre sus estructuras cristalinas, que no pueden ser logradas en otras condiciones. El almidón fermentado, al sacarlo de los tanques, se presenta en forma de bloques compactos, que deben ser desintegrados para poder obtener una superficie de contacto mayor y así facilitar la etapa de secado. Estos bloques son desintegrados en equipos cilíndricos de espas o a mano; después el almidón es esparcido sobre una superficie de cemento o plástico de polietileno negro, en una densidad de 2 kg/m²; el tiempo de secado depende de las condiciones de luminosidad y climáticas de cada zona, pero normalmente dura entre 6 y 8 horas. El almidón debe poseer una humedad entre 7 y 10% como máximo, para poder ser empacado. Luego es empacado y almacenado en condiciones ideales para su almacenamiento.

6.2.7. Harina de yuca para la alimentación animal

La industria de concentrados en Colombia es grande, con una producción actual ligeramente superior a tres millones de toneladas por año de alimentos concentrados para animales, supliendo así el 98% de la demanda total del país. De esta producción total, 2,4 millones de TM se destinan a la alimentación de cerdos y aves (Buitrago, 1990). El 70% de estas raciones está constituido por granos y productos amiláceos que aportan energía o carbohidratos. La yuca seca podría sustituir hasta un 30% de esta ración energética. Con base en esta información se puede estimar una demanda potencial de 500.000 TM de yuca seca/año.

Sin embargo, pese a las anteriores estadísticas, la yuca debe competir en precios frente a otros productos como el maíz y el sorgo, que tienen precios y volúmenes relativamente estables durante todo el año y también poseen un alto contenido proteico; así, los precios que las fábricas de concentrados podrían pagar por la yuca seca para que compense las diferencias proteicas sería del 70% de las otras materias primas.

Teniendo en cuenta que la yuca posee una humedad entre 65% y 70%, las plantas productoras de yuca seca no admiten precios superiores a los \$90 por kilogramo de yuca fresca puesto en planta, precio que es poco atractivo en la producción agrícola. Sin embargo, esta línea de procesamiento se hace atrac-

tiva en la medida en que se pueda realizar una selección de raíces para otros mercados y utilizar para este proceso las de menor valor comercial y también los subproductos obtenidos de las otras líneas de proceso; en esta medida los costos de materia prima serían muy bajos y se podría llegar a las fábricas de concentrados con precios competitivos frente a otros productos.

6.2.7.1. Lavado

Se puede realizar en cualquiera de los equipos lavadores de yuca vistos con anterioridad, que retiran las impurezas que trae la yuca del campo. Cuando se utiliza el aprovechamiento de subproductos, éstos deben provenir limpios de las diferentes líneas de proceso.

6.2.7.2. Trozado

Esta operación consiste en reducir el tamaño de las partículas de la raíz y aumentar la superficie de contacto para favorecer la operación de secado, que se realiza mecánicamente, para la cual se cuenta con el desarrollo de diferentes equipos, que dan como resultado diferentes tipos de trozado; la mayoría de los equipos cumplen bien con los objetivos de esta etapa, sin embargo, las más utilizadas son las trozadoras tipo Tailandia y tipo Colombia, desarrolladas en el CIAT.

6.2.7.3. Secado

Esta es la operación más crítica en este proceso, ya que gran parte de los costos dependen de esta etapa. Los métodos han ido evolucionando desde el tradicional secado en patios hasta métodos que involucran varias operaciones en una sola etapa. Últimamente se han creado varios consorcios (públicos, privados y mixtos) que se han dado a la tarea de hacer factible este proceso, enfatizando primordialmente en el desarrollo de equipos más eficientes para el secado, con muy buenos resultados; pero como se mencionó anteriormente, el talón de Aquiles del proyecto son los precios poco atractivos pagados al productor.

La mayoría de los equipos son diseñados con los mismos principios, que utilizan aire caliente con circulación forzada: el aire es calentado por quemadores que emplean como combustible gas natural, gas propano, y A.C.P.M. Este aire caliente, forzado a pasar a través del producto por medio de grandes ventiladores, retira la humedad presente en el producto debido a su elevada temperatura y la velocidad que posee.

La diferencia en las eficiencias de los equipos reside en las características de sus diseños, los cuales utilizan cintas transportadoras a través de cámaras de calefacción, tambores cilíndricos perforados, secadores tipo flash, secadores de tornillo, etc. La humedad final del producto debe estar entre 10 y 12% como máximo para poder seguir con la operación de molienda y también para evitar la descomposición del producto por la formación de hongos, levaduras y el ataque de microorganismos.

6.2.7.4. Molienda

Una vez secos los trozos de yuca deben ser reducidos de tamaño, para poder ser mezclados con otros ingredientes en las formulaciones de los concentrados. Esta operación se puede realizar en molinos convencionales de martillo, de bolas, de discos, etc. Es muy importante homogeneizar el producto y tener en cuenta el tamaño de partícula al final del proceso.

6.2.7.5. Empaque y almacenamiento

La harina de yuca debe ser empacada en sacos de polipropileno en unidades que faciliten su manipulación; el sitio de almacenaje debe ser un lugar fresco y el producto debe ser arrumado sobre estibas de madera o plástico en condiciones ambientales de almacenamiento óptimo.

6.2.8. Otras posibles utilidades

En los últimos años se han desarrollado otros tipos de productos innovadores en nuestro país, como los snacks de yuca. Estos se han ido introduciendo



Foto 6.11. Snacks 100% yuca.



Foto 6.12. Snacks de diferentes formulaciones yuca-maíz.

tímidamente en el mercado nacional; en el internacional se pueden encontrar snacks de yuca saborizados, producidos principalmente en Venezuela. Este producto ha tenido muy buena aceptación y se proyecta como de gran potencial, ya que puede reemplazar los snacks comunes de maíz y papa. López, J.M. (1996) realizó diferentes ensayos con harinas de yuca para reemplazar los snacks de maíz; las pruebas concluyeron en que era factible reemplazar en la formulación hasta el 100% del maíz; pero también se lograron excelentes resultados con una mezcla de 75% de yuca y 25% de maíz.

RESUMEN DEL CAPÍTULO 6

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es una gran fuente de energía para millones de personas en el mundo, se adapta desde el nivel del mar hasta los 2.000 metros de altura. Existen más de cinco mil clones o variedades conocidas, las cuales poseen diferentes características físico-químicas que le confieren una gran versatilidad en sus posibles utilizaciones agroindustriales.

La visualización de nuevos procesos de producción debe estar orientada hacia el aprovechamiento del 100% de la biomasa arrojada por un cultivo. En la medida en que los procesos agroindustriales se vuelvan más eficientes, más recursivos y más rentables, será posible entonces obtener una economía de cultivo sostenible.

Los mercados nacional e internacional de esta raíz se han ido incrementando, en la medida en que se ha profundizado en la utilización de nuevas tecnologías para la producción de nuevos productos, como yuca congelada, yuca precocida, yuca parafinada, croquetas de yuca, almidón de yuca y harina de yuca, entre otros. En cada uno de estos productos es necesario tener el conocimiento de sus procesos, desde la selección de variedades hasta el momento de ser consumido por el cliente, a su vez estos mismos procesos deben ser permanentemente controlados y estudiados, con el objetivo de obtener la mayor información posible y poder retroalimentar la forma de proceder en la concepción de un producto.

Práctica 6.1. Parafinado de yuca

Objetivos

Una vez ejecutada esta práctica, los participantes estarán en capacidad de:

- Seleccionar las raíces de yuca aptas para ser parafinadas.
- Realizar el proceso de parafinado de las raíces de yuca correctamente.
- Determinar los costos del parafinado de yuca por kilogramo de producto parafinado.

Orientaciones para el instructor

- Leer el procedimiento del proceso de parafinado.
- Explicar los objetivos de la práctica.
- Dividir el grupo en cuatro subgrupos, cada subgrupo nombra un relator.
- Evaluar el trabajo de cada subgrupo y sacar conclusiones.
- Explicar el procedimiento para la determinación de los costos de parafinado, para lo cual es importante conocer el costo del parafinador, costo de la fuente de calor, costo del kilo de parafina, costo de la mano de obra y costo de los diferentes insumos utilizados (agua, funguicida, cuchillos, cepillos).

Recursos necesarios

- Para llevar a cabo esta práctica se requiere lo siguiente:
- Vestimenta apropiada para proceso agroindustrial (delantal, botas, gorro, tapabocas).
- Raíces de yuca de primera y segunda calidades enteras.
- Cuchillos, tablas picadoras.
- Parafinador completo.
- Pocetas para lavado y desinfección de la yuca.
- Mesones.
- Balanza.
- Termómetro que pueda medir temperaturas hasta de 160°C.
- Hoja de registro de rendimientos y proceso.
- Estufa de gas o eléctrica.
- Desinfectante.
- Canastillas plásticas.
- Cepillos de lavado de cerdas suaves.

Tiempo sugerido: Práctica 2 horas.

Seguimiento: Mínimo durante 15 días.

Orientaciones para los participantes

Dividirse en cuatro subgrupos, cada subgrupo nombra un relator.

Realizar el proceso de parafinado de acuerdo con la guía entregada por el instructor.

Cualquier duda, preguntar.

Cuantificar las cantidades de insumos utilizadas, para poder calcular los costos de parafinado por kilo de producto.

Elaborar resultados y recomendaciones y presentarlos en plenaria.

Siga las siguientes instrucciones:

Selección de materia prima: Raíces de yuca recién cosechadas, sin heridas, libres de problemas fitosanitarios, bien formadas, sin nudos.

Lavado: Realizar con un cepillo de cerdas suaves o un trapo, tener cuidado de no ir a retirar la cáscara, se debe hacer con agua potable.

Secado: Se realiza con el objetivo de eliminar el agua superficial que tenga la raíz y evitar la proliferación de microorganismos, se puede realizar con aire caliente con temperatura máxima de 60 – 70°C.

Parafinado: Se trabajan temperaturas entre 120 y 160°C. Cuando se labora con mezclas con ceras líquidas la temperatura no debe exceder los 100°C; el tiempo de inmersión es de 2 a 3 segundos, asegurándose una inmersión del 100% de la raíz. El pedúnculo, que normalmente se deja largo al momento de la cosecha, debe ser cortado lo más cercano al cuerpo de la raíz.

Empaque y transporte: El empaque debe ser cuidadoso, en cajas de cartón, o en su defecto canastillas, estas unidades de empaque no deben sobrepasar los 20 kg, para evitar los descascaramientos de la parafina por excesos de peso y fricción en el transporte.

Información de retorno

Cada relator de subgrupo expone los resultados ante el resto del grupo.
 El instructor sintetiza los resultados de cada subgrupo y permite la discusión y análisis de las actividades realizadas.
 El instructor resuelve los interrogantes planteados.

Diagrama de flujo del proceso de parafinado

- Raíces frescas
- Lavado
- Secado
- Parafinado
- Selección de raíces
- Salida de impurezas

Práctica 6.1. Parafinado de yuca

Hoja de trabajo

Fecha: _____

Grupo No.: _____

| Variedad | Observaciones |
|---|---------------|
| Diámetro Longitud Peso de raíz Costo de kg de raíz Costo de mano de obra Costo de la parafina consumida Costo de otros insumos Costo del parafinado/kg | |

Descripción del proceso:

Práctica 6.2. Elaboración de astillas de yuca precocidas

Objetivos

Una vez ejecutada esta práctica, los participantes estarán en capacidad de:

Seleccionar las raíces que cumplan la ficha técnica para yuca en astillas.

Desarrollar destreza para realizar cortes en las raíces.

Disminuir las pérdidas por astillado defectuoso.

Aumentar el rendimiento en la cantidad de producto procesado por unidad de tiempo.

Pelar yuca troceada con gran rendimiento en la labor y buena presentación de los cilindros.

Ejecutar la labor de trozado manual cumpliendo con el registro de longitud exigido.

Recursos necesarios

Para llevar a cabo esta práctica se requiere lo siguiente:

Vestimenta apropiada para proceso agroindustrial (delantal, botas, gorro).

Raíces de yuca de primera y segunda calidades (diámetro > 4 cm < 7 cm y longitud > 7 cm).

Cuchillas, tablas picadoras.

Equipo para cocción (olla, estufa, combustible, agua potable, canastilla o rejilla metálica).

Pocetas para pelado de la yuca.

Recipientes para enfriamiento de la yuca (cubetas, canastillas plásticas).

Recipientes y equipo para conservación en frío o congeladores.

Bolsas para empacado de astillas.

Mesones.

Báscula.

Hoja de registro de rendimientos y proceso.

Orientaciones para el instructor

(Lea el procedimiento 6-25 y 6-26)

Explique los objetivos de la práctica.

El ejercicio se realiza por parejas (uno pela y el otro astilla, haciendo rotación para que ambos desarrollen las dos labores).

Evalúe el trabajo de cada grupo revisando resultados en el producto.

Junte el producto astillado por todos los grupos y continúe el proceso.

Cocine partiendo de agua en ebullición hasta encontrar la textura deseada.

Retire las astillas y déjelas enfriar a temperatura ambiente.

Congele el producto a 5°C.

Empaque las astillas cuidando la presentación.

Selle las bolsas e identifique el producto.

Almacene el producto previamente envasado en canastillas plásticas limpias.

Orientaciones para los participantes

Ubicarse por parejas.

Pele y astille el producto de acuerdo con las indicaciones dadas por el instructor.

Junte el producto astillado por todos los grupos y continúe el proceso.

Cocine partiendo de agua en ebullición hasta encontrar la textura deseada.

Retire las astillas y déjelas enfriar a temperatura ambiente.

Congele el producto a 5°C.

Empaque las astillas cuidando la presentación.

Selle las bolsas e identifique el producto.

Almacene el producto previamente envasado en canastillas plásticas limpias.

Siga las siguientes instrucciones:

Selección de materia prima: Hay que considerar que las raíces deben tener un diámetro mayor de 4 cm, y en lo posible yucas rectas.

Lavado: Retirar las impurezas y tierra provenientes del cultivo. Debe realizarse en una máquina lavadora cilíndrica, la cual no debe poseer ejes centrales, para evitar que la yuca se golpee o sufra fracturas o cortes no deseados.

Trozado: Es realizado en dos etapas, una inicial donde es retirado el pedúnculo de la raíz y la punta axial de la raíz; este corte se penetra en el parénquima hasta más o menos unos 2 ó 3 cm, la segunda etapa consiste en realizar cortes perpendiculares a la raíz, de acuerdo con las especificaciones del proceso o del producto a seguir. Esta operación da uniformidad al producto y facilita el pelado. Hay que tener en cuenta las medidas exigidas por el cliente (en el mercado normalmente varían entre 7 y 9 cm).

Pelado: Antes de iniciar esta operación debe realizarse un lavado, para retirar las impurezas que hayan sido incorporadas en la operación de trozado, que consiste en retirar en su totalidad la corteza de la raíz, dejando expuesta y limpia la superficie del parénquima, también se debe dejar libre de manchas generadas por los ataques de enfermedades.

Astillado. Esta operación se realiza inmediatamente después del pelado, y consiste en realizar cortes longitudinales (3 ó 4, dependiendo del diámetro de la raíz). Todos los cortes deben pasar por el centro, para garantizar que salgan

uniformes; el resultado directo de esta operación son trozos en forma de prisma con la base curva.

Desinfección y conservación: Después del pelado, las raíces deben ser conducidas a dos tratamientos, hacer una inmersión o aspersion con una solución de hipoclorito de sodio o hipoclorito de calcio para eliminar microorganismos que puedan estar presentes en la raíz, después debe realizarse otra inmersión o aspersion en una solución con un agente preservante o antioxidante (benzoato de sodio, sorbato de potasio, metabisulfito de sodio, entre otros) con el objetivo de formar una película protectora antes del proceso siguiente.

Cocción: Se realiza sumergiendo totalmente el producto en agua y se somete a calentamiento hasta llegar a ebullición; se deja hervir alrededor de 10-15 minutos, dependiendo de qué tan blando se desea el producto.

Enfriamiento y selección: La yuca es pasada por una banda, con la ayuda de ventiladores se elimina el exceso de calor y hay que tratar de llevar el producto a una temperatura ambiente. Mientras esto ocurre se debe realizar una selección de aquellos trozos que presentan anomalías físicas (malformaciones, fracturas, que no guardan su forma original) y químicas (yuca vidriosa).

Congelación: Se recomienda utilizar la congelación I.Q.F. (*Individually Quick Frozen*). En caso de no tener túnel de congelación, se pueden acondicionar herramientas para emular este tipo de enfriamiento y obtener congelación de los trozos individuales.

Empaque: Este debe realizarse en las unidades especificadas en el mercado, que normalmente no exceden de un kilo por unidad de empaque. Es indispensable utilizar sellos de calor. Luego deben ser embalados por unidades de 15 a 20 por caja.

Información de retorno:

Cada relator de grupo expone ante la audiencia los resultados obtenidos durante la práctica.

El instructor hace la síntesis de los resultados obtenidos por los grupos.

La síntesis de la información obtenida permite la discusión y revisión de las actividades realizadas en la práctica.

Se hacen en grupo las recomendaciones que se tendrán en cuenta para realizar prácticas de astillado.

El instructor resuelve los interrogantes de la audiencia, orienta las discusiones y con el grupo resalta las conclusiones y recomendaciones más importantes de la práctica.

Diagrama de flujo de yuca precocida

Yuca fresca
 Lavado
 Trozado
 Pelado
 Astillado
 Desinfección
 Cocción
 Pedúnculo y puntas
 Cáscara
 Vena y parte de parénquima

Práctica 6.2. Elaboración de astillas de yuca precocidas

Hoja de registro de rendimientos y procesos

Fecha: _____

Grupo No.: _____

| Variedad | Observaciones |
|------------------------------------|---------------|
| Diámetro | |
| Longitud | |
| Peso de la raíz | |
| Peso de la cáscara | |
| Peso de la pulpa antes de astillar | |
| Peso de los despuntes | |
| Peso de las astillas | |
| Pérdidas por daños | |
| Tipos de daño | |
| Tiempo de cocción | |
| Textura | |
| Peso de la yuca precocida | |
| Peso de la yuca congelada | |

Descripción del proceso:

Práctica 6.3 Elaboración de croquetas de yuca

Objetivos

Una vez ejecutada esta práctica, los estudiantes estarán en capacidad de:

Comprender y aplicar el proceso de elaboración de croquetas de yuca.

Seleccionar las raíces de yuca aptas para la elaboración de croquetas.

Establecer y determinar la importancia de la higiene y sanidad en plantas de alimentos.

Comprender el papel que cumple cada una de las operaciones del proceso de elaboración de croquetas.

Orientaciones para el instructor

Seleccionar el lugar (planta de procesamiento) en el cual se llevará a cabo la práctica.

Leer y explicar el proceso y los objetivos de la elaboración de croquetas a los diferentes participantes.

Dividirse en cuatro subgrupos, cada subgrupo nombra un relator quien expondrá los resultados en plenaria.

Explicar a los participantes sobre el uso correcto de los diferentes equipos necesarios para la elaboración de croquetas de yuca.

Recursos necesarios

Para llevar a cabo esta práctica se requiere lo siguiente:

Vestimenta apropiada para proceso agroindustrial (delantal, botas, gorro, tapabocas).

Raíces de yuca en buenas condiciones fitosanitarias.

Cuchillos, tablas picadoras.

Pocetas para lavado y desinfección de la yuca.

Mesones.

Balanza.

Termómetro que pueda medir temperaturas hasta de 160°C.

Hoja de registro de rendimientos y proceso.

Estufa de gas o eléctrica.

Desinfectante.

Canastillas plásticas.

Cepillos de lavado de cerdas suaves.

Molino semiindustrial.

Mezcladora semiindustrial.

Freidor semiindustrial.

Empaques.

Tiempo sugerido: Práctica, 4 horas.

Orientaciones para los participantes

Dividirse en cuatro subgrupos, cada subgrupo nombra un relator quien expondrá en plenaria.

Leer y comprender el proceso de elaboración de croquetas de yuca; cualquier duda, preguntar.

Comprender el porqué de la higiene y sanidad en plantas de alimentos y aplicar los principios básicos durante la práctica.

Comprender el uso y manejo adecuados de los diferentes equipos para evitar accidentes de trabajo.

Calcular los rendimientos en producto terminado por kilogramo de yuca que entra en la planta.

Siga las siguientes instrucciones:

Selección de materia prima: Hay que considerar que las raíces deben tener un diámetro mayor de 4 cm, y en lo posible yucas rectas.

Lavado: Retirar las impurezas y tierra provenientes del cultivo. Debe realizarse en una máquina lavadora cilíndrica, la cual no debe poseer ejes centrales, para evitar que la yuca se golpee o sufra fracturas o cortes no deseados.

Trozado: Es realizado en dos etapas, una inicial donde son retirados el pedúnculo de la raíz y la punta axial de la raíz; este corte se penetra en el parénquima hasta más o menos unos 2 ó 3 cm, la segunda etapa consiste en realizar cortes perpendiculares a la raíz, de acuerdo con las especificaciones del proceso o del producto a seguir. Esta operación da uniformidad al producto y facilita el pelado. Hay que tener en cuenta las medidas exigidas por el cliente (en el mercado normalmente varían entre 7 y 9 cm).

Pelado: Antes de iniciar esta operación debe realizarse un lavado, para retirar las impurezas que hayan sido incorporadas en la operación de trozado, que consiste en retirar en su totalidad la corteza de la raíz, dejando expuesta y limpia la superficie del parénquima, también se debe dejar libre de manchas generadas por los ataques de enfermedades.

Desinfección y conservación: Después del pelado, las raíces deben ser conducidas a dos tratamientos, hacer una inmersión o aspersión con una solución de hipoclorito de sodio o hipoclorito de calcio, para eliminar microorganismos que puedan estar presentes en la raíz, después debe realizarse otra inmersión o aspersión en una solución con un agente preservante o antioxidante (benzoato de sodio, sorbato de potasio, metabisulfito de sodio, entre otros) con el objetivo de formar una película protectora antes del proceso siguiente.

Cocción: Se realiza sumergiendo el producto en agua totalmente y se somete a calentamiento hasta llegar a ebullición y se deja hervir alrededor de 10-15 minutos, dependiendo de qué tan blando se desea el producto. Es de vital importancia, cuando después de la cocción se pretenden realizar otros procesos (como en el caso de las croquetas), adicionar sal, cuyo objetivo es mejorar el sabor.

Molienda: Este proceso se debe efectuar inmediatamente después de la cocción, se puede realizar en los molinos convencionales utilizados para carnes, tipo disco o cuchillas.

Mezcla: Esta es una de las etapas más importante dentro de la producción de croquetas, ya que debe realizarse la formulación más adecuada para obtener un producto que siempre conserve las mismas características, las formulaciones deben ser elásticas para permitir trabajar con mezclas de diferentes variedades y calidades de yuca

Formado: Existen diferentes equipos que pueden ofrecer una gran versatilidad de formas de producto,

Freído: Tiene como objetivo formar una película protectora, reafirmar la textura obtenida en el mezclado y formado, apariencia (capa externa crocante y de tonos dorados), y finalmente la grasa absorbida forma parte del contenido nutricional del alimento. Esta operación normalmente se realiza en freidores continuos, se deben utilizar aceites de calidad; los rangos de temperaturas entre los 175°C y 185°C son ideales para la mayoría de los alimentos, la porción de alimento y aceite debe ser 6:1, el tiempo de permanencia es de 1 a 2 minutos.

Congelación y empaque:

Información de retorno:

Cada relator de subgrupo expone ante el resto del grupo los resultados obtenidos durante la práctica.

El instructor sintetiza los resultados de cada subgrupo y permite la discusión y análisis de las actividades realizadas.

El instructor resuelve los interrogantes planteados.

Práctica 6.3 Elaboración de croquetas de yuca

Hoja de trabajo

Fecha: _____ Grupo No.: _____

| Variedad | Observaciones |
|--|---------------|
| Peso de la raíz Peso de la cáscara Peso de la pulpa Peso de las pérdidas Tipos de daño | |

Descripción del proceso: Diagrama de flujo del proceso de elaboración de croquetas de yuca.

Práctica 6.4 Extracción de almidón de yuca

Objetivos

Al finalizar la práctica los participantes estarán en capacidad de:

Comprender y realizar la práctica de extracción de almidón de yuca.

Establecer la importancia y objetivo de cada una de las operaciones del proceso de extracción de almidón de yuca.

Estudiar y comprender los diferentes usos que tiene el almidón de yuca en la industria.

Orientaciones para el instructor

Seleccionar el lugar (planta de procesamiento) en el cual se llevará a cabo la práctica.

Leer y explicar el proceso y los objetivos de la extracción de almidón de yuca a los diferentes participantes.

Dividirse en cuatro subgrupos, cada subgrupo nombra un relator quien expondrá los resultados en plenaria.

Explicar a los participantes sobre el uso correcto de los diferentes equipos necesarios para la extracción de almidón de yuca.

Explicar los diferentes usos que tiene el almidón de yuca en la industria.

Recursos necesarios

Para llevar a cabo esta práctica se requiere lo siguiente:

Vestimenta apropiada para proceso agroindustrial (delantal, botas, gorro, tapabocas).

Raíces de yuca en buenas condiciones fitosanitarias.

Tanques de sedimentación y/o fermentación.

Mesones.

Balanza.

Hoja de registro de rendimientos y proceso.

Molino semiindustrial.

Empaques.

Tiempo sugerido: Práctica, 4 horas.

Orientaciones para los participantes

Dividirse en cuatro subgrupos, cada subgrupo nombra un relator quien expondrá en plenaria.

Leer y comprender el proceso de elaboración de extracción de almidón de yuca; cualquier duda, preguntar.

Comprender el uso y manejo adecuado de los diferentes equipos para evitar accidentes de trabajo.

Calcular los rendimientos en producto terminado por kilogramo de yuca que entra en la planta.

Siga las siguientes instrucciones:

Lavado: Aquí sólo es necesario retirar las impurezas y materiales no deseados en el proceso.

Rallado: Tiene como objetivo liberar el almidón contenido dentro de las células, lo cual se realiza por medio de fuerzas de impacto y cizallamiento. El equipo consta de un rodillo cubierto por una lámina perforada, en la cual los bordes de los agujeros tienen efecto cortante; este equipo, llamado comúnmente “rallo”, es construido con materiales rústicos como madera y láminas galvanizadas; en el proceso también se utiliza agua para facilitar la extracción, ya que debido a que el almidón es soluble en agua, ésta puede ser utilizada como solvente. A la solución de agua, almidón y fibras desintegradas o “masa rallada” se le realiza una agitación antes de pasar al proceso siguiente.

Colado o tamizado. Consiste en separar la solución de agua y almidón y las fibras desintegradas. La operación es realizada en un equipo cilíndrico llamado coladora, donde la masa rallada es lavada con abundante agua.

Sedimentación: Se realiza normalmente en canales de sedimentación, con una leve inclinación, por donde se obliga a pasar la solución de agua y almidón. Esta solución fluye muy lentamente a través de unos cien canales más, donde la fuerza de gravedad y la diferencia de densidad entre el almidón y el agua hace que éste se precipite al fondo del canal y vaya quedando acumulado en los primeros metros, formando una masa húmeda y compacta; después se procede a realizar un lavado superficial para retirar restos de fibras microscópicas y elementos extraños al almidón.

Fermentación: Se realiza en tanques recubiertos en madera, donde el almidón es almacenado y privado de la presencia de oxígeno. El almidón húmedo es dejado en estos tanques por un tiempo que oscila entre 25 a 45 días, donde tiene lugar una fermentación anaerobia ocasionada por lactobacillus. Como resultado las bacterias producen ácido láctico y cambios en las estructuras

químicas y físicas del almidón, los cuales le confieren características especiales que le permiten ser utilizado en la industria de alimentos.

Secado: El almidón fermentado al sacarlo de los tanques se presenta en forma de bloques compactos, que deben ser desintegrados para poder obtener una superficie de contacto mayor y así facilitar la etapa de secado. Estos bloques son desintegrados en equipos cilíndricos de espas o a mano; después el almidón es esparcido sobre una superficie de cemento o plástico de polietileno negro, en una densidad de 2 kg/m; el tiempo de secado depende de las condiciones de luminosidad y del clima de cada zona, pero normalmente dura entre 6 y 8 horas. El almidón debe poseer una humedad entre 7 y 10% como máximo para poder ser empacado. Luego el almidón es empacado y almacenado en condiciones ideales para su almacenamiento.

Información de retorno:

Cada relator de subgrupo expone ante el resto del grupo los resultados obtenidos durante la práctica.

El instructor sintetiza los resultados de cada subgrupo y permite la discusión y análisis de las actividades realizadas.

El instructor resuelve los interrogantes planteados.

Práctica 6.4 Extracción de almidón de yuca

Hoja de trabajo

Fecha: _____ Grupo No.: _____

| Variedad | Observaciones |
|--|---------------|
| Peso de la raíz Peso del almidón Peso de las pérdidas Tipos de daño | |

Descripción del proceso de extracción de almidón de yuca

BIBLIOGRAFÍA

Alarcón, M. Freddy. Almidón agrario de yuca en Colombia: Producción y recomendaciones. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical; Publicación CIAT, No. 268, 1998.

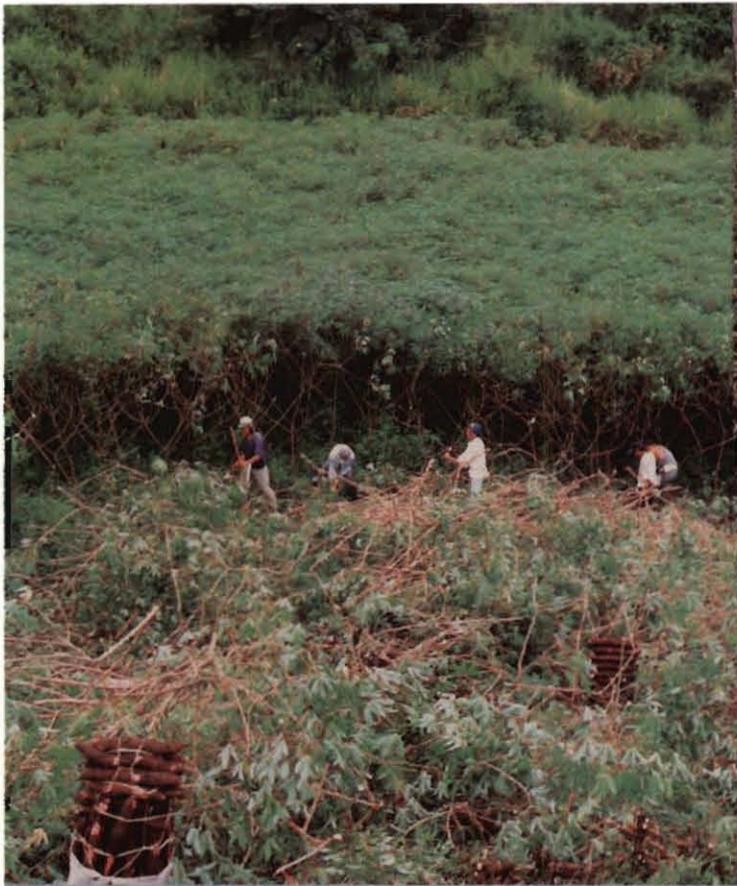
Brennan, J.G. Las Operaciones de la Ingeniería de Alimentos. Colegio Nacional de Tecnología de Alimentos. Universidad de Reading. Editorial Zaragoza, España. 2a. ed.

Buitrago, J.A. La yuca en la alimentación animal. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 1990.

Corporación Colombia Internacional. Estudio de mercado de la yuca en Colombia, Bogotá. 1997.

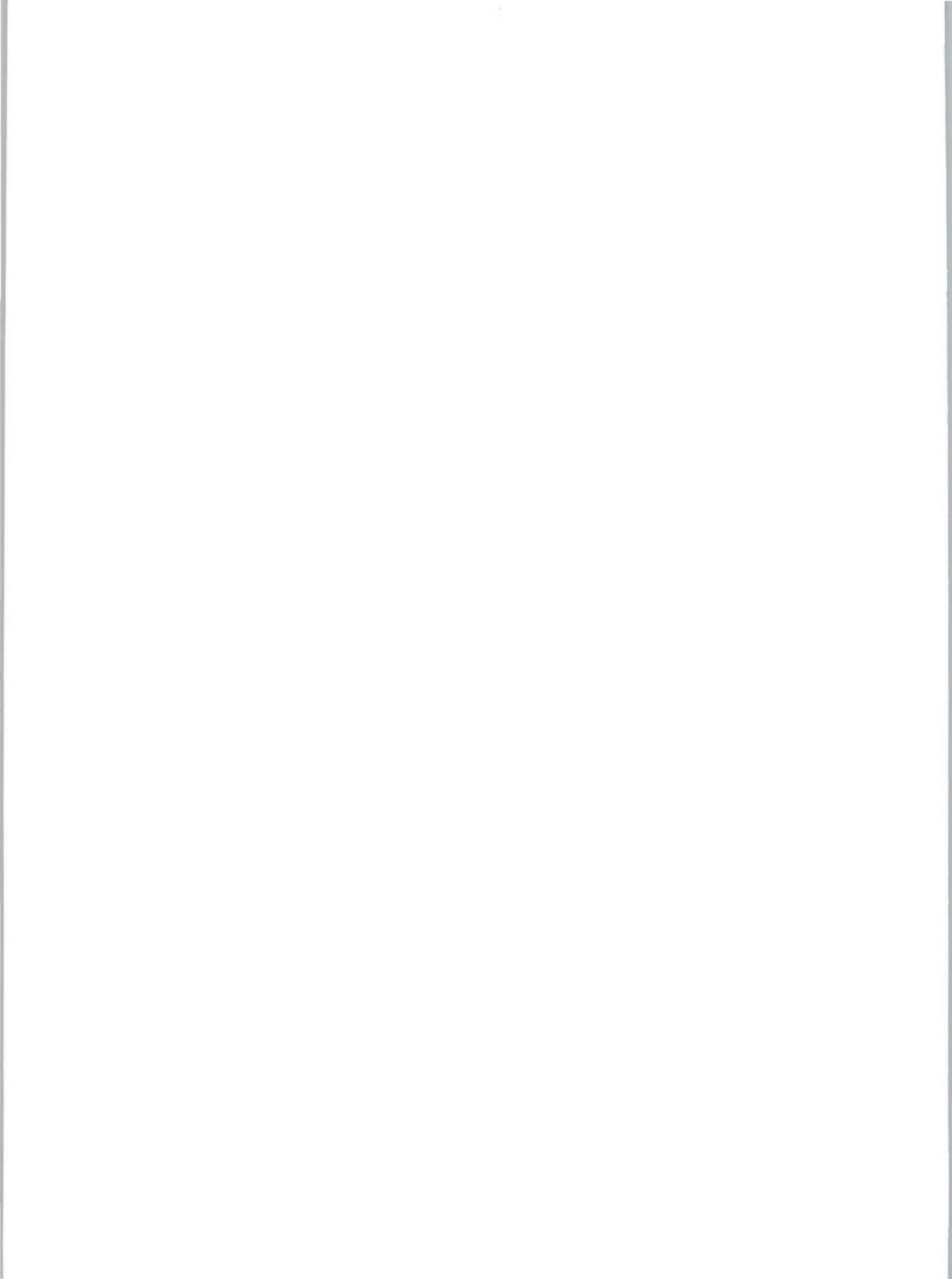
López Alarcón, John M. Efecto de la extrusión sobre las propiedades funcionales y reológicas del almidón de yuca, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 1994.





CAPÍTULO 7

Gestión empresarial en el agronegocio de la yuca



FLUJOGRAMA PARA EL ESTUDIO DEL CAPÍTULO 7

Gestión empresarial en el agronegocio de la yuca

Objetivos

General

- Los empresarios, productores y comercializadores de yuca al finalizar el estudio del capítulo estarán en capacidad de aplicar conocimientos sobre gestión empresarial en la cadena.

Específicos

- Conocer la importancia de ver su actividad agrícola como un negocio.
- Realizar el plan de cultivo basados en los requerimientos del mercado.
- Señalar la importancia de llevar registros para su actividad.
- Conocer los costos reales de su actividad.
- Identificar los ingresos del agronegocio.

Contenido

Introducción

- 7.1. **Qué es una empresa**
 - 7.2. **Tipos de empresa**
 - 7.3. **Empresas hortifrutícolas**
 - 7.4. **Opciones para constituir un agronegocio**
 - 7.5. **Los agricultores son empresarios**
 - 7.5.1. Las decisiones del productor
 - 7.5.2. ¿Es todo agricultor un empresario?
 - 7.5.3. Recursos del productor
 - 7.5.4. La administración de la finca
 - 7.6. **Construyendo el plan de trabajo para la finca**
 - 7.7. **Qué puedo hacer en la finca para mejorar los ingresos**
 - 7.8. **Tareas para el establecimiento del cultivo**
 - 7.8.1. Cálculo de jornales
 - 7.8.2. Cálculo de suministros
 - 7.8.3. Establecer costos y ganancias
 - 7.8.4. Cálculo del ingreso
- Bibliografía**

Resumen del capítulo

Ejercicio

- 7.1. Determinar costos y utilidad de un agronegocio productor de yuca.

CONTENIDO

| | Página |
|--|---------------|
| Flujograma para el estudio del Capítulo 7 | 7-3 |
| Introducción | 7-5 |
| 7.1. Qué es una empresa | 7-6 |
| 7.2. Tipos de empresa | 7-6 |
| 7.3. Empresas hortifrutícolas | 7-7 |
| 7.4. Opciones para constituir un agronegocio | 7-8 |
| 7.5. Los agricultores son empresarios | 7-8 |
| 7.5.1. Las decisiones del productor | 7-8 |
| 7.5.2. ¿Es todo agricultor un empresario? | 7-8 |
| 7.5.3. Recursos del productor | 7-9 |
| 7.5.4. La administración de la finca | 7-10 |
| 7.6. Construyendo el plan de trabajo para la finca | 7-11 |
| 7.7. Qué puedo hacer en la finca para mejorar los ingresos | 7-12 |
| 7.8. Tareas para el establecimiento del cultivo | 7-13 |
| 7.8.1. Cálculo de jornales | 7-14 |
| 7.8.2. Cálculo de suministros | 7-16 |
| 7.8.3. Establecer costos y ganancias | 7-17 |
| 7.8.4. Cálculo del ingreso | 7-17 |
| Anexo:1. | |
| Costos de producción por hectárea para cultivo de yuca en la zona cafetera | 7-21 |
| Resumen del Capítulo 7 | 7-22 |
| Ejercicio | 7-23 |
| Bibliografía | 7-24 |

INTRODUCCIÓN

La empresa productora de yuca planifica y aplica criterios administrativos buscando generar rentabilidad económica, social y ambiental.

La rentabilidad económica parte del análisis del comportamiento del mercado en el tiempo y teniendo en cuenta las nuevas exigencias, por lo tanto, el empresario productor de yuca antes de sembrar recopila y analiza información sobre:

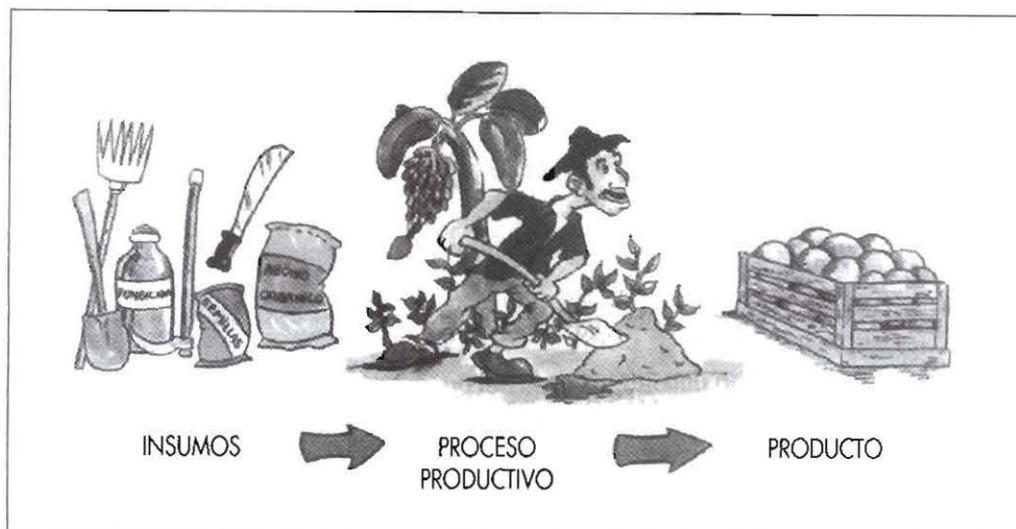
- Variedades de mayor aceptación por el mercado.
- Costos de producción.
- Rendimiento de las variedades a establecer.
- Comportamiento del mercado durante los últimos tres años.
- Mecanismos para reducir costos de producción.
- Técnica para adicionar valor al producto.
- Estimativos de rentabilidad del cultivo en condiciones normales y críticas.

La rentabilidad social hace relación al impacto que generará en la zona de influencia por la generación de empleo, en los diferentes eslabones de la cadena. El medio ambiente es patrimonio de todos los seres humanos, por lo tanto es responsabilidad de todos cuidarlo y protegerlo. Es necesario aplicar técnicas que no causen deterioro y los insumos que se apliquen deben proteger el agua, el aire, la fauna y la flora circundante. La aplicación de insecticidas es uno de los factores causantes de destrucción de los recursos naturales si se desconoce su acción y si no se toman medidas para que su uso sea muy racional.

Sumado a todo este proceso es muy importante tomar conciencia de que el asociarse es un buen negocio, donde se disminuyen los riesgos y se pueden explorar nuevos canales de comercialización tanto de producto en fresco como procesado. Además, ofrece la alternativa de adicionar un valor agregado al producto, que redundará en ganancias directas a los asociados.

7.1. QUÉ ES UNA EMPRESA

Es un conjunto de recursos físicos, humanos, tecnológicos y económicos que se integran para conseguir uno o varios objetivos, ya sean sociales, económicos o culturales.



7.2. TIPOS DE EMPRESA

De acuerdo con la actividad que realizan, las empresas se pueden clasificar en:

De Producción o Manufactureras: Las que se dedican a la producción o a la fabricación de bienes, mediante la transformación de una materia prima en un producto terminado a través de un proceso de producción.

Comerciales: Son aquellas dedicadas a la compra y venta de productos terminados que ellas no producen o hacen.

Mixtas: Son las que realizan dos o más tipos de actividades. Ejemplo: transforman materia prima y venden productos transformados.

De servicios: Las que realizan una serie de operaciones continuas para vender un servicio. Ejemplo: talleres de mecánica, asesoría técnica, empresas de transporte, etc.

7.3. EMPRESAS HORTIFRUTÍCOLAS

Son aquellas que desarrollan actividades relacionadas directa o indirectamente con producción, poscosecha, procesamiento y comercialización de productos hortifrutícolas.

Para que una empresa hortifrutícola funcione necesita:

Recursos físicos: Herramientas, insumos requeridos, tierra, etc.

Recursos humanos: La capacidad administrativa, técnica y de gestión del productor o empresario y de las personas que trabajan en ella y que buscan su desarrollo.

Recursos tecnológicos: El acceso a conocimientos de la maquinaria, sistemas de riego, técnicas de manejo en producción, cosecha y/o poscosecha, administración y comercialización del producto, conocimientos técnicos.

Recursos económicos: La disponibilidad de capital para acceder a recursos físicos, humanos y tecnológicos de calidad (el dinero, los ahorros, el crédito).

Otros recursos: Materia prima, el local, tierras, vehículos, todos los demás recursos.

Como empresa es necesario tener en cuenta algunas medidas para disminuir los riesgos de venta, a través de la creación de cooperativas, asociaciones, empresas, diferenciación, contratos, compradores alternativos, un contrato legal, promoción, entre otros.

¿Para qué organizarse o asociarse?

- Para poder ofrecer volúmenes que cubran las necesidades del mercado.
- Para facilitar y abaratar los costos de producción y la asistencia técnica.
- Para incrementar el poder de negociación.
- Para compartir la inversión en un centro de acopio.
- Como mecanismo de cumplimiento.
- Para negociar los contratos o cupos.
- Dar valor agregado al producto.

7.4. OPCIONES PARA CONSTITUIR UN AGRONEGOCIO

Un agronegocio se puede constituir teniendo en cuenta el número de personas de las siguientes maneras:

- **Empresas individuales:** Empresas unipersonales, persona natural
- **Formas asociativas:** Empresa asociativa de trabajo, cooperativas, asociaciones gremiales agropecuarias.
- **Sociedades comerciales:** Colectiva, comandita simple, comandita por acciones, anónima, limitada.

7.5. LOS AGRICULTORES SON EMPRESARIOS

El agricultor enfrenta diariamente decisiones fundamentales, de las cuales se deriva su supervivencia, así como el sustento de su familia.

7.5.1. Las decisiones del productor

Tomar la decisión más apropiada no es fácil; el agricultor debe buscar información dentro y fuera de su finca, por ejemplo, el contacto con técnicos y compradores. El agricultor debe entonces integrarse a las fuentes que le permitan mantenerse bien informado y buscar ayuda en las instituciones y demás agricultores que están en el negocio. Por esto el agricultor en el negocio de la yuca debe actuar como un **empresario**.

7.5.2. ¿Es todo agricultor un empresario?

Para ser un buen empresario del cultivo de la yuca se requiere tener unas cualidades especiales y conocimientos del tema:

Cualidades

Debe ser íntegro, idóneo, intuitivo e imaginativo. Debe tener interés, información, ser inteligente e investigador. Tener iniciativa, insistencia y ser inconforme.

Conocimientos

No es necesario que “se las sepa todas”, pero sí debe saber quién las conoce.

Para ser un buen empresario se necesita que se eliminen algunas ideas que llegan a ser **mitos**, y que pueden ser un obstáculo en el logro de nuestras metas; algunas de las ideas que se tienen que eliminar son:

- El agricultor conoce bien su oficio y prefiere trabajar para sí mismo. Es una característica de los empresarios.
- Solamente es empresario el que tiene **SUERTE**. No se puede negar que la suerte ayuda al logro de nuestros objetivos, pero la suerte unida a la motivación, a la capacidad de trabajo, a las oportunidades, al manejo de información, son los elementos que aseguran el éxito de cualquier proyecto.
- Se necesita mucho **DINERO** para ser empresario. No es sólo empresario el que lidera grandes empresas; la finca es un espacio ideal para desarrollarse como empresario.
- Se requiere mucha **INTELIGENCIA**. Todos somos inteligentes; necesitamos motivación y ganas para hacer bien las cosas.
- Es muy **DIFÍCIL** ser empresario. La persona que nunca lo intenta no podrá saberlo.
- Sólo es empresario el que maneja **TECNOLOGÍAS SOFISTICADAS**. Esta afirmación es un error. Es empresario el que organiza sus actividades en un **PLAN** de trabajo o cronograma de actividades que busca generar buena rentabilidad para su negocio.

7.5.3. Recursos del productor

Productor de yuca

Los recursos que posee como pequeño productor para desarrollarse como empresario, son: la capacidad de trabajo, la finca y la experiencia en las labores del campo.

La capacidad de trabajo es el recurso más importante que tiene el productor para desarrollarse como empresario.

Capacidad de trabajo

La capacidad física, la creatividad y la motivación para hacer bien las cosas.

¿Es usted un empresario?

Un agricultor con espíritu emprendedor, una gran capacidad de trabajo y deseo de aprender, tiene todos los elementos que se requieren para realizar una apropiada gestión empresarial en su finca; y este módulo va dirigido a productores.

7.5.4. La administración de la finca

Es el conjunto de decisiones y acciones que se toman para aprovechar los recursos de la empresa y lograr sus objetivos.

Es una actividad que busca responder las siguientes preguntas:

- ¿Qué actividad productiva realizar en la finca? **Qué hacer.**
¡Sembrar yuca, mora, lulo, tomate; o tal vez continuar con la ganadería!
- ¿Cómo realizar la actividad definida? **Cómo.**
Dónde conseguir la semilla, cómo sembrarla, cómo fertilizar, etc.
- ¿Qué recursos humanos, técnicos y de dinero requiere para emprender la actividad? **Qué recursos tiene y cuáles necesita conseguir.**
Necesita a alguien experto, solicitar un préstamo y conseguir la semilla, buscar asesoría.
- ¿Cuándo iniciar el proyecto y su duración? **Cuándo.**
Tendrá que esperar hasta que comiencen las lluvias, dispone de riego, etc.

Las respuestas a estas preguntas se resumen en un **plan de trabajo**, el cual se conformará por:

Plan de trabajo para la finca

Objetivo, tareas, calendario, cantidades de insumos y jornales, costos, ingresos, ganancias.

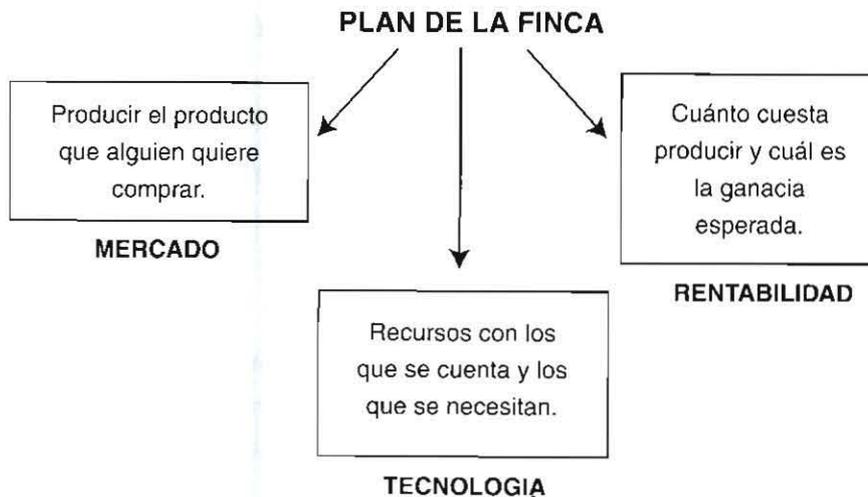
Una vez se establece un **plan de trabajo**, hay que hacerlo realidad, para lo cual es necesario:

- Organizar al personal de la finca para que el nuevo cultivo no afecte las demás actividades; buscar apoyo de instituciones donde haya técnicos que conozcan del cultivo, buscar recurso humano con experiencia o hacer cursos de capacitación con instituciones del sector.
- Hay que **dirigir** para apoyar a los trabajadores en la finca y lograr la mayor eficiencia en las actividades a desarrollar.
- Es necesario **controlar** que las actividades se realicen correctamente y que se está logrando el objetivo que se ha definido. Si no es así, no se podrán tomar correctivos oportunamente.
- Es importante **evaluar** el resultado de cada una de las tareas sobre la producción, el control de plagas y enfermedades, y en general sobre el normal desarrollo del cultivo. Así como evaluar si se logra alcanzar la **GANANCIA** que se esperaba.

Es el momento de construir un plan de trabajo para la finca y, lo que es más importante, ponerlo en acción.

7.6. CONSTRUYENDO EL PLAN DE TRABAJO PARA LA FINCA

La elaboración de un plan de trabajo para la finca se debe basar en tres principios:



Conozcamos el mercado

Para elaborar el plan de trabajo para la finca, un aspecto importante a tener en cuenta es que todo plan parte de una idea, un sueño que se quiere hacer realidad. Este llega a ser el objetivo sobre el cual se planean actividades.

7.7. QUÉ PUEDO HACER EN LA FINCA PARA MEJORAR LOS INGRESOS

Hay que producir un producto que alguien quiere comprar; es decir, es necesario **asegurar un mercado, un cliente** para el producto.

Es necesario entonces:

- a. **Identificar** los posibles **clientes** para el producto que desea producir. Un procesador, un supermercado, vender en la plaza del pueblo, un intermediario que compra en la finca.
- b. **Conocer** las exigencias de **calidad** y los **volúmenes** que requiere nuestro cliente, así como conocer la **frecuencia** con la cual necesita el producto; por ejemplo: cada semana, dos veces por semana, etc.
- c. Saber cuándo, qué **precio** pagará y la **forma** de pago; es importante saber si se puede establecer con el cliente una relación duradera, tal vez contratos; si goza el cliente de buena reputación por cumplimiento en los pagos, etcétera.
- d. Saber **quiénes** siembran y venden el producto en la zona.

Conocer la tecnología:

Saber qué conocimientos tecnológicos existen en torno al tema y la forma de adquirirlos y aplicarlos.

Los recursos de la finca

Es importante recordar que existen condiciones especiales para el desarrollo de cada cultivo, así que la decisión de sembrar dependerá en gran medida de la capacidad de la finca para permitir el apropiado desarrollo de la especie que queremos establecer.

El producto debe responder bien a las condiciones de la finca

De esta manera el agricultor, para poder desarrollar una apropiada gestión administrativa, deberá conocer las **condiciones de su finca** (clima y suelos), y hacer un **inventario de los recursos** que posee para realizar los cambios que desea implementar.

Si las condiciones ambientales de la finca son apropiadas y no hay restricciones y normas que prohíban el establecimiento del cultivo en la zona, entonces se tendrá que conocer cómo se obtiene el producto, los insumos y mano de obra requeridos.

Pero antes se debe establecer un inventario de las herramientas que se tiene en la finca y el estado de las mismas.

7.8. TAREAS PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO

Si las condiciones de la finca en cuanto a suelos y clima son apropiadas para el desarrollo del cultivo, entonces se deben conocer las tareas relacionadas con el establecimiento y mantenimiento del cultivo.

Se tendrá que definir:

La **variedad** a sembrar.

Las **distancias de siembra** a utilizar entre surcos y entre plantas.

El **sistema de producción** más apropiado.

Forma de **manejar integradamente** los problemas de enfermedades y plagas.

Labores culturales más frecuentes.

Duración promedio del cultivo y **cuándo** empieza a producir.

Tipo de fertilizantes a utilizar.

Forma apropiada de **controlar malezas**.

Cantidad de producto a cosechar.

Todos estos aspectos definen **la tecnología** que se utilizará para el establecimiento y mantenimiento del cultivo. Para desarrollar todas las actividades necesarias durante estas etapas el agricultor, en su función administrativa, debe estimar el **número de jornales** que necesita y **las cantidades** de insumos que deberá adquirir para realizar con eficiencia las tareas programadas.

Existen algunas instituciones como Clayuca, Ciat, Sena, Comité de Cafeteros de Risaralda, que han hecho una aproximación de las cantidades que se requieren para el establecimiento de una hectárea de yuca. Observar el cuadro de costos anexo a este material.

Cada finca es diferente. No cuesta lo mismo sembrar en una zona muy pendiente que en una zona más plana y de más fácil acceso. Por eso la recomendación es:

Cada productor, sobre la marcha, debe construir sus propios indicadores de gestión; es decir, calcular las cantidades de jornales o de insumos que requiere para cada una de las tareas a desarrollar en su finca.

Esta información servirá para establecer comparaciones con otros productores y mejorar la eficiencia de la labor. Para ello el agricultor debe **anotar, o registrar**, en un cuaderno o en una hoja de papel, los datos de los insumos y jornales utilizados en cada labor.

7.8.1. Cálculo de jornales

Cálculo del costo de diferentes labores en el cultivo de yuca

En cada labor se debe identificar el rendimiento en jornales, llegando a un promedio que se pueda manejar para cada caso; por ejemplo, para la labor de ahoyado seleccione más o menos cinco surcos de uno de los lotes de su finca que va a sembrar con yuca. Indíquelo al operario la técnica de ahoyado y la forma como se desplazará dentro del lote, de tal manera que ahorre tiempo. Calcule el tiempo que el operario utilizó ahoyando ese número de surcos, por ejemplo:

7.8.3. Establecer costos y ganancias

Cuando se conoce el costo de establecer y mantener un cultivo, podemos **decidir** si se cuenta con el **dinero** que permita realizar la inversión; o si se debe buscar **crédito** a través de bancos o de amigos.

Nadie siembra para perder; el objetivo es generar ganancias, rentabilidad.

De la experiencia de otros productores en la zona, la tecnología a utilizar y las condiciones agroclimáticas de la finca, se proyecta:

- El volumen total de la producción esperada.
- La cantidad de producto que habrá que descartar por mala calidad y otras razones.
- La producción prevista para cada período.
- Las cantidades esperadas para cada categoría o calidad.

7.8.4. Cálculo del ingreso

Empresa o finca: _____

Cultivo: _____ Area: _____

Ingresos:

Total kg producidos _____

Valor producción x kilo \$ _____

Total kilos x producción \$ _____

Ingresos totales \$ _____

Egresos

Valor mano de obra \$ _____

Más (+) Valor insumos \$ _____

Más (+) Valor equipos, dividido por depreciación (valor equipo / N°. años uso) \$ _____

Más (+) Gastos administrativos \$ _____

Egresos totales \$ _____

Utilidad

Ingresos totales \$ _____

Menos (-) egresos totales \$ _____

Utilidad neta \$ _____

Una vez se conoce cuál es la ganancia esperada o utilidad, elaborar un calendario de labores, donde se ubican por mes la labor a realizar y la persona responsable.

Cuando se ponga en marcha cada actividad debe estar pendiente de capacitar, **dirigir**, orientar, coordinar y motivar para que las tareas se hagan según lo planeado.

No olvide, sobre la marcha, controlar los puntos críticos para no desviar el objetivo propuesto.

Durante el proceso no olvide evaluar para aprender de lo bueno y de lo malo y tomar correctivos a tiempo.

Señor productor, usted cuenta ahora con la herramienta más importante del empresario: la información.

Cuadro para cronograma de actividades semestrales

Empresa o finca: _____ Cultivo: _____

Variedad: _____ Area: _____

| Item | Actividad | Realización meses | | | | | | Responsable |
|------|-----------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|
| | | Mes 1 | Mes 2 | Mes 3 | Mes 4 | Mes 5 | Mes 6 | |
| | P | | | | | | | |
| | E | | | | | | | |
| | P | | | | | | | |
| | E | | | | | | | |
| | P | | | | | | | |
| | E | | | | | | | |
| | P | | | | | | | |
| | E | | | | | | | |
| | P | | | | | | | |
| | E | | | | | | | |

P = Planeado
E = Ejecutado

Anexo 1

Costos de producción por hectárea para cultivo de yuca en la zona cafetera

Densidad de siembra: 9000/ha. Año 2001

| Labor e insumo | Cantidad | Mano de obra | Contrato | Costo unitario | Costo total | Costo por labor |
|---|----------|--------------|----------|----------------|-------------|-----------------|
| Limpieza y quadañada | | 1 | | 60000 | 60000 | 60000 |
| Establecimiento cultivo mecanizado | | | | | | 720500 |
| Preparación mecanizada | 1 | | | 180000 | 180000 | |
| Siembra y aplicación de gallinaza | | 2 | | 12000 | 24000 | |
| Gallinaza (kg) | 3150 | | | 70 | 220500 | |
| Semilla (estacas) | 9000 | | | 20 | 180000 | |
| Aplicación de preemergente | | 1.5 | | 12000 | 18000 | |
| Preemergente (Goal /lt) | 1 | | | 98000 | 98000 | |
| Establecimiento cultivo mano de obra | | | | | | 1023500 |
| Ahoyado, aplicación de mano de obra y siembra | | | 9000 | 55 | 495000 | |
| Semilla (estacas) | 9000 | | | 20 | 180000 | |
| Gallinaza (kg) | 3150 | | | 70 | 220500 | |
| Aplicación de preemergente | | 1.5 | | 12000 | 18000 | |
| Preemergente (Goal /lt) | 1 | | | 98000 | 98000 | |
| Deschupone | | 1 | | 12000 | 12000 | |
| Manejo de malezas | | | | | | 165000 |
| Glifosato (lt) | 7.5 | | | 10000 | 75000 | |
| Aplicación de glifosato (5 aplicaciones) | | 7.5 | | 12000 | 90000 | |
| Fertilización | | | | | | 127860 |
| 10-20-20 (bultos 50 kg) | 3.1 | | | 28600 | 88660 | |
| Aplicación fertilizante edáfico | | 0.6 | | 12000 | 7200 | |
| Foliar (lt) | 1 | | | 20000 | 20000 | |
| Aplicación de foliar | | 1 | | 12000 | 12000 | |
| Vigilancia (7 semanas) | | | 7 | 40000 | 280000 | 280000 |
| Subtotal mano de obra | | | | | | 1353360 |
| Imprevistos (10%) | | | | | | 135336 |
| Subtotal mecanizado | | | | | | 1656360 |
| Imprevistos (10%) | | | | | | 165636 |
| Arrendamiento (14 meses) | 14 | | | 60000 | 840000 | 840000 |
| Total mano de obra | | | | | | 2661996 |
| Total mecanizado | | | | | | 2328696 |

RESUMEN DEL CAPÍTULO 7

Administrar correctamente una empresa productora de yuca, conociendo los costos en mano de obra e insumos que se deben invertir en la empresa contribuyen a la disminución de costos de producción y a elevar las ganancias del cultivo, ya que la toma de información y registros favorecen la planificación y la toma de decisiones acertadas, que conllevan a hacer de la empresa agropecuaria una empresa competitiva.

La producción agropecuaria se constituye en un factor de relevante importancia en los factores económico y social del país, de allí que se haga importante adquirir conocimientos técnicos y administrativos que le permiten al productor desarrollar su actividad con base en objetivos concretos para lograr el aumento de la producción y la obtención de mayores ganancias, favoreciendo así no sólo una economía familiar sino la generación de empleo rural y el fortalecimiento del sector agropecuario.

Ejercicio 7.1. Determinar costos y utilidad de un agronegocio productor de yuca

Objetivos

Una vez ejecutada esta práctica, los participantes estarán en capacidad de:

- Determinar los costos de producción del cultivo.
- Llevar registros del cultivo.
- Determinar la utilidad del cultivo.

Recursos necesarios

Para llevar a cabo esta práctica se requiere lo siguiente:

- Hojas de registro.
- Lápiz.
- Calculadora.

Orientaciones para el instructor

- Explique los objetivos de la práctica.
- Entregue copia de las hojas de registro a utilizar.
- El ejercicio se realiza individualmente.
- Evalúe el trabajo de cada persona.

Orientaciones para los participantes

- Identifique las hojas de registro a utilizar.
- Consigne información de su cultivo durante una semana.
- Compile la información totalizando por semana.
- Determine los costos de producción y utilidad de su cultivo de acuerdo con las instrucciones del docente.

Información de retorno:

- Cada relator expone ante la audiencia los resultados obtenidos durante la práctica.
- El instructor hace la síntesis de los resultados obtenidos por los grupos.
- La síntesis de la información obtenida permite la discusión y revisión de las actividades realizadas en la práctica.
- El instructor resuelve los interrogantes de la audiencia, orienta las discusiones y con el grupo resalta las conclusiones y recomendaciones más importantes de la práctica.



CAPÍTULO 8

*Comercialización
de las raíces de yuca*



FLUJOGRAMA PARA EL ESTUDIO DEL CAPÍTULO 8

Comercialización de las raíces de yuca

Objetivos

General

- Conocer y aplicar conocimientos de comercialización a la yuca, generando valor agregado.

Específicos

- Identificar los principales canales de comercialización de las raíces actualmente.
- Conocer los factores que manejan el precio en las centrales mayoristas.
- Identificar las ventajas de tener alternativas de comercialización.
- Aplicar los conocimientos de todos los módulos para identificar mejores mercados

Contenido

Introducción

8.1. Comercialización de raíces frescas de yuca

8.2. Presentación de las raíces frescas de yuca

8.3. Mercados y precios

- 8.3.1. Problemática en la comercialización de yuca en las centrales de abasto

8.4. Característica del consumidor final

8.5. Determinación de los precios

8.6. Manejo de épocas de cosecha

8.7. Manejo de las raíces de yuca en supermercados

8.8. Organización para la comercialización

8.9. Comercialización de la yuca en Colombia

8.10. Impacto de los cambios en los precios mayoristas

8.11. Inteligencia de mercados

8.12. Comercio de la yuca en Colombia

- 8.12.1. Yuca para consumo humano

- 8.12.2. Yuca para alimentación animal

- 8.12.3. Insumo en las industrias

Bibliografía

Resumen del capítulo

Práctica

- 8.1. Caracterización de los canales de comercialización más representativos en yuca.

CONTENIDO

| | Página |
|---|---------------|
| Introducción | 8-5 |
| 8.1. Comercialización de raíces frescas de yuca | 8-6 |
| 8.2. Presentación de las raíces frescas de yuca | 8-7 |
| 8.3. Mercados y precios | 8-9 |
| 8.3.1. Comercialización de yuca en las centrales de abasto | 8-10 |
| 8.4. Característica del consumidor final | 8-12 |
| 8.5. Determinación de los precios | 8-14 |
| 8.6. Manejo de épocas de cosecha | 8-14 |
| 8.7. Manejo de las raíces de yuca en supermercados | 8-15 |
| 8.8. Organización para la comercialización | 8-16 |
| 8.9. Comercialización de la yuca en Colombia | 8-17 |
| 8.10. Impacto de los cambios en los precios mayoristas | 8-19 |
| 8.11. Inteligencia de mercados | 8-20 |
| 8.12. Comercio de la yuca en Colombia | 8-23 |
| 8.12.1. Yuca para consumo humano | 8-24 |
| 8.12.2. Yuca para alimentación animal | 8-25 |
| 8.12.3. Insumo en las industrias | 8-26 |
| Resumen del Capítulo 8-1 | 8-27 |
| Práctica | 8-29 |
| Bibliografía | 8-31 |

LISTADO DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| Figura 8.1. Canales de comercialización de yuca en Colombia. | 8-7 |
|---|-----|

LISTADO DE FOTOS

| | |
|---|------|
| Foto 8.1. Exhibición de raíces en plazas de mercado. | 8-10 |
| Foto 8.2. Exhibición de raíces de yuca en supermercados. | 8-15 |

LISTADO DE TABLAS

| | |
|--|------|
| Tabla 8.1. Datos sobre la comercialización de yuca (<i>Manihot esculenta</i>) durante un día en la Central de Abastos, Corabastos | 8-12 |
|--|------|

INTRODUCCIÓN

Este módulo contiene información acerca del proceso de comercialización de las raíces frescas de yuca, la presentación del producto al consumidor, los precios, el tratamiento y la manipulación del producto en los supermercados.

La comercialización se basa en la relación del productor con el consumidor; por esto es importante llevar al mercado un producto de primera calidad. En todas las actividades de la comercialización se requiere seguir minuciosamente las operaciones de manejo y adecuación del producto para evitar pérdidas y mejorar su presentación en el mercado.

8.1 COMERCIALIZACIÓN DE RAÍCES FRESCAS DE YUCA

La comercialización es el conjunto de actividades económicas que tienen que ver con el acopio, la adecuación, la distribución y la venta del producto, relacionadas con la compraventa, tales como selección, clasificación, empaque, transporte, almacenamiento y transformación, de tal manera que se satisfagan las necesidades y expectativas del consumidor.

La expresión “mercadeo agrícola” se refiere al lugar en el cual se transan los productos agrícolas; pero más que el lugar físico de reunión, el término involucra la circunstancia de tiempo y forma en que se manifiesta la oferta del lado de la venta y la demanda del lado de la compra.

Si bien las decisiones de los productores sobre qué, cuándo y cómo siembran o no yuca dependen en buena medida de su percepción del consumo, de la demanda futura, de la rentabilidad esperada según los precios de la comercialización, el productor es quien materialmente inicia el proceso al obtener su cosecha y ponerla a disposición del mercado.

Para tener éxito hay que producir y vender con la calidad que demanda el mercado. Las tecnologías de poscosecha pueden ser costosas. Es imprescindible averiguar de antemano si el comprador podría estar dispuesto a asumir el costo adicional de un mejor manejo de poscosecha o si las técnicas aumentan suficientemente la cantidad de raíces de mejor calidad.

En el proceso de comercialización de raíces diversas intervienen productores, intermediarios acopiadores (mayoristas y minoristas), y los consumidores.

Los intermediarios son las personas o instituciones que intervienen en el proceso, distintas de los productores y los consumidores; según su actividad se pueden diferenciar en comerciantes y comisionistas.

Los mayoristas concentran la producción y la conectan con los detallistas, quienes suelen realizar algunas prácticas de manejo de poscosecha. En el caso de las raíces frescas de yuca el mayor aporte que hacen al proceso de comercialización es ubicar el producto en el sitio donde se requiere, y sus ganancias las derivan de los volúmenes que manejan, debido a la información de precios y al conocimiento del mercado.

Los minoristas fraccionan el producto y lo venden al consumidor; como función principal tienen la distribución y el empaque, aunque esporádicamente realizan labores de selección y clasificación. A este grupo pertenecen los tenderos de barrio, las plazas de mercado, las galerías, los supermercados y los vendedores ambulantes (Amaya, 1998).

Los canales de comercialización pueden variar según la época del año, con el transcurso del tiempo, con el desarrollo de tecnologías, etc. En el caso de las raíces frescas de yuca, la figura que se presenta a continuación muestra que estos canales se han mantenido por muchos años y no han tenido cambios significativos (Figura 8.1).

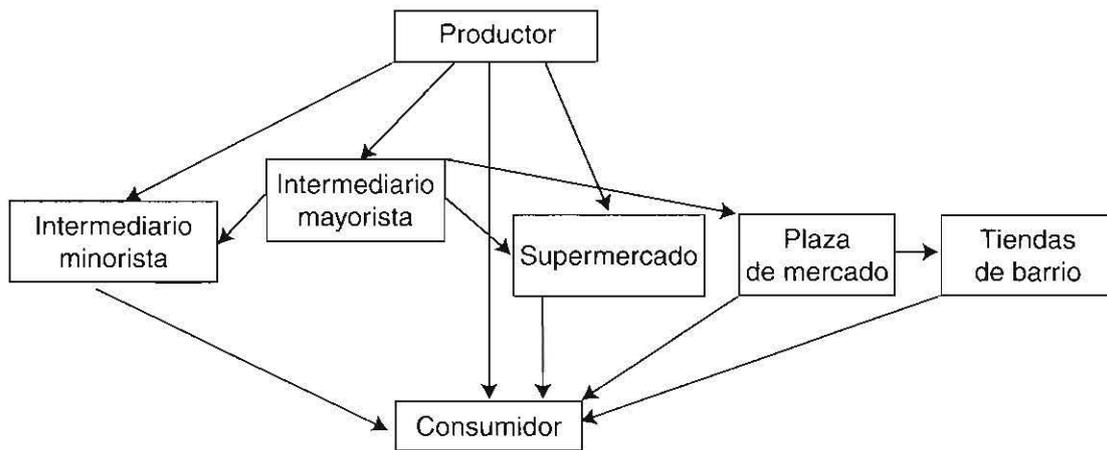


Figura 8.1. Canales de comercialización de yuca en Colombia.

8.2. PRESENTACIÓN DE LAS RAÍCES FRESCAS DE YUCA

Las raíces frescas de yuca se deben presentar en los mercados con buen manejo poscosecha. Es necesario adicionar valor al producto a través de los procesos de selección, clasificación y tratamiento preventivo para evitar deterioro, con lo cual se garantiza un producto de calidad para el consumidor.

La producción y el mercadeo de cualquier nuevo producto basado en la yuca fresca ocurrirán dentro del marco del ambiente socioeconómico de los produc-

tores de yuca y de los consumidores urbanos. Como la introducción del producto implica beneficios sociales y económicos concretos para estos grupos, deben evitarse una serie de limitaciones desde el comienzo del proceso de desarrollo del producto.

En el caso de la yuca fresca estas limitaciones están relacionadas con:

- Las operaciones de procesamiento o tratamiento del producto deben ser apropiadas para que los pequeños agricultores puedan adoptarlas, ya que éstos producen la mayor parte de la yuca.
- Compatibilidad del producto con el sistema de distribución y mercadeo existente para la yuca fresca.
- El valor agregado al producto, por la aplicación de tecnologías deben dar lugar a una mejor redistribución de ingresos para proveer beneficios a los agricultores y en general a todos los integrantes de la cadena.
- Los tratamientos químicos deben estar de acuerdo con reglamentaciones nacionales e internacionales, de tal manera que no amenacen la salud del consumidor.

Los consumidores requieren un producto que en forma fresca sea bien presentado, menos costoso y de mayor calidad; esto se puede lograr con una variedad de yuca que no se deteriore dos o tres días después de la cosecha y sea menos susceptible de almacenaje, permitiendo una calidad consistente y estable en el almacenamiento mayorista, minorista y doméstico.

Se recomienda mejorar la comercialización de la yuca fresca, por lo tanto hay que tener en cuenta los siguientes aspectos (McGillivray, 1998):

- Mejorar el proceso de manejo de poscosecha actual.
- Clasificación más estricta.
- Mejorar la presentación del producto.
- Agregar valor al producto en la finca.
- Buscar nuevos compradores.
- Buscar mejores mercados.
- Formar asociaciones para ofrecer volúmenes mayores, compartir costos de comercialización y fijar precios.

- El empleo de materiales de empaque de bajo costo (bolsas de polietileno) y el tratamiento químico para evitar el deterioro son efectivos y económicos, y compatibles con el nivel de tecnología apropiado para los pequeños agricultores.

Entre los muchos factores relacionados con la comercialización, todos determinantes del éxito de un nuevo o mejor producto, la yuca fresca apta para almacenamiento recibe un alto valor. Ésta competiría bien con el producto tradicional, especialmente si la reducción de los márgenes de mercadeo da como resultado que la yuca no sólo sea mejor, sino también más barata.

La conservación de la yuca sólo necesita una pequeña inversión de capital ya que la tecnología usada es de bajo costo, resulta apropiada para su adopción por parte de los pequeños productores. Se puede requerir algún cambio en el sistema de distribución, teniendo en cuenta un acopio, selección y manejo de cubrimiento para la conservación del producto.

Otro factor importante a tener en cuenta es que los hábitos de consumo por parte de los diferentes consumidores están cambiando, es decir, la yuca está necesitando otras presentaciones (pelada, troceada, congelada, precocida, en croquetas).

8.3. MERCADOS Y PRECIOS

Los sitios o lugares en donde se comercializan las raíces frescas de yuca en Colombia son: plazas de mercado o galerías populares, tiendas de barrio, mercados campesinos, supermercados de cadena y vendedores callejeros.

Los pequeños productores organizados para evitar o disminuir la alta intermediación que existe de las raíces de yuca deben hacer una investigación de mercado que tiene como propósito analizar:

- Perspectivas de venta.
- Factores que pueden influir en la venta.
- Mejor manera de realizar la comercialización.

Se recomienda que los pequeños productores investiguen nuevos compradores planteando las siguientes preguntas (McGillivray, 1998):



Foto 8.1. Exhibición de raíces en plazas de mercado.

- ¿Quiénes son los compradores?
- ¿Qué precio podrían pagar?
- ¿Cuáles son las condiciones de pago?
- ¿Cuáles son las exigencias de los compradores?
- ¿Qué cantidad quieren comprar?
- ¿Dónde compran los compradores?
- ¿Qué transporte prefieren?
- ¿Qué tipo de empaque exigen?
- ¿Cuándo compran?
- ¿Qué competencia existe?
- ¿Cuáles son los reglamentos o normas pertinentes?

La investigación del mercado no es una actividad pasiva; se trata de vender un producto. Además de averiguar lo que quieren los compradores, se debe promocionar el producto y estudiar cómo mejorar su aceptación (McGillivray, 1996).

8.3.1. Comercialización de yuca en las centrales de abasto

Estudios realizados por la Central de Abastos, Corabastos, en Santafé de Bogotá sobre la comercialización de yuca fresca arrojaron como resultado que un

promedio del 80% de los comerciantes sufren pérdidas físicas del producto en el caso de que no pueda ser vendido el mismo día de su compra.

El fundamento de estas pérdidas radica en el manejo de las raíces durante la cosecha y embalaje para el transporte a los centros de acopio. El sistema actual de bultos no es el apropiado para la yuca (costales de fique), pues provoca severos daños físicos en las raíces, como heridas, cortes y pérdida de gran parte de la cáscara.

El estudio de comercialización aporta varios datos importantes para la definición de cualquier proyecto de comercialización, entre los cuales se encuentran (según Hortúa, 1999):

- a) El 73.33% de la yuca que se comercializa en Corabastos es proveniente de Armenia; el 26.66% de Ecuador y el 13.33% de los Llanos Orientales.
- b) El 53.33% de los comerciantes la adquieren a través de intermediarios o mayoristas; el 33.33% directamente con los agricultores y el 13.33% a asociaciones.
- c) El 26.66% adquieren cantidades menores a 10 bultos diarios; el 33.33% compran entre 10 y 20 bultos; el 26.66% entre 20 y 30 bultos y solamente el 13.33% adquiere de 40 a 60 bultos diarios.
- d) El 73.33% de la yuca comercializada en Corabastos llega empacada en costales de fique con palos y el 26.66% en empaques de fibra (correspondientes a la yuca proveniente de Ecuador, generalmente), ya que estos empaques facilitan la visualización de la yuca.
- e) El 80% de los comerciantes sufren pérdidas de producto y las atribuyen a un mal mercado (60%), un mal empaque (6.66%) y un mal transporte (33.33%).
- f) La variedad de yuca que tiene más ventajas es la Chirosa Armenia.
- g) En una entrevista al consumidor el 33.33% contestó que sí compraría yuca en bolsas a mayor costo, mientras que el 53.33% dijo que no y un 13% respondió que tal vez lo haría.
- h) El 80% de ellos jamás ha utilizado otro tipo de empaque para la yuca.

Tabla 8.1. Datos sobre la comercialización de yuca (*Manihot esculenta*) durante un día en la Central de Abastos, Corabastos.

| Procedencia | Volumen | Costo/bulto | Peso/empaque | Tipo de empaque |
|---------------|------------|-----------------|--------------|-----------------|
| Armenia | 50 bultos | \$ 35.000 | 5.5@ | Lona |
| Armenia | 5 ton | \$50.000-55.000 | 95kg | Fique |
| Armenia | 100 bultos | \$30.000 | 95-100kg | Fique |
| Manzanares | 50 bultos | \$30,000 | 90kg | Fique |
| Tolima | 60 lonas | \$25.000-28.000 | 4.0@ | Lona |
| Tres Esquinas | 26 bultos | \$40.000 | 5.0@ | Fique |
| Quindío | 100 bultos | \$40.000 | 5.0@ | Fique |
| Llanos | 80 bultos | \$45.000 | 40-60kg | Fique |
| Quindío | 100 bultos | \$30.000 | 60-70kg | Fique |
| Ecuador | 80 bultos | \$30.000 | 5@ | Lona |

(Realizado el 9 de diciembre de 1997) (Hortúa, 1999).

8.4. CARACTERÍSTICA DEL CONSUMIDOR FINAL

El 53% de los consumidores de altos ingresos compra en supermercados, el 23% lo hace en plazas de mercado o galerías populares, un 10% la adquiere en tiendas de barrio y el 14% restante compra las raíces de yuca en mercados campesinos y a vendedores callejeros.

Para los consumidores de bajos ingresos el 57% compra las raíces de yuca en las tiendas de barrio, el 32% acude a la plaza de mercado o galerías populares, un 4% hace la compra en supermercados y el 7% restante prefiere los mercados campesinos o los vendedores callejeros.

En las grandes ciudades el 79.8% de los consumidores compra en los supermercados de cadena. Y en las ciudades pequeñas más del 90% de la población compra en las plazas de mercado.

En los estratos altos siempre se compra con base en calidad y en los bajos con base en precios.

Los consumidores de ingresos medios y altos tienden a comprar las raíces de yuca una vez por semana, los de bajos ingresos las adquieren normalmente el

día que van a consumirla y las pequeñas compras se relacionan con el poder adquisitivo, es decir, no pueden aprovechar la yuca almacenable porque sólo pueden adquirir alimentos para un solo día cada vez.

Para que la tecnología de almacenamiento favorezca a este importante grupo de consumidores, los beneficios de calidad y precio que también ofrece la tecnología son relevantes: el almacenamiento en el punto de venta proporcionará una calidad mayor y un producto más barato, aunque se adquiera en pequeños volúmenes unitarios.

El factor más importante que determina el sitio de compra es la comodidad; muchos de los consumidores no poseen nevera y los que la tienen pueden almacenar la yuca por pocos días pero se producen en ella algunos cambios de textura y sabor.

El otro factor importante a tener en cuenta es el cambio en los hábitos de consumo por parte del consumidor. Debido a las variaciones que se están presentando en la sociedad, la demanda, las características de los productos finales y los gustos de los consumidores están cambiando, lo cual determina que tanto el productor como el comercializador deben estar investigando constantemente qué es lo que quiere el consumidor y prepararse para entrar a competir en ese nuevo mercado o para lograr satisfacer esa necesidad sentida por parte del consumidor.

Es así como observamos en los supermercados de cadena yuca en varias presentaciones: yuca en astillas precocida congelada; yuca en trozos, congelada; yuca en forma de croquetas, chips de yuca; con la característica de que estos productos son de fácil y rápida preparación.

La distribución en las ciudades se caracteriza por la existencia de muchos comerciantes, cada uno de los cuales maneja un pequeño volumen de yuca y sólo por corto tiempo. En general no se efectúa ninguna selección de las raíces durante este proceso, a pesar del rápido deterioro del producto.

Las raíces de yuca usualmente llegan al mercado en las primeras horas de la mañana y se venden al consumidor en la misma mañana, a menudo menos de 24 horas después de la cosecha. En la mayoría de las ciudades el volumen

más grande de yuca se vende en las pequeñas tiendas; éstas tienen las raíces de menor calidad, ya que se ubican al final de la larga cadena de distribución.

Se deben desarrollar tecnologías de almacenamiento para aumentar la vida útil del producto. Con esto los agricultores tienen más oportunidad de negociar precios y aun de montar su propia red de distribución mayorista.

En conclusión, se requiere un tiempo total de almacenamiento de dos semanas para cumplir con los requerimientos del consumidor y del mercado para la yuca fresca, incluyendo hasta una semana para la comercialización y una semana adicional para el almacenamiento en el hogar (Hortúa, 1999).

8.5. DETERMINACIÓN DE LOS PRECIOS

El precio puede tomarse en condiciones de libre concurrencia o regido por normas oficiales; la libertad en la determinación del precio para las raíces de yuca se ve afectada por la alta intermediación, por el poco conocimiento del mercado por parte de los productores, por la alta perecibilidad del producto, por la falta de infraestructura de almacenamiento y por la escasa presencia de normas oficiales en las zonas de producción y comercialización.

En la gran mayoría de los casos el precio de las raíces de yuca fresca es fijado por los intermediarios y se regula por las situaciones de oferta y demanda (Amaya, 1998).

8.6. MANEJO DE ÉPOCAS DE COSECHA

La yuca es un cultivo producido por pequeños agricultores que generalmente siembran áreas menores de dos hectáreas; pero es común encontrar en una finca cultivos de diferentes edades, por lo tanto la producción de raíces frescas de yuca ocurre durante todo el año, con unas épocas de mayor producción entre los meses de noviembre y enero, ya que la de mayor siembra ocurre entre abril y mayo; otros agricultores hacen siembras escalonadas durante los meses de lluvia; y otros productores, al mismo tiempo que cosechan, establecen nuevos cultivos.

Conocida esta situación por parte de los mayoristas, acuden a los productores para adquirir las raíces de yuca según la demanda; el mismo día que hacen el proceso de comercialización los productores y mayoristas conciertan el volumen, el precio y el día para la próxima transacción; como el pequeño productor no tiene infraestructura para almacenar las raíces frescas de yuca, éstas se cosechan el mismo día en que van a ser adquiridas por los comerciantes (Amaya,1999).

8.7. MANEJO DE LAS RAÍCES DE YUCA EN SUPERMERCADOS

Los supermercados comercializan una gran variedad de productos agrícolas; el volumen de venta depende en gran parte de la demanda, de la facilidad de mercadeo y de la conservación en cuartos y góndolas.

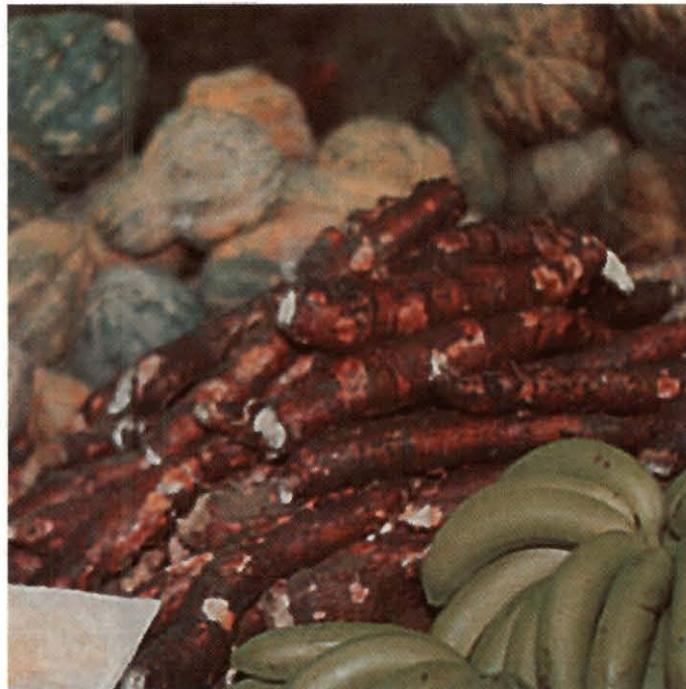


Foto 8.2. Exhibición de raíces de yuca en supermercados.

La raíz de yuca es un producto altamente perecedero, que si no es tratado previamente puede alcanzar una vida útil de dos a tres días en almacenamiento con temperaturas y humedad relativa adecuadas para el producto

En los supermercados se hace un control de calidad para adquirir las raíces de yuca frescas, que generalmente consiste en seleccionarlas y clasificarlas por su tamaño, forma y daños (raíces enteras y sin heridas).

Las raíces de yuca se adquieren usualmente cada tres días, éstas son colocadas en góndolas generalmente de madera, a una temperatura de 10 a 13°C y humedad relativa de 70 a 75%. Antes de colocar las raíces se seleccionan, clasifican y lavan y no reciben tratamiento químico; dos días después son removidas de las góndolas aquellas que presenten deterioro y se traen nuevas del cuarto de almacenamiento.

Generalmente los supermercados exigen raíces mayores de 25 cm y menores de 40 cm de longitud, diámetro mayor de 4 cm y menor de 8 cm, limpias y frescas.

8.8. ORGANIZACIÓN PARA LA COMERCIALIZACIÓN

Es importante que los productores tomen conciencia participativa para que se asocien en el tipo de organización que más les convenga, pero siempre orientados hacia el mercado. Sus líderes deben asumir que para ganarse un espacio en la sociedad y sobrevivir hay que cumplir con los propósitos de los miembros que la conforman.

Estas organizaciones deben ser eficientes, productivas, flexibles y autónomas ya que tendrán la responsabilidad de promocionar y vender su producto a un mejor precio y de buena calidad.

Existen diferentes formas asociativas adoptadas por los productores para llegar al mercado. Cambia el proceso legal e interiormente la organización pero el principio es el mismo: reunir la producción y llegar al mercado en forma asociada y reducir el costo de los insumos y prestar servicios sociales de educación, salud y recreación, entre otros.

Tienen dos finalidades: una, ser receptor de la capacitación técnica y los servicios que provienen del Estado, y por otro lado ser quien coloca la producción en el mercado.

La determinación de asociarse por parte de los productores tiene como objetivos:

- Desarrollar espíritu solidario para realizar tareas y solucionar problemas.
- Fortalecerse como productores.
- Disminuir costo de compraventa.
- Decidir en los precios.
- Unificar recursos financieros.
- Decidir en la producción.
- Promover actividades de capacitación.

Existen diferentes tipos de organización en Colombia, entre los cuales se pueden recomendar:

- Cooperativas de comercialización.
- Cooperativas de productores.
- Junta de comercialización.
- Bolsas agropecuarias.
- Asociación de productores.
- Empresas asociativas de trabajo, EAT.

8.9. COMERCIALIZACIÓN DE LA YUCA EN COLOMBIA

Según las cifras del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, dentro de los cultivos permanentes con mayores áreas sembradas sobresalen, junto con la yuca, la caña panelera, la palma africana, el plátano y la caña de azúcar. Los principales productores de yuca en Colombia son Bolívar, Córdoba, Magdalena, Santander, Caquetá y Quindío. Las variedades más conocidas en el mercado colombiano son la ICA y la Chirrosa; esta última es considerada como de mejor calidad por su mayor duración, porque su centro o pabilo no es tan grueso como el de las otras y porque tiene una cáscara más delgada y un tamaño más uniforme.

Frente a otros cultivos, la yuca tiene la ventaja de que representa un menor riesgo económico, con el cuidado normal, y salvo contingencias muy especiales su productividad se sitúa, en promedio, entre 15 y 20 t/ha; sin embargo, cultivos con excelente manejo y desarrollados en condiciones óptimas han alcanzado una productividad de 35 t/ha.

Por otro lado, el hecho que las zonas productoras estén distribuidas en diferentes regiones del país hace posible que el producto llegue a los diferentes mercados durante todo el año, con precios relativamente más estables frente a los que se observan en otros productos. La combinación de los anteriores factores, en un cultivo cuyos costos de producción (arriendo de la tierra, mano de obra e insumos) no sufre cambios bruscos o inesperados, lleva a que muchos agricultores opten por sembrar yuca, porque, a su juicio, aunque no les garantiza la mayor rentabilidad, sí es una de las inversiones más seguras.

La importancia comercial de la yuca depende de las preferencias regionales por este producto; así lo demuestran los diferentes precios que tiene el mismo producto en varias ciudades consideradas en el cálculo del IPC. En el grupo denominado tubérculos y plátanos, la yuca ocupa el tercer lugar en importancia después de la papa y el plátano. Al analizar el precio que tienen estos tres productos en las trece ciudades, se encuentra que cuando disminuye la ponderación de la papa (como ocurre en Barranquilla, Bucaramanga, Cartagena y Montería), aumenta el precio de la yuca. Vale la pena anotar que la preferencia regional de yuca no suele ser muy flexible. En efecto, cuando en aquellas ciudades en las que el precio de la papa no es muy grande, sí lo es la participación de la yuca en la canasta.

Las diferentes variedades de yuca llegan a los mercados mayoristas urbanos del país desde distintas zonas de producción. Al Valle del Cauca llega el producto desde el Eje Cafetero y el Ecuador; a los mercados del centro del país, desde los Llanos Orientales, Santander y el Eje Cafetero; a los Santanderes, desde Venezuela y las zonas de producción que se encuentran en esos departamentos. Finalmente, en los mercados de la Costa Atlántica convergen las cosechas del Cesar, Córdoba y Magdalena. (Hortúa, 1999).

La yuca que se cosecha en el Eje Cafetero, considerada como de mejor calidad, se destina a abastecer los mercados de Bogotá, Cali y Medellín. Sin embargo, la llegada de yuca de diferentes lugares a estas plazas asegura que el abastecimiento sea regular y que los precios se mantengan relativamente estables. Esta situación se evidencia más cuando ocurren situaciones anormales que dificultan el ingreso de productos a los mercados.

Los grandes productores de yuca tienen la posibilidad de integrar, en una administración, el proceso que va desde la siembra hasta la entrega en el merca-

do de consumo final, por ello pueden racionalizar la recolección y el envío del producto, y dado que tienen acceso a la información sobre el comportamiento de los precios en los diferentes mercados, pueden tomar una decisión más acertada tanto sobre el momento, como sobre el lugar de destino para su producto.

La determinación del precio de venta se relaciona con el lugar en el que se realice la negociación. La yuca se puede comprar en la zona de producción y antes de ser recogida; en el mercado de origen o en el mercado de destino. Los precios que se forman en cada caso dependen de los costos de recolección, selección, empaque y transporte, y de los márgenes de rentabilidad que perciban los agentes que participan en este proceso. El margen de utilidad es, entre los rubros mencionados, el que más genera variabilidad en la relación entre los precios al productor y al por mayor.

La existencia de tantas zonas productoras de yuca, y por ende de una oferta regular, hace que los precios mayoristas de esta raíz muestren menores fluctuaciones y que su estacionalidad no sea tan acentuada como ocurre con otros alimentos.

La yuca tiene gran importancia en la zona cafetera por las áreas que se dedican a su cultivo, el trabajo que genera y el peso que tiene en la dieta de los colombianos. Coexisten diferentes tipos de agricultores que cosechan desde la cantidad necesaria para su autoabastecimiento hasta grandes explotaciones que envían importantes volúmenes a varios de los mercados más grandes del país.

8.10. IMPACTO DE LOS CAMBIOS EN LOS PRECIOS MAYORISTAS

En los mercados mayoristas ocurren con frecuencia algunos hechos que, sorprendiendo a los diferentes agentes comerciales, inciden notoriamente sobre los precios de los alimentos. En muchas ocasiones estas alteraciones (bloques en las carreteras, medidas fitosanitarias que restringen la entrada de productos, aumento inesperado de las importaciones, etc.) no se limitan a un

solo mercado, sino que se propagan a muchos otros lugares del país. Las anomalías se pueden prolongar durante varios períodos y se necesitan varias semanas para que los mercados retornen a la relación de equilibrio de sus precios.

La rapidez y la proporción en que se transmitan estas perturbaciones a otros mercados están determinadas por el nivel de integración que exista entre ellos, y el tiempo que se necesita para corregir el desequilibrio dependerá de factores como el suministro de la información sobre las condiciones imperantes en cada mercado y de la habilidad con que los diferentes agentes tomen sus decisiones comerciales.

8.11. INTELIGENCIA DE MERCADOS

La yuca, tubérculo importante en la alimentación y en la supervivencia de amplias capas de la población pobre de las zonas tropicales del mundo, se cultiva y se consume en nuestro país en todas las regiones. Es indudable el potencial de la yuca como materia prima en la producción de alimentos balanceados para animales y como insumo en las industrias alimentaria y no alimentaria, en las cuales sus presentaciones requieren transformaciones importantes que generan un valor agregado.

Tal vez por asociar la yuca con la pobreza y los niveles atrasados de desarrollo se piensa que la yuca, al igual que todas las raíces y los tubérculos, son bienes inferiores (es decir, que su consumo disminuye cuando aumentan los ingresos). Se le ha restado estatus al producto; esta posición desconoce su importancia estratégica en la generación de ingresos y de empleo en el sector rural y en particular entre los pequeños productores, sin contar con las enormes posibilidades del artículo como generador de riqueza si se lograran producir en gran escala productos intermedios como almidón.

Este producto se transa en cuatro mercados según los usos principales del mismo: como raíz fresca y procesada para consumo humano, como insumo en la industria alimentaria, como materia prima en la industria productora de alimentos balanceados para animales, y como producto intermedio en la industria no alimentaria. El producto industrial más importante elaborado con base en yuca es el almidón, que se usa en las industrias de la alimentación y textil, y en la

fabricación de papeles y autoadhesivos, aunque también tiene potencial en la producción de dextrosas y múltiples derivados, sin contar con su potencial para producir alcohol, como se ha hecho en Brasil para sustituir el petróleo.

Investigaciones realizadas con el CIAT corroboraron la importancia de la yuca como cultivo de amortiguación de la pobreza rural, pues ha demostrado su ventaja comparativa en zonas marginales donde, debido a que se adapta a condiciones extremas en comparación con otros cultivos alternativos, la yuca es uno de los más rentables.

Así mismo, la yuca es importante como cultivo de subsistencia por su alta producción de calorías por unidad de área, por la cantidad de mano de obra requerida en el cultivo, por la estabilidad de sus rendimientos y por el largo período de cosecha potencial. Es la cuarta fuente de calorías en las zonas tropicales después del arroz, el azúcar y el maíz, pues contiene hasta el 35% de su volumen en carbohidratos y hasta 1.5% en proteínas; por estas razones se ha considerado como un producto prioritario en la seguridad alimentaria mundial. No obstante, en Brasil y en Colombia se viene presentando una clara tendencia decreciente en el consumo del producto en fresco y una tendencia moderadamente creciente en el consumo de yuca procesada en las zonas urbanas, como consecuencia de su alta perecibilidad y de los precios relativos rural-urbanos marcados por los altos fletes derivados del gran volumen y peso del producto.

En Colombia la yuca representa estabilidad económica y social para amplias zonas del país donde es cultivada por pequeños agricultores pobres. En efecto, el cultivo ha mantenido relativamente estable su participación en el área sembrada durante los últimos diez años.

Hacia el futuro es requisito trabajar en la identificación de nichos de mercado para los productos procesados, y en los factores que harían viable el desarrollo de la agroindustria de la yuca; en la reproducción del material vegetal para semillas de nuevas variedades con altas productividades; en la transferencia de tecnología; en estudios de factibilidad de proyectos agroindustriales; en la identificación de mercados internos y externos y en la aplicación de tecnologías de procesamiento, entre otros.

El tipo de variedad determina el uso final de la yuca; si es para consumo humano en fresco, siempre se usa una variedad dulce con bajo contenido de cianuro, en tanto que si es para uso industrial o para transformación se pueden usar variedades amargas siempre que se procesen de manera adecuada.

Para su comercialización, además de la presentación tradicional, que incluye lavado y selección, pueden realizarse varios procedimientos para proteger la yuca, entre los que se encuentran la parafinación (la yuca lavada y oreada se pasa por parafina derretida), la congelación (previamente se debe lavar, clorar y empacar), la conservación en bolsas tratadas con tiabendazole, y el secado (de la raíz pelada y picada).

En Colombia la yuca es un cultivo típico de economía campesina, que presenta un promedio de área sembrada por finca que oscila entre una y cinco hectáreas, una oferta atomizada y un sistema de producción atrasado. Gran parte de su producción se orienta al mercado en fresco.

Entre 1990 y 1998 la producción de yuca en Colombia ha variado entre 1,2 y 2 millones de toneladas sin mostrar ni una dinámica importante, ni una tendencia definida. En 1998 se produjeron 1.639.974 toneladas, la cifra más baja reportada en esta década, que refleja una caída de 3,4% en los rendimientos frente a 1997 y de 12.06% a 1996.

Según la información del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, la producción nacional se concentra en la Costa Atlántica, que en 1998 participó con cerca del 45% del total nacional, seguida por centrooriente (21%), occidente (18%) y Orinoquia y Amazonia (15%). Los departamentos con mayor producción en 1998 fueron Bolívar (13%), Magdalena (12%), Antioquia (10%) y Santander (10%), cuya producción participó en el total nacional con porcentajes similares a los del área sembrada, excepto en Antioquia. Este departamento presenta los mayores rendimientos del país, después de Risaralda (16.6 t/ha), el doble del promedio nacional. Es así como Antioquia sólo participa con el 5,4% del total del área sembrada en el país pero representa el 10% de la producción.

Los cultivos de yuca para consumo humano se localizan en áreas próximas a los centros de consumo, en climas medios y cálidos y en suelos de todas las

características. Las áreas con yuca para destino industrial y para alimentación animal se sitúan en suelos menos fértiles, generalmente marginales. En efecto, en la Costa Atlántica se produce yuca seca para producción de alimentos balanceados para animales y yuca fresca para consumo humano; en el departamento del Cauca gran parte de la producción se destina a la industria de almidones, y en la región cafetera y Llanos Orientales la producción es para consumo humano.

En cuanto a la producción mundial, el 58% que se demanda se destina para consumo humano en los mismos países, el 18% se utiliza para alimentación animal, el 4.5% para procesamiento y otros usos y el 19.5% corresponde a pérdidas de almacenamiento y transporte. La magnitud de este último rubro se explica principalmente por las pérdidas que se suelen presentar en África, donde éstas se sitúan en alrededor del 27%.

En los mercados externos la yuca se comercializa seca para la industria productora de alimentos balanceados; procesada como harina, almidón y tapioca para la industria alimentaria, y también en la forma de almidón para las industrias alimentaria y no alimentaria, entre las cuales se destacan la textilera y la papelera. Para el consumo humano se transa en fresco o en otras presentaciones tales como prefrita, congelada o como pasabocas (snaks) para cubrir la demanda de los mercados étnicos de Estados Unidos y la Unión Europea.

8.12. COMERCIO DE LA YUCA EN COLOMBIA

La yuca para consumo en fresco circula a través de intermediarios acopiadores, quienes compran el producto en finca y se hacen cargo de los costos de recolección, empaque y transporte a los centros de consumo.

La producción se vende en bloque, sin seleccionarse, según calidades. En las plazas mayoristas de Colombia se negocian tres variedades de yuca fresca: la Chiroso, la Común o Criolla y la ICA. El principal factor de diferenciación es el origen, proviniendo la yuca Chiroso de la zona cafetera y la Común de los Llanos Orientales, la Costa Atlántica y otras regiones. La yuca tipo chiroso es de mejor calidad que las otras variedades, razón por la cual es más apetecida

en el mercado y se comercia a mejores precios en las plazas alejadas de las zonas de producción.

En el período comprendido entre junio de 1996 y junio de 1999 el precio de la yuca subió principalmente en las ciudades apartadas de las áreas productoras, con un incremento importante desde agosto de 1997 y diciembre de 1998, causado probablemente por la caída de la producción que ocurrió en el año 1997.

Los diferentes segmentos de la industria compiten en el mercado de consumo en fresco por las raíces de segunda y tercera. Las plantas de secado adquieren su materia prima de diferentes fuentes: de su propio cultivo, los pequeños agricultores organizados en empresas asociativas, de productores agrícolas no asociados y de corredores o intermediarios.

La yuca seca puede ser utilizada como sustituto del maíz forrajero en la producción de alimentos balanceados para animales. El maíz, cereal más completo en términos nutritivos para las dietas de cuido, puede ser sustituido en valor nutritivo en 70% a 75% por yuca. Este mismo porcentaje es el que define el precio que los fabricantes de concentrados están dispuestos a pagar por la yuca para sustituir el maíz. Teniendo en cuenta que casi todo el maíz utilizado por la industria de alimentos concentrados en Colombia es importado, el precio de la yuca para este fin dependerá del precio internacional del maíz amarillo que, de acuerdo con el Sistema Andino de Franjas de Precios, toma como referencia las cotizaciones diarias de cierre de la Bolsa de Chicago.

8.12.1. Yuca para consumo humano

Como se mencionó anteriormente, entre el 65% y el 70% de la producción colombiana de yuca se destina al consumo humano de raíces frescas. En los últimos años el consumo de la yuca fresca en el país ha mostrado una tendencia decreciente debido a las dificultades para su conservación, a su precio y al valor de algunos sustitutos calóricos como el plátano y la papa.

El crecimiento del mercado nacional depende en gran medida de la competitividad del producto frente a sus sustitutos, que podría mejorar siem-

pre y cuando se incremente la productividad por hectárea de los cultivos y se consoliden y difundan las variedades mejoradas de menor perecibilidad. Se estima que las presentaciones de yuca parafinada y en bolsas tratadas con tiabendazole tienen un buen potencial de crecimiento, especialmente en el primer caso, pues en el segundo se presenta la dificultad de que el producto es tratado con químicos, situación que hace que no siempre sea bien aceptada la yuca por los consumidores.

Otra alternativa para estimular el consumo nacional e internacional es difundir más presentaciones como la yuca congelada, como pasabocas o como croquetas prefritas, que se están comercializando desde 1997, reconociendo las tendencias de consumo de los hogares en los cuales el menor tiempo de cocción es un factor de demanda por parte de los consumidores. La yuca prefrita también puede convertirse en una alternativa a la papa ofrecida por las cadenas de comida rápida. En el ámbito internacional, la demanda de esta presentación se encuentra en crecimiento dado que la población de origen latino y su capacidad de consumo han aumentado en los últimos años en los países desarrollados, y con ello el interés de comercializadores por productos étnicos. Algunas ventas de yuca prefrita se han realizado en Venezuela y Estados Unidos.

No obstante lo anterior, de lograrse productividades de 25 t/ha de variedades de mayor duración, así como adecuados manejos poscosecha, como se tiene previsto en los próximos años en algunas regiones del país, sería posible entrar a competir con Costa Rica en los mercados de yuca fresca de Estados Unidos y la Unión Europea. Es decir, se podrían perfilar oportunidades interesantes de negocios para algunos inversionistas del país.

A este respecto, vale anotar que las tasas de crecimiento de este mercado están estrechamente ligadas a los procesos de inmigración de latinos hacia Estados Unidos, puesto que los consumidores africanos y asiáticos prefieren el sabor de sus propias variedades.

8.12.2. Yuca para alimentación animal

Si bien las raíces frescas para alimentación animal constituyen el segundo uso más importante de la yuca (su uso es ilimitado en rumiantes, parcial en cerdos

e inadecuado para aves por su contenido de humedad), la producción de mezclas balanceadas es la opción más atractiva del mercado, ya que en Colombia se calcula una demanda potencial de tres millones de toneladas de raíces, es decir, 1.8 veces la producción de 1998.

Es de anotar que recientemente se viene estudiando la posibilidad de construir un ingenio yuquero en la región del río Páez, que producirá harina destinada a la industria de alimentos concentrados para animales, como parte de un cluster centrado en la industria avícola, que promete buenos resultados gracias a la integración vertical.

8.12.3. Insumo en las industrias

La yuca procesada como insumo para las industrias alimentarias y no alimentarias se presenta como harina de yuca, tapioca y almidón. La harina de yuca podría encontrar algunos nichos interesantes como materia prima para la producción de galletas y pan, como aglutinante en la industria cárnica de embutidos y en la producción de sopas deshidratadas, como espesante en la producción de compotas para bebés y productos dietéticos y como insumo en la industria de pegantes. Por su parte, la tapioca se utiliza en la industria alimentaria como espesante, como relleno aglutinante, como estabilizante y como mejorador de textura.

El almidón agrio se utiliza en la producción de almojábanas, pan de queso, buñuelos, etc., y es una producción informal, dispersa y de bajas escalas.

Por el contrario, las posibilidades del almidón dulce son numerosas, en particular en la producción de edulcorantes y de jarabes con altos contenidos de fructosa, y en la producción de sorbitol, glutamato monosódico, aminoácidos, ácidos orgánicos y levaduras como resultado de la fermentación de la glucosa.

La mayor parte del comercio internacional del almidón se concentra en los almidones no modificados (ANM). Pero este mercado se encuentra limitado por barreras comerciales (impuestos, contribuciones, cuotas, etc.); además, el factor precios afecta la competitividad y las perspectivas de mercado. Otro segmento importante es el de almidones modificados (AM) y dulcificantes.

En general, las posibilidades de ampliación de la demanda de almidón de yuca son muy elevadas. Sin embargo, el proceso de extracción del almidón de yuca es predominantemente una industria casera pequeña, excepto en Tailandia, Indonesia y Brasil. En este sentido, los altos precios de la yuca y las inadecuadas técnicas de transformación constituyen el principal problema para que este producto sea competitivo en los mercados.

Se ha demostrado que la introducción de variedades de yuca de alto rendimiento, la disponibilidad de semilla de alta calidad y la aplicación de prácticas simples de cultivo podrían elevar la productividad a más 25 t/ha. Con estos niveles la yuca podría competir con el maíz y el sorgo como insumo en las industrias alimentaria y no alimentaria, siempre que se garanticen procesos muy estrictos en cuanto a la calidad del producto.

La producción y la industrialización de la yuca son un renglón competitivo en algunas regiones del país, siempre que se logre ampliar la oferta de material vegetal de las nuevas variedades mejoradas, certificadas con la calidad y los rendimientos requeridos para el procesamiento industrial.

Así mismo, se requieren altas inversiones en tecnología para la transformación. En la tarea de modernizar el cultivo de la yuca debe consolidarse el compromiso y la interacción de todos los actores que conforman la cadena productiva. El interés de los consumidores industriales en el progreso del cultivo y en el desarrollo de la cadena es condición indispensable para capitalizar la ventaja básica que ofrece la ubicación tropical de nuestro país.

RESUMEN DEL CAPÍTULO 8

Uno de los principales problemas que se presentan en el sector agropecuario es la falta de comunicación entre la producción y la comercialización, debido a la carencia de planificación; lo ideal es que antes de sembrar se pudiera saber a quién se le va a vender el producto, en qué condiciones, tipo de empaque, precio de venta.

Lo anterior implica que se presenten altas pérdidas si no se logra vender el producto 48 horas después de la cosecha.

Durante el desarrollo de este capítulo se dan a conocer los diferentes parámetros a tener en cuenta para poder desarrollar y aplicar un estudio de mercado, el cual sería un soporte muy importante dentro del proceso de comercialización de la yuca; teniendo en cuenta que este es un producto altamente perecedero.

Práctica 8.1. Caracterización de los canales de comercialización más representativos en yuca

Objetivos

Una vez ejecutada esta práctica, los participantes estarán en capacidad de:

- Identificar y caracterizar los canales de comercialización más representativos en yuca.
- Establecer las ventajas y desventajas de los canales de comercialización más representativos en yuca.

Recursos necesarios

Para llevar a cabo esta práctica se requiere lo siguiente:

- Tres intermediarios de comercialización.
- Hoja de trabajo.
- Lugar de plenaria.

Orientaciones para el instructor

- Explique claramente los objetivos de la práctica y su importancia.

Divida el grupo en tres subgrupos, donde el subgrupo 1 trabajará con un mercado especializado, el subgrupo 2 con un intermediario minorista y el subgrupo 3 con un intermediario mayorista.

Cada subgrupo caracterizará el canal de comercialización asignado, recolectando la información del formato.

Cada subgrupo nombrará un relator.

Solicitar a cada subgrupo establecer las ventajas y desventajas de cada canal de comercialización asignado.

Tiempo sugerido para la práctica inicial. 6 horas

Práctica: 4 horas

Plenaria: 2 horas

Orientaciones para los participantes

- Ubicar los tres tipos de intermediarios que representan los tres canales de comercialización a caracterizar.

- Diligenciar la hoja de trabajo.
- Establecer las ventajas y desventajas del canal de comercialización asignado a cada grupo.
- Analizar los resultados y presentarlos al resto del grupo en plenaria.

Información de retorno

- Cada relator de los subgrupos expone los resultados obtenidos durante la práctica.
- El instructivo sintetiza los resultados y los analiza con el grupo.
- El instructor responde las preguntas sugeridas por el grupo.
- Junto con el grupo, el instructor concluye y se hacen las recomendaciones necesarias.

Práctica 8.1. Caracterización de los canales de comercialización más representativos en yuca.

Hoja de trabajo

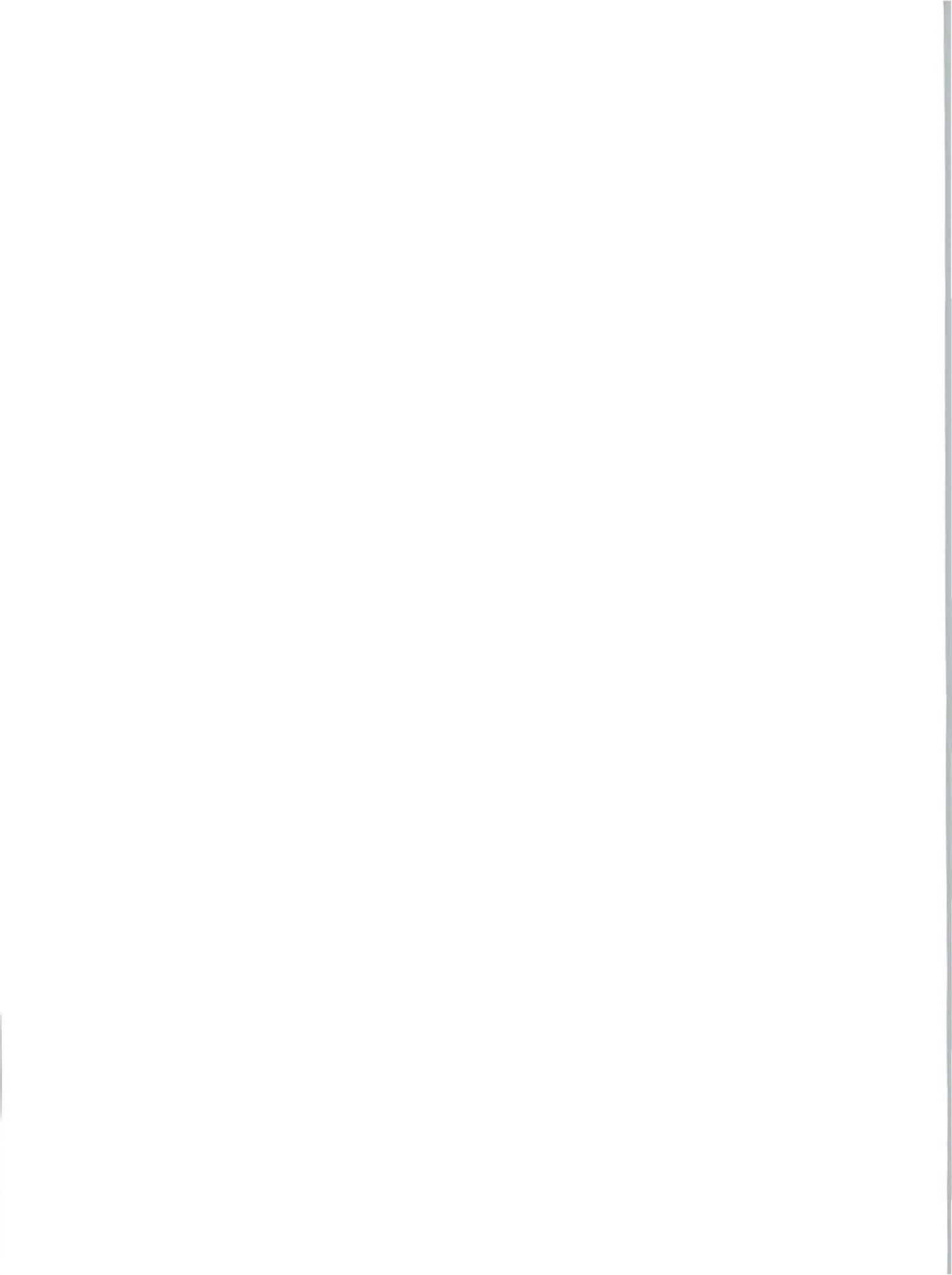
Fecha: _____ Grupo No.: _____

Canal de comercialización:

| Variedad | Observaciones |
|--|---------------|
| Lugar de origen Cantidad que compra Frecuencia Tipo de empaque Tipos de daños Precio de compra/kg Qué manejo le realiza En qué condiciones promociona el producto Tiempo que permanece Tipos de empaque que utiliza para vender el producto Precio de venta/kg Descripción del proceso de comercialización: | |

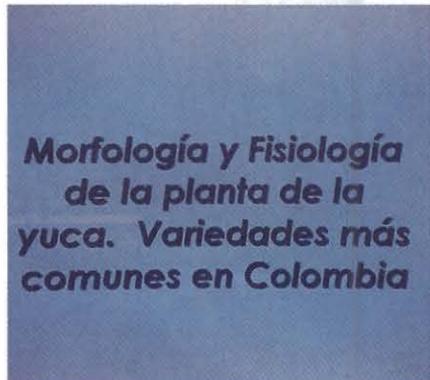
BIBLIOGRAFÍA

- Amaya, N.L. y Orozco, B.A. 1998. Manejo poscosecha y comercialización de yuca. Convenio Sena - Reino Unido. Programa Nacional de manejo poscosecha de frutas y hortalizas. Centro Agroindustrial Sena Regional Quindío. A.A. 695, Armenia, Quindío. Colombia. ISBN 958-15-0021-9
- Hortúa, M., M.H. e ICTA. Universidad Nacional de Bogotá. 1999. Alternativa Tecnológica para la disminución de residuos vegetales en la comercialización de yuca (*Manihot esculenta*), en la Central de Abastos "Corabastos".
- McGillivray, G.B. 1996. Análisis económico e investigación de mercados para proyectos hortofrutícolas. Convenio SENA - Reino Unido, Programa Poscosecha, Centro Agroindustrial, Sena Regional Quindío, A.A. 695, Armenia, Quindío. Colombia. 96 p.



MATERIAL DE APOYO PARA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

Capítulo 1: Morfología y fisiología de la planta de yuca. Variedades más comunes en Colombia



1.1.



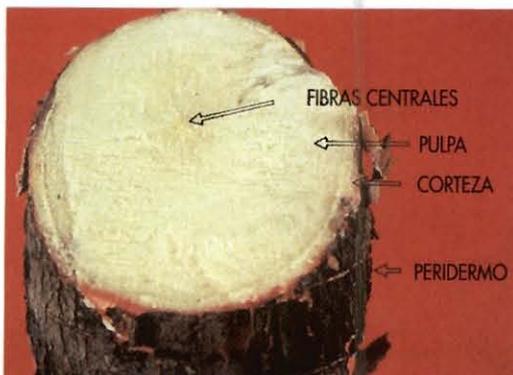
1.2. Flor femenina y flor masculina (CIAT, audiovisual: Morfología de la planta de yuca).



1.3. Fruto de la yuca (CIAT, audiovisual: Morfología de la planta de yuca).



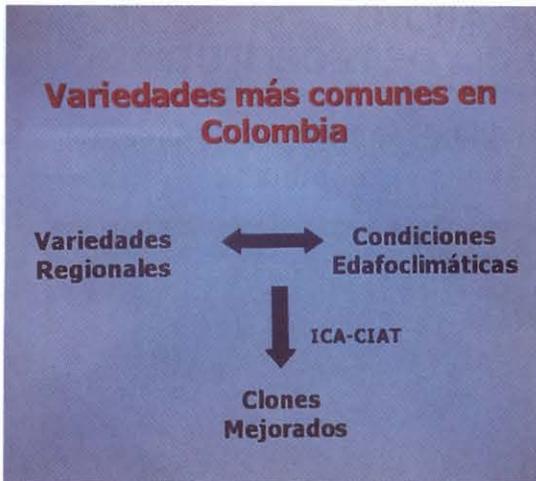
1.4. Tallo de yuca.



1.5. Tejidos que componen la raíz tuberosa (CIAT, audiovisual: Morfología de la planta de yuca).



1.6. Estacas, forma de propagación comercial.



1.7. Variedades más comunes, título.



1.8. Foto de Chiroza (M Col 2066).



1.9. Foto de ICA Tradicional (HMC 1).



1.10. Foto de ICA Catumare.

Clones Recomendados para las Zonas Altas, Zona 5

| |
|--------------------------|
| Clones Regionales |
| Algodona (M Col 1522) |
| Panameña (M Col 2261) |
| Clones Liberados |
| M Col 27 40 (SATA) |
| CG 402-11 |
| SM 524-1 |

1.11. Tabla de variedades promisorias (CIAT, Programa de mejoramiento de yuca).

Variedades Promisorias

| VARIEDAD | Rendimiento Raíces Frescas Ton/Ha | Materia Seca % | Calidad Culinaria |
|----------------------|-----------------------------------|----------------|-------------------|
| M PER 183 | 49,2 | 33,9 | BUENA |
| CM 523-7 | 40,0 | 39,1 | MUY BUENA |
| (CATUMARE) | | | |
| CG 1450-4 | 39,9 | 39,0 | BUENA |
| CHIROZA (M COL 2066) | 39,5 | 35,5 | MUY BUENA |
| M COL 1505 | 38,7 | 37,4 | BUENA |
| CM 2768-5 | 37,2 | 36,9 | BUENA |
| HMC 1 (ICA) | 33,1 | 38,2 | MUY BUENA |
| SM 1784-25 | 20,8 | 38,1 | REGULAR |

Muestreos en el sitio de multiplicación de Variedades Promisorias (La Tablada Finca El Arco, Diciembre de 1988) seleccionados en prueba regional (Muntenegro, Finca Rosavilla 1990/91)

1.12. Clones recomendados para áreas templadas (CIAT, Programa de mejoramiento de yuca).

Capítulo 2: Establecimiento de un cultivo de yuca

Manejo de material de siembra, selección y preparación de estacas de yuca para siembra.



2.1. Planta seleccionada por producción (CIAT, mejoramiento de yuca).



2.2. Parte del tallo a usar para semilla (CIAT, mejoramiento de yuca)



2.3. Corte de estacas (Capítulo 4. Diapositiva 26) (CIAT, patología de yuca).



2.4. Tamaño y número de yemas por estaca (CIAT, mejoramiento de yuca).



2.5. Estacas para siembra.



2.6. Estacas afectadas por mosca de la fruta.



2.7. Estacas con daños patológicos (CIAT, mejoramiento de yuca).



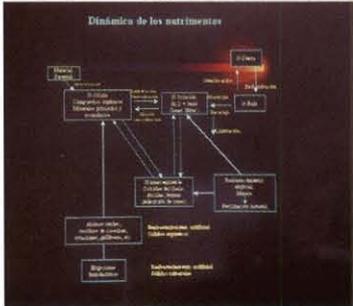
2.8. Desinfección de las estacas (Capítulo 4. Diapositiva 27) (CIAT, patología de yuca).



2.9. Siembra de estacas de yuca.

Capítulo 3: Nutrición de la planta de yuca y manejo de suelos

NUTRICIÓN



3.1. Componentes del sistema suelo-planta.



3.2. Dinámica de los iones en la fase cambiante, solución y raíz.



3.3. Funciones de los elementos en las plantas.



3.4. Deficiencia de N y P (CIAT, Audiovisual: Desórdenes nutricionales en la planta de yuca).



3.5. Deficiencia de K (CIAT, Audiovisual: Desórdenes nutricionales en la planta de yuca).



3.6. Deficiencia de Ca (CIAT, Audiovisual: Desórdenes nutricionales en la planta de yuca).



3.7. Deficiencia de Mg (CIAT, Audiovisual: Desórdenes nutricionales en la planta de yuca).



3.8. Deficiencia de B (CIAT, Audiovisual: Desórdenes nutricionales en la planta de yuca).



3.9. Deficiencia de Zn (CIAT, Audiovisual: Desórdenes nutricionales en la planta de yuca).

Evaluación de la fertilidad de los suelos y el estado nutricional de los cultivos

Diagnóstico de la fertilidad del Suelo

- Análisis de suelo
- Análisis de tejido vegetal
- Nivel crítico de nutrimentos
- Conocimiento de desórdenes nutricionales
- Respuesta del cultivo a la fertilización
- Requerimientos nutricionales del cultivo (extracción)
- Conocimiento del material de origen de su suelo
- Cultivo anterior y grado de explotación de su suelo.

3.10. Factores para el diagnóstico de la fertilidad.

Niveles Críticos de los elementos en el cultivo de la Yuca

| pH | Sat. Al (%) | P ppm | K Meq/100g suelo seco | Ca ppm | Mg ppm | Zn ppm | S ppm |
|-----|-------------|--------|-----------------------|--------|--------|--------|-------|
| 4.0 | 30.0 | 7.0* | 0.10 | 0.25 | 0.12 | 1.0 | 8.0 |
| 8.0 | | 10.0** | 0.17 | | | | |

* Por el mesquite (2004).
** Por el maíz (2004).
* Fuente: Cárdenas et al. (2004), *Manejo de Suelos y Fertilidad de Cultivos*, 2da. edición, México, D.F., CITA.
** Fuente: Naranjo (2007), *Manejo y Cuidado* (1981), CITA (1991).

3.11. Niveles críticos.

Análisis de Suelo y su interpretación

| TEXTURA | pH | ML (kg) | P (ppm) | Ca (Meq/100g de suelo seco) | Mg (ppm) | K (ppm) | B (ppm) |
|------------------|--------|---------|---------|-----------------------------|----------|---------|---------|
| Tranco/Arrozales | 5.18 | 3.98 | 11.0 | 3.03 | 0.52 | 0.52 | 0.35 |
| Interpretación | F.A.C. | H | B | A | N | A | E |

Fecha: Ciudad 2000

3.12. Análisis de suelo y su interpretación.

Requerimientos nutricionales

| N | P | K | Ca | Mg | S |
|------|------|------|------|------|------|
| 4.42 | 0.67 | 3.58 | 1.36 | 0.82 | 0.42 |

Kg de cada elemento requerido para producir una Tonedada de raíces frescas.

3.13. Requerimientos nutricionales.

Factores que inciden en la eficiencia de la fertilización

- Lixiviación (NO₃, K, Ca, Mg)
- Volatilización (NH₃, NH₄)
- Fijación (NH₄, H₂PO₄, K)
- Inmovilización (N, P, S)
- Erosión (N, P, K, Ca y Mg)

3.14. Factores que inciden en la eficiencia de la fertilización.

Manejo de suelos de laderas



3.15. Suelo inclinado, sembrado con yuca.

Manejo de Suelos de Laderas

Fertilización:

- Con fuentes de K, P, N, Ca y Mg
- Especial cuidado con Zn y B
- Sacar las dosis de fertilización basados en los análisis de suelos y en las mayores pérdidas por escorrentía y lixiviación
- Cuidados en el momento de cosecha
- Tomar conciencia de que el recurso suelo se debe mantener y manejar.

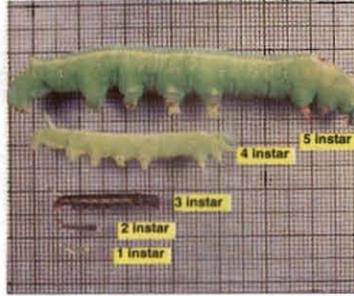
3.16. Recomendaciones para manejo de suelos de laderas.

Capítulo 4: Manejo de plagas, enfermedades y malezas en el cultivo de yuca

PLAGAS



4.1.



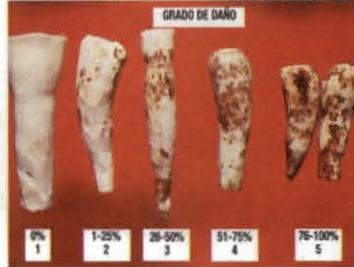
4.2. Larvas del gusano cachón (CIAT, entomología de yuca).



4.3. Control biológico del gusano cachón con *Trichogramma* (CIAT, entomología de yuca).



4.4. Fases de desarrollo de *C. bergi* (CIAT, 1982. Problemas en el cultivo de la yuca).



4.5. Escala de daño en las raíces causado por *C. bergi* (CIAT, entomología de yuca).



4.6. Daños causados por los trips en yuca (CIAT, entomología de yuca).



4.7. Daño severo en brotes, asocio de *Anastrepha* con *E. caratovora* (CIAT, entomología de yuca).



4.8. Daño causado por las chizas (CIAT, 1982. Problemas en el cultivo de la yuca).



4.9. Control biológico de chizas por *Bacillus thuringiensis* (CIAT, entomología de yuca).

ENFERMEDADES



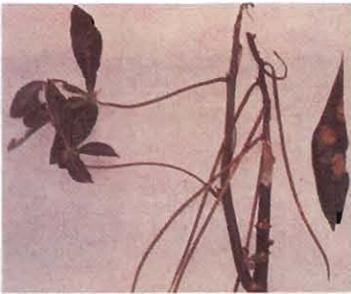
4.10. Marchitez parcial en yuca por añublo bacterial (CIAT, 1982. Problemas en el cultivo de la yuca).



4.11. Exudación gomosa por añublo bacterial (CIAT, fitopatología de la yuca).



4.12. Superalargamiento, chancros en los tallos y peciolo de las hojas (CIAT, fitopatología de la yuca).



4.13. Síntomas en las hojas phoma (CIAT, 1982. Problemas en el cultivo de la yuca).



4.14. Marchitez característica de *Phytophthora* (CIAT, fitopatología de yuca).



4.15. Pudrición radical.

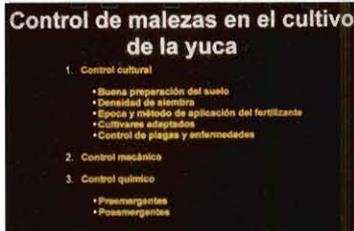


4.16. Necrosamiento de raíces por *Rosellinia necatrix* (CIAT, 1982. Problemas en el cultivo de la yuca).



4.17. Síntomas finales de cuero de sapo (CIAT, mejoramiento de la yuca).

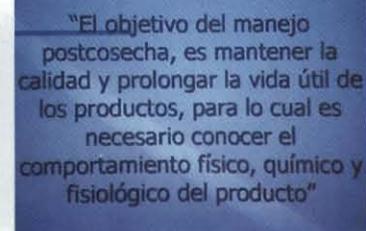
ARVENSES



4.18. Formas de control.



4.19. Persona aplicando herbicidas con pantalla.



4.20. Factores que inciden en la efectividad de los herbicidas.

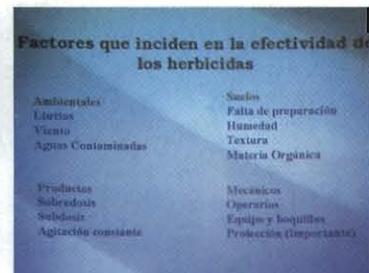
Capítulo 5: Cosecha, empaque y transporte de las raíces de yuca



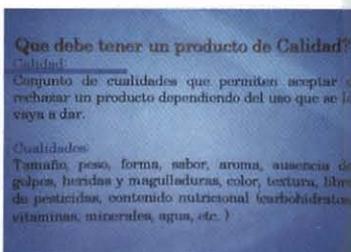
5.1. Definición de calidad y cualidad.



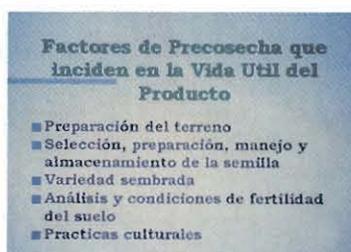
5.2. Factores precosecha que inciden en la calidad y vida útil del producto.



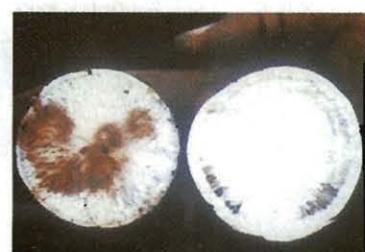
5.3. Objetivo del manejo poscosecha.



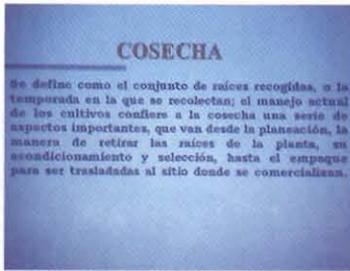
5.4. Partes internas del tubérculo (Yuca: Investigación, producción y utilización, pág. 494).



5.5. Deterioro poscosecha de la yuca.



5.6. Deterioro fisiológico y microbiológico.



5.7. Definición de cosecha.



5.8. Amarillamiento de hojas bajas (índices de cosecha).



5.9. Extracción manual de raíces de yuca.



5.10. Separación de raíces del tallo.



5.11. Remoción mecánica de raíces de yuca.



5.12. Extracción de raíces de yuca después de la remoción mecánica.



5.13. Redrojos.

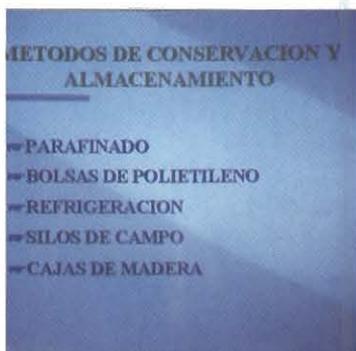


5.14. Empaque tradicional de yuca para consumo fresco (bulto de fique).



5.15. Empaque en canastillas plásticas.

Capítulo 6: Proceso agroindustrial de la yuca



6.1. Métodos de conservación y almacenamiento.



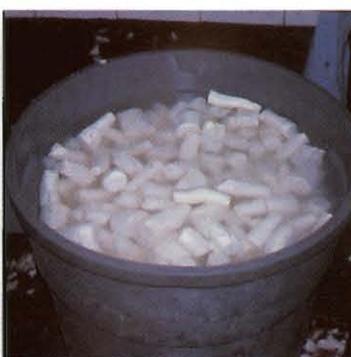
6.2. Parafinador.



6.3. Yucas parafinadas listas para llevar a supermercado.



6.4. Raíces de yuca en bolsas de polietileno.



6.5. Desinfección de trozos de yuca.



6.6. Croquetas de yuca.



6.7. Presentaciones de yuca refrigerada.

