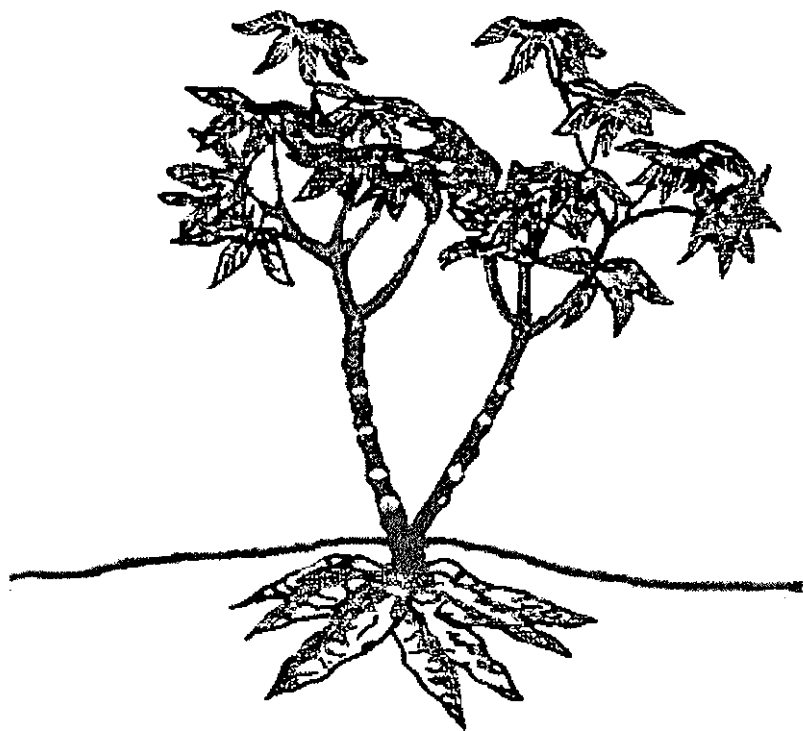


CULTIVO DE YUCA



**FUNDACION
DE DESARROLLO
AGROPECUARIO, INC.**



**FUNDACION
DE DESARROLLO
AGROPECUARIO, INC.**

Fundación de Desarrollo Agropecuario, Inc. (FDA)

Serie Cultivos
Guía Técnica No. 31
Santo Domingo
República Dominicana
Octubre 1997

Edición: Fundación de Desarrollo Agropecuario, Inc. (FDA)
Diagramación: FDA

La información contenida en esta publicación es sólo para fines educacionales. La referencia a productos comerciales o nombres de fabricación, es hecha bajo el entendido de que no se intenta discriminar otros productos ni que la FDA recomienda ni garantiza el uso de los mismos.

Índice

1. IMPORTANCIA ECONÓMICA Y ALIMENTICIA	1
2. ORIGEN E HISTORIA	4
3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	5
3.1. Clasificación taxonómica de la planta	5
3.2. El género <i>Manihot</i>	5
3.3. El tallo	5
3.4. Las hojas	7
3.5. Las inflorescencias	7
3.6. El fruto	8
3.7. Las semillas	8
3.8. Las raíces	8
3.8.1. Componentes externos e internos de las raíces	9
3.8.1.1. La cáscara	9
3.8.1.2. La pulpa	9
3.8.2. Forma y tamaño de las raíces tuberosas	9
3.8.3. Distribución de raíces	10
3.8.4. Contenido de Ácido Cianhídrico (HCN)	10
4. VARIEDADES	11
4.1. Variedades locales	11
4.2. Variedades introducidas	12
5. FACTORES AMBIENTALES	13
5.1. Luz	13
5.2. Regadío	13
5.3. Temperatura	14
5.4. Viento	14
6. SUELO	15
6.1. Suelos adecuados	15
6.2. Preparación del suelo	15
7. SELECCIÓN Y PREPARACIÓN DE ESTACAS DE YUCA PARA LA SIEMBRA	18
7.1. Calidad de la estaca	19
7.1.1. Madurez del tallo	19
7.1.2. Número de nudos por estaca	20
7.1.3. Grosor de las estacas	20

7.1.4. Sanidad de la semilla de yuca y daño mecánico	20
8. MÉTODOS DE PROPAGACIÓN	21
8.1. Métodos de propagación por medio de estacas de dos yemas	21
8.1.1. Cámara de propagación	21
8.1.2. Cámara de enraizamiento	22
8.1.3. Materiales	22
8.1.4. Procedimiento	22
8.1.5. Ventajas del método	24
8.2. Cultivo de meristemas	25
8.2.1. Material	25
8.2.2. Excisión de meristemas	25
8.2.3. Medio del cultivo	25
8.2.4. Incubación	26
8.2.5. Respuestas	26
8.2.6. Transplante de plántulas a potes y al campo	26
8.2.7. Aplicaciones de las técnicas en yuca	27
8.2.7.1. Limpieza de patógenos sistémicos	27
8.2.7.2. Propagación clonal rápida	27
8.2.7.3. Conservación de germoplasma	28
8.2.7.4. Transferencia internacional de germoplasma	28
9. SIEMBRA	29
9.1. Desinfección de las estacas	29
9.2. Procedimiento de siembra	29
9.3. Sistemas asociados de siembra	30
10.FERTILIZACIÓN	31
10.1. Acción de los macroelementos en la planta	31
10.2. Acción del calcio y del manganeso	32
10.3. Forma de aplicación de los fertilizantes	33
10.4. Fertilización y correctivos para el suelo	33
10.5. Rotación cultural	34
11LABORES CULTURALES	35
11.1. Control químico de malezas	35
11.2. Herbicidas	35
12PLAGAS Y SU CONTROL BIOLÓGICO COMO PARTE DE UN MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS	37
12.1. Importancia del control biológico en la regulación de las poblaciones de plagas	37

12.2. Insectos que atacan el follaje	38
12.3. Insectos que atacan el tallo	43
13 ENFERMEDADES BACTERIANAS	45
13.1. Añublo bacterial (<i>Xanthomonas campestris manihotis</i>)	45
14 COSECHA	46
14.1. Factores que determinan la época de cosecha	46
14.2. Fuerzas que intervienen en la cosecha	46
14.3. Método manual	46
15 UTILIZACIÓN DE LA YUCA	48
15.1. Tecnología de poscosecha	49
15.2. Almacenamiento de la yuca fresca	50
15.3. Sistema de almacenamiento	50
16 LITERATURA CONSULTADA	51

EL CULTIVO DE YUCA



Vista de uno de los ensayos montados en el país con financiamiento de la FDA

1. Importancia Económica y Alimenticia

La yuca es la cuarta fuente mundial de calorías en la alimentación humana. Es ampliamente producida en la América Tropical, debido a la gran cantidad de

carbohidratos que almacena en sus raíces por unidad de superficie. Sin embargo, en la República Dominicana este cultivo

CUADRO 1. Superficie sembrada y cosechada, volumen de la producción y rendimiento en el cultivo de la yuca en la República Dominicana. Período 1985-1994.

Año	Siembra		Cosecha		Producción		Rendimiento	
	ta*	ha	ta	ha	qq**	t	qq/ta	t/ha
1985	392,441	24,528	301,114	18,820	2,502,324	113,742	8.31	6.0
1986	259,191	16,199	398,314	24,895	2,352,664	106,939	5.91	4.2
1987	372,444	23,778	277,169	17,323	2,157,352	98,062	7.78	5.6
1988	389,679	24,355	329,330	20,583	2,786,549	126,661	8.46	6.1
1989	367,709	22,982	300,770	18,798	2,588,297	117,650	8.61	6.2
1990	286,154	17,885	325,538	20,346	2,911,292	132,331	8.94	6.5
1991	399,512	24,970	273,813	17,113	2,951,430	134,141	10.78	7.8
1992	244,164	15,260	419,161	26,198	3,144,107	142,914	7.50	9.0
1993	221,945	13,872	249,285	15,580	2,070,600	94,118	8.31	6.0
1994	261,317	16,317	261,071	16,317	2,177,846	98,993	8.34	6.0
1995	353,285	22,219	362,207	22,780	3,118,214	155,910	9.0	7.1
1996	325,792	20,490	327,132	20,574	2,751,426	137,570	8.0	6.4

* ta = 629 m²

** qq = 100 lb

CUADRO 2. Comercio exterior de yuca

Año	Peso (ton)	Valor FOB US\$
1985	6,337.7	1,731,729
1986	6,397.1	3,418,547
1987	5,865.5	1,936,867
1988	5,667.0	1,760,447
1989	6,553.3	1,820,574
1990	6,670.6	1,729,294
1991	2,364.8	649,378
1992	1,595.2	445,724
1993	638.7	176,702
1994	677.2	193,641
1995	484.4	137,508
1996	123.0	40,300

registra rendimientos muy bajos, siendo la productividad promedio de 6 toneladas por hectárea (8 qq/ta). El cuadro 1 muestra el comportamiento de los índices de producción de yuca en el país, en el período 1985—1996.

Con el objetivo de aumentar la productividad y desarrollar sistemas sostenibles de producción de yuca, la Fundación de Desarrollo Agropecuario, Inc. (FDA), ha financiado numerosas investigaciones en el país.

El cultivo es seguro y rentable, ya que exige bajo nivel de tecnología, lo que permite cosechas a bajo costo de producción y en forma escalonada, según la demanda del mercado. Para la República Dominicana, la yuca tiene una gran importancia económica, especialmente en el invierno, ya que registra precios estables cuando la producción de plátano disminuye y los precios aumentan.

CUADRO 3. Contenido de Materia Seca, Carbohidratos y Proteína en Algunos Tubérculos y Raíces.

CULTIVO	MATERIA SECA (%)	CARBOHIDRATOS (% MATERIA SECA)	PROTEÍNA (% MATERIA SECA)
Yuca	37.5	92.5	3.2
Papa	22.0	85.9	9.1
Batata	30.0	91.0	4.3
Ñame	27.6	87.3	8.7
Yautía	27.5	84.4	6.9

La yuca se cultiva en todo el territorio nacional, pero la región productora de la raíz por excelencia, es el Cibao que aporta el 54 % de la producción total, seguida de la región suroeste con 28 % y la sureste con el 18 %.

La mayor parte de la producción proviene de áreas pequeñas (1-2 ha), incluyendo los huertos caseros; aunque existen algunos productores grandes y medianos, que la producen para la exportación, localizados en las provincias Espaillat y Salcedo, en la región del Cibao. La exportación sólo se realiza con yuca fresca (cuadro 2).

Valor nutricional

Las raíces tienen 30 a 40 % de materia seca; una proporción más alta que la de otras raíces y tubérculos. El contenido de materia seca depende de factores tales

CUADRO 4. Composición nutricional de 1 kg de yuca, en comparación con los requerimientos diarios de un hombre adulto.

NUTRIMENTOS	CONTENIDO EN LA YUCA	REQUERIDOS
Energía (cal)	1460	2500
Agua (g)	625	
Carbohidratos (g)	347	
Proteína (g)	12	65
Grasa (g)	3	
Calcio (mg)	330	500
Hierro (mg)	7	8
Vitamina A (ui)	trazas	2500
Tiamina (mg)	0.6	1.2
Riboflavina (mg)	0.3	1.2
Niacina (mg)	6	15
Vitamina C (mg)	360	25

como: la variedad, la edad de las raíces al momento de la cosecha, el suelo, las condiciones climáticas y la sanidad de la planta. El almidón y los azúcares son los componentes predominantes de la materia seca (aproximadamente un 90 %), siendo el almidón mucho más importante.

La energía metabolizable de la yuca seca, de 3,500 a 4,000 Kcal/g, es similar a la de

la harina de maíz. El contenido de proteína cruda de las raíces es de 2 a 3 %, con base en la materia seca (cuadro 3). Sin embargo, el contenido de proteína verdadera es menor, ya que hasta la mitad del N de las raíces no es nitrógeno proteico.

La calidad de la proteína es razonablemente buena, a pesar de que hay deficiencias de aminoácidos azufrados. Las raíces contienen cantidades significativas de

CUADRO 5. Composición comparativa, base húmeda de la raíz y del follaje de la yuca.		
FRACCIONES	RAÍZ (%)	FOLLAJE (%)
Humedad	61.0	77.2
Proteína	1.2	6.8
Grasa	0.4	1.4
Carbohidratos	34.9	12.8
Fibra	1.2	2.4
Cenizas	1.3	1.8

CUADRO 6. Composición media de la raíz entera, de la corteza y del cilindro central. En porcentaje (%).						
	Raíz entera		Corteza		Cilindro central	
Fraciones	Humedad	Seca	Humedad	Seca	Humedad	Seca
Humedad	61.0		72.0		59.0	
Proteína	1.2	3.1	1.5	5.4	1.0	2.4
Grasa	0.4	1.1	0.6	2.1	0.4	1.0
Carbohidratos	34.9	89.4	21.7	77.5	37.3	91.0
Fibra	1.2	3.1	2.1	8.9	1.1	2.7
Cenizas	1.3	3.3	1.7	6.1	1.2	2.9

vitamina C, tiamina, riboflavina, y niacina. Una persona que consuma diariamente más de 250 calorías de yuca, satisface los requerimientos diarios de vitamina C (cuadro 4); sin embargo, el contenido de esta vitamina se reduce en 50 ó 70 % al cocinarla.

Nutricionalmente, la yuca es de mucho valor para la dieta, ya que se aprovecha la raíz y el follaje. La raíz es rica en carbohidratos y el follaje es uno de los materiales vegetales verdes con mayor riqueza proteica (cuadros 5, 6 y 7).

CUADRO 7. Composición media de la yuca dulce y amarga de América Central (100 g de muestra, base seca).		
COMPONENTES	RAÍZ DE YUCA DULCE	RAÍZ DE YUCA AMARGA
Valor Energético (Cal)	132	148
Humedad (%)	65.2	60.6
Proteína (%)	1.0	0.8
Grasa (%)	0.4	0.3
Carbohidratos totales (%)	32.8	37.4
Fibra (%)	1.0	1.0
Cenizas (%)	0.6	0.9
Calcio (mg)	40.0	36.0
Fósforo (mg)	34.0	48.0
Hierro (mg)	1.4	1.1
Vitamina A (mg)	12	5.0
Tiamina (mg)	0.05	0.06
Riboflavina (mg)	0.04	0.04
Niacina (mg)	0.60	0.70
Ácido ascórbico (mg)	19.00	40.00
Porción no comestible (%)	32.00	32.00

2. Origen e Historia

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) era cultivada en toda América Tropical a la llegada de los conquistadores españoles. Las evidencias históricas demuestran que la yuca es un cultivo que se ha desarrollado en una amplia área de tierras bajas y calientes de los trópicos americanos, que va desde el noroeste de Suramérica (Venezuela y Colombia), hasta el noroeste de Brasil. Se afirma que los colonizadores portugueses de Brasil, recién llegados a ese país, adoptaron la yuca en su alimentación y la introdujeron en sus plantaciones; luego la llevaron hacia la costa, desde donde la distribuyeron a otras localidades, principalmente a la costa de África.

Según Bethune, la primera mención del transporte de la yuca desde América fue hecha por Hawkins, quien al mencionar la captura de un barco portugués en el Atlántico, en 1593, y describir la carga, dice que se encontraba: harina de yuca, llamada por los portugueses jarina de pao, utilizada en Angola para la alimentación de la tripulación y de los negros en el viaje de retorno.

De las costas de África occidental, su cultivo se expandió rápidamente al interior del continente. Hacia fines del siglo XVI, los portugueses la llevaron a Goa (India). En 1735, los franceses la buscaron en Brasil para introducirla a Cabo Verde, Mauricio, e Isla Réunion. A Madagascar llegó alrededor de 1800. Otras rutas que han podido trazarse de esta planta americana, es su movimiento desde Mauricio en 1740, hacia Indonesia y Ceilán, y su llegada a Calcuta hacia 1790.

En esas zonas, el cultivo de esta nueva planta alimenticia provocó el desplazamiento o abandono del cultivo base

de los africanos: el ñame; y el de otras raíces tuberosas, como sucede en las islas del Pacífico y el sureste Asiático. Se estima que esta especie tiene dos centros geográficos de dispersión: uno en México y en América Central; y otro en el noreste de Brasil, que alcanza desde el oeste hasta Matto Grosso e incluye partes de Paraguay.

Para determinar si el cultivar o cultivares se originaron o no en el este de Brasil, se señala el hecho de que el pueblo que llevó la yuca al cultivo, era en su mayoría del oeste de Sudamérica y que los cultivos se desplazaron al este. La evidencia arqueológica más antigua, según Samer, se encuentra en Perú, y según otros historiadores en la parte norte de Sudamérica, Colombia y Venezuela. Por ejemplo, hay evidencias arqueológicas de la presencia del cultivo de yuca que datan de 2,700 años A. C., y que fueran encontradas en las cuencas del Lago de Maracaibo.

En las cuevas de la sierra de Tamaulipas, en el noreste de México, se encontraron semillas y restos de hojas de yuca en la cultura La Laguna, de hace cerca de 2,100 años. El descubrimiento sirvió para que otros historiadores y arqueólogos, reafirmaran sus hipótesis de que México debe considerarse como una de las más importantes áreas de cultivo original de la yuca. Actualmente, los cultivares de *M. esculenta* se encuentran distribuidos principalmente en las tierras bajas y calientes de los trópicos. Sin embargo, hay algunos cultivares en las tierras altas y frías de Bolivia.

3. Descripción Botánica

3.1. Clasificación taxonómica de la planta

Posición sistemática

División: *Fanerogamas*
Subdivisión: *Angiospermas*
Clase: *Dicotiledoneas*
Subclase: *Choripetales*
Orden: *Geraniales*
Suborden: *Tricoccae*
Familia: *Euphorbiaceae*
Subfamilia: *Crotonidae*
Tribu: *Manihoteae*
Género: *Manihot*
Especie: *esculenta*

3.2. El género *Manihot*

El género *Manihot* tiene alrededor de 180 especies. En el mismo hay árboles de más de 15 metros de alto. Entre los árboles hay algunos que producen caucho de poco valor industrial. El género se compone principalmente de arbustos y está confinado al Nuevo Mundo, desde Arizona en Estados Unidos, hasta Argentina en el cono sur.

La yuca (*M. esculenta*), es una planta perenne, y leñosa, perteneciente a la familia Euforbiaceas, la cual se caracteriza por el notable desarrollo de los vasos laticíferos.

3.3. El tallo

La estaca plantada da origen en su extremo apical a uno o varios tallos. Cada tallo puede ramificarse a cierta altura del suelo, siendo esta ramificación primaria. Puede haber también otras ramificaciones.

Las variedades, según el número de ramificaciones, se clasifican en:

- Sin ramificación;
- Con dos ramificaciones; y
- Con tres o más ramificaciones.

En los materiales nativos cultivados, el tipo con tres ramificaciones predomina.

Un aspecto importante que debe tomarse en cuenta en la selección de una variedad, y en especial para facilitar las labores de desyerbo y aporque durante los 2 - 4 primeros meses del cultivo, es la altura o nivel de la primera ramificación. De acuerdo con este carácter se clasifican en:

1. nivel de ramificación bajo (menos de 50 cm).
2. nivel de ramificación intermedio (50- 100 cm).
3. nivel de ramificación alto (más de 100 cm).

Se recomienda seleccionar variedades de ramificación alta que hacen más fácil las labores del cultivo.

Atendiendo a la posición de los tallos, éstos pueden ser: 1) erectos; 2) decumbentes; y 3) acostados. Se deben utilizar las variedades de tallos erectos que faciliten el laboreo entre hileras. El grosor del tallo se determina por su diámetro a 20 cm del suelo, y las variedades pueden tener:

- Tallo delgado (menos de 2 cm).
- Tallo intermedio (2-4 cm).
- Tallo grueso (más de 4 cm).

Investigaciones realizadas en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en Colombia, han encontrado que a mayor grosor del tallo, mayores son los rendimientos de raíces reservantes.

El color del tallo a los 6-8 meses de desarrollo, puede ser: rojo claro, rojo, rojo



Dicotomia.

oscuro, marrón, verde oscuro, verde, verde claro, amarillo.

Se ha observado que las variedades con tallos de colores rojo, rojo - oscuro y marrón, presentan la corteza de la raíz tuberosa de color negro o pardo; mientras las de colores verde oscuro, verde claro y amarillo son de cáscara blanca.

El tallo muestra una corteza y un cilindro central. La corteza está dividida en: corteza externa (que comprende la epidermis y el suber o corcho, y lleva colores variados asociados al color de las raíces reservantes), y felógeno. La corteza media o felodermis, llena de un látex ácido, verde o a veces roja, está atravesada por tejido de sostén y esclerenquima. La corteza interna

está formada de parénquima cortical, floema primario y floema secundario, y es de color blanco. El cilindro central está compuesto de xilema secundario y de médula, que es un tejido esponjoso.

3.4. Las hojas

Las hojas de la yuca son alternas, simples y tienen vida corta (1-2 meses). Son de forma palmipartidas con 5-7 lóbulos, los cuales pueden tener forma aovada o lineal. El tamaño de la hoja se mide por el largo del lóbulo medio, por lo general es de 14-17 cm. El color de la cara superior de las hojas puede ser: verde, verde marrón y verde claro. Los pecíolos son largos y delgados, de 20-40 cm y sus colores son rojo, rojo verdoso, verde rojizo y verde. Las hojas son



Tricotomía



Tetracotomía

bifaciales y poseen una epidermis superior brillante, con una cutícula bien marcada. Poseen un tejido en empalizada, uno lagunoso denso y una epidermis inferior en que las células sobresalen, dando a esta cara un aspecto aterciopelado opaco.

Agronómicamente las variedades de yuca se agrupan de acuerdo con la defoliación en la estación seca en: sin follaje; las que retienen algo de follaje; y las que retienen gran parte del follaje (sobre 60 % de las hojas).

Las hojas nacen de la porción nodal del tallo y aparecen arregladas en forma de espiral. Cada hoja está rodeada de 3 a 5 estípulas de aproximadamente 1 cm de largo. El color de la nervadura puede ser verde,

amarillento o rojo, siendo ésta una característica varietal que puede ser igual o diferente en los lados de las hojas. No hay una relación constante entre el color del pecíolo y el de las nervaduras.

3.5. Las Inflorescencias

No todas las variedades florecen y entre las que lo hacen, existe mucha variación en cuanto al tiempo de floración y la cantidad de flores que producen. La planta es monoica, por tener flores de ambos sexos en un solo pie; esto provoca que sus semillas produzcan segregación en sus descendencias.

La inflorescencia es una panícula o racimo floral, de brácteas muy cortas en la base. Las flores masculinas más pequeñas que las femeninas y más abundantes, tienen 5 sépalos unidos, de color amarillo o rojizo; las flores femeninas abren primero que las masculinas.

Las flores masculinas están localizadas en el extremo superior de la inflorescencia. Se estima que por cada flor femenina se forman hasta 10 masculinas, las cuales abren y producen polen después que las femeninas del mismo racimo floral hayan abierto. Luego de la polinización, el ovario se desarrolla para formar el fruto, el cual dura aproximadamente 4 meses hasta completar su maduración morfológica.

3.6. El fruto

Es una cápsula esférica de 1 a 6 cm, aristado, y con 3 lóbulos que contienen 3 semillas. Cada fruto tiene su epicarpio, mesocarpio y endocarpio muy bien definidos. Cuando éste está bien maduro se abre fácilmente para dejar libres a las semillas.



Fructificación

El sistema radical de la planta tiene una baja densidad de raíces pero con posibilidad de penetrar profundamente, dándole a la planta una capacidad para resistir períodos largos de sequía. Las raíces fibrosas pueden penetrar alrededor de 2 a 5 metros.

En plantas provenientes de material vegetativo, las raíces son adventicias. Estas raíces se forman en la base inferior cicatrizada de la estaca, y también a

partir de las yemas de la estaca que están bajo tierra, las cuales, al desarrollarse, forman un sistema fibroso. Posteriormente, algunas de las raíces inician su engrosamiento y se convierten en tuberosas.

La planta absorbe el agua y los nutrimentos por medio de las raíces fibrosas y aparentemente todas estas raíces tienen esa capacidad, la cual disminuye considerablemente cuando se vuelven tuberosas. Solamente unas pocas raíces fibrosas (menos de diez por ciento), se vuelven tuberosas, de manera tal que la mayoría de ellas permanecen y continúan en su función de raíces alimentadoras. El número de raíces tuberosas generalmente se determina en los primeras etapas de crecimiento del cultivo.

Las raíces tuberosas son morfológica y anatómicamente idénticas a las fibrosas, porque las primeras provienen del engrosamiento secundario de las raíces fibrosas al cambiar la polaridad del crecimiento, de longitudinal a radial, al inicio de la acumulación de almidones.

3.7. Las Semillas

Es la forma como la yuca se reproduce sexualmente, teniendo una gran importancia para el mejoramiento genético de las plantas o variedades clonales. La viabilidad de la semilla es baja y de lenta germinación, ya que las mismas necesitan completar una maduración fisiológica, además de la morfológica, a fin de estar aptas para la siembra.

La semilla tiene forma ovoide o elipsoidal, con una longitud aproximada de 10 milímetros y una anchura y grosor de 6 mm. La superficie es de color crema moteado, o café oscuro. En un corte transversal de la semilla se puede notar claramente la testa, el endospermo, el embrión y las hojas cotiledonales.

3.8. Las raíces

La característica principal de las raíces es su capacidad de almacenamiento de almidones, razón por la cual en la República Dominicana es el órgano de la planta con mayor valor económico.

Sin embargo, esto no implica que la raíz siga creciendo longitudinalmente.

3.8.1. Componentes externos e internos de las raíces

Externamente las partes que se distinguen en el sistema radical de una planta adulta son:

1. Las raíces tuberosas, las cuales terminan en una raíz fibrosa; en la parte superior del cuello nace el pedúnculo, mediante el cual las raíces tuberosas se unen al tallo.

2. Las raíces fibrosas.

El pedúnculo es de tamaño muy variable, desde muy corto o sésil (1 cm de longitud), hasta largo (de 8 cm de longitud). La profundidad a la cual se siembra la estaca afecta la longitud de este pedúnculo, que es más largo cuando la profundidad de siembra es mayor.

Los tejidos que componen una raíz tuberosa son: la cáscara, la pulpa y las fibras centrales.

3.8.1.1. La cáscara

La cáscara o corteza está compuesta por las partes externa, media e interna. La parte externa, llamada también suber o corcho, se compone de un conjunto de células aplanadas, y forma del 0.5 al 2 % de la raíz total. Se prefieren aquellas variedades de yuca cuya corteza externa es de adherencia débil a la corteza media.

La corteza media es de filodermis, que no lleva esclerenquima como en el tallo; el filodermis puede ser de color rosado, amarillo, crema, blanco o violáceo. El espesor de esta corteza y de la interna va desde 3 mm en las raíces nuevas hasta 10

mm en las adultas. Las cortezas media e interna ocupan entre 9-15 % de la raíz total.

La corteza interna está formada de parte del parénquima de la corteza primaria, floema primario y floema secundario.

3.8.1.2. La pulpa

Es una masa sólida y consiste en la parte utilizable de la raíz. Está compuesta principalmente por tejidos secundarios del xilema derivado del cambium, cuyas células contienen almidón en abundancia en forma de gránulos redondos de tamaño desigual.

3.8.2. Forma y tamaño de las raíces tuberosas

La forma y el tamaño es muy variado. Algunas variedades siempre producen raíces grandes o pequeñas; sin embargo, en este aspecto tienen marcada influencia las condiciones en que la planta se desarrolle. En cuanto a la forma, se han considerado tres formas básicas: cilíndrica, fusiforme y cónica.

3.8.3. Distribución de raíces

En la distribución de raíces, además del factor varietal, es evidente la influencia de la posición en que la estaca sea sembrada y del ángulo de corte de la misma. Las estacas sembradas verticalmente producen raíces alrededor de la callosidad que se forma en el extremo inferior de la estaca; algunas raíces provenientes de yemas laterales también pueden convertirse en raíces tuberosas. Cuando la posición de siembra es inclinada, las raíces tuberosas también tienden a formarse en la callosidad, pero como en el caso anterior, otras raíces pueden emerger de las yemas laterales que están bajo tierra. Si la estaca se siembra horizontalmente, las raíces tuberosas se

distribuyen a lo largo de la estaca, porque se forman en las yemas laterales y en ambos extremos de la estaca.

Según el ángulo de corte de la estaca, si el corte es recto se producen raíces distribuidas alrededor de éste; si el corte es en bisel, las raíces se concentran en el extremo inferior del corte.

3.8.4. Contenido de Ácido Cianhídrico (HCN)

La yuca puede contener cantidades considerables de un glucósido llamado Linamarina, el cual, por efecto de la enzima linamaraza, origina ácido cianhídrico, en dosis desde inocuas hasta mortales.

El 60 % de la Linamarina se concentra en la cáscara o corteza de la raíz, también se encuentra en las hojas y el tallo.

En la mayoría de las variedades nativas este carácter se mantiene estable; sólo en la Americanita, variedad ampliamente cultivada en la República Dominicana, se presenta inestabilidad cuando se siembra en suelos arenosos y en cosecha tardía, razón por la que los agricultores la llaman "Tres Pasitos".



Distribución de las raíces.

4. Variedades

4.1. Variedades locales

Estudios realizados en el Centro Sur de Desarrollo Agropecuario (CESDA), determinaron que existen más de 30 variedades de yuca cultivadas comercialmente en el país, conociéndose una misma variedad con varios nombres en diferentes regiones.

El cuadro 8 presenta las características generales de doce de las principales variedades locales.

CUADRO 8. Características de las principales variedades locales de yuca.

VARIETADES	CARACTERÍSTICAS GENERALES
Machetazo Alta	Zona de cultivo: Villa Mella. Planta vigorosa; desarrollo amplio; tallo grueso; hojas grandes; color de la piel: amarillo claro; textura de las raíces: lisa; tiempo de cosecha: un año.
Chago-Mía	Zona de cultivo: Altamira-Baní; color de la piel: marrón oscuro; textura áspera; tiempo de cosecha: un año. Planta con ramificación secundaria en número de tres y desarrolladas casi a nivel de suelo. No se extienden hacia los lados.
Maliciosa	Zona de cultivo: San Cristóbal - Baní; color de la piel: claro y oscuro; textura de las raíces: lisa; tiempo de cosecha: 7 meses. Planta con raíces de color blanco y de color oscuro. Pocas ramificaciones pequeñas.
Amarilla	Zona de cultivo: Bayaguana; color de la piel: claro-oscuro; textura de las raíces: lisa; tiempo de cosecha: 7 meses. Pedúnculo muy notable; tamaño bajo; con hojas verde claro y tallo de color gris – ferroso.
Zenón	Zona de cultivo: Cibao Central; color de la piel: marrón oscuro; textura de las raíces: lisa; tiempo de cosecha: 10 meses. Pedúnculo pequeño; tamaño mediano; tallo de color marrón oscuro y hojas verde oscuro, con crecimiento lateral amplio.
Machetazo Bajita	Zona de cultivo: San Juan y Bayaguana; color de la piel: rojizo claro; textura de las raíces: lisa; tiempo de cosecha: 7 meses. Tallo de color gris verdoso. Los tallos nacen desde la misma base del suelo.
Blanquita	Zona de cultivo: Baní - Monte Plata; color de la piel: amarillo rosado; textura de las raíces: lisa; tiempo de cosecha: 8 meses. Planta con tallo color gris rosado, con un crecimiento lateral muy amplio.
Negrita Mocana	Zona cultivo: Baní - Monte Plata; color de la piel: amarillo rosado; textura de las raíces: lisa; tiempo de cosecha: 8 meses. Planta con tallo de color marrón oscuro. Poco desarrollo lateral y vertical.
Cogollo Morado	Zona de cultivo: Dajabón; color de la piel: rojizo amarillo; textura de las raíces: lisa; tiempo de cosecha: 7 meses. Planta con las hojas jóvenes de color morado, tallo gris morado, sus raíces poseen un círculo morado.
Hoja de Ceiba	Zona de cultivo: San Cristóbal; color de la piel: café oscuro; textura de las raíces: lisa; tiempo de cosecha: 10 meses. Hojas grandes parecidas a la ceiba y de un color verde intenso; raíces bien desarrolladas.
Señorita está en la mesa	Zona de cultivo: La Romana; color de la piel: marrón claro; textura de las raíces: lisa; tiempo cosecha: 8 meses. Poco desarrollo vegetativo. Raíces de tamaño comercial.
Americanita	Zona de cultivo: todo el Cibao; color de la piel: rosado; textura: lisa; tiempo de cosecha: 7 meses; hojas jóvenes verde claro; poco desarrollo vertical. Inestabilidad en la concentración de HCN en algunos ecosistemas.

4.2. Variedades introducidas

En los centros de investigaciones se han sembrado variedades introducidas desde otros países, con la finalidad de observar su comportamiento en cuanto a la adaptabilidad, rendimiento, y resistencia a plagas y enfermedades, etc., pero generalmente no se propagan a nivel comercial. Algunas de esas variedades existentes en el país se presentan en el cuadro 9.

En evaluaciones realizadas en el país, estos materiales han producido altos rendimientos (sobre 60 qq/ta); pero no gozan de la preferencia de los consumidores por las cualidades organolépticas de sus raíces reservantes en cuanto: a amargura, textura, tiempo de cocción y aspecto después de hervidas.

CUADRO 9. Variedades de yuca introducidas a la República Dominicana y evaluadas en diferentes regiones del país.

CMC-40 ICA-HMC-2 CM-305-415 CM-323-375 ICA-HMC-7 CM-308-197 M-COL-1684 CMC-84	ICA-HMC-1 CM-305-38 ICA-HmC-4 M-VEN-211 M-MEX-59 CM-309-211 M-COL-22 CM-305-145-A
--	--



Variedad de yuca local.

5. Factores Ambientales

5.1. Luz

La yuca es una planta que crece en condiciones de plena luz. Sus rendimientos dependen, en primer lugar, de este factor, que juega un papel esencial en la fotosíntesis y en las reacciones fotoperiódicas. De acuerdo con estudios realizados, las plantas sólo convierten un 10 % de la energía solar en energía química bajo la forma de sustancias orgánicas; pero en la práctica el aprovechamiento llega apenas a un 2 %, lo que corresponde a una producción de 50 toneladas de materia seca total por hectárea y por año.

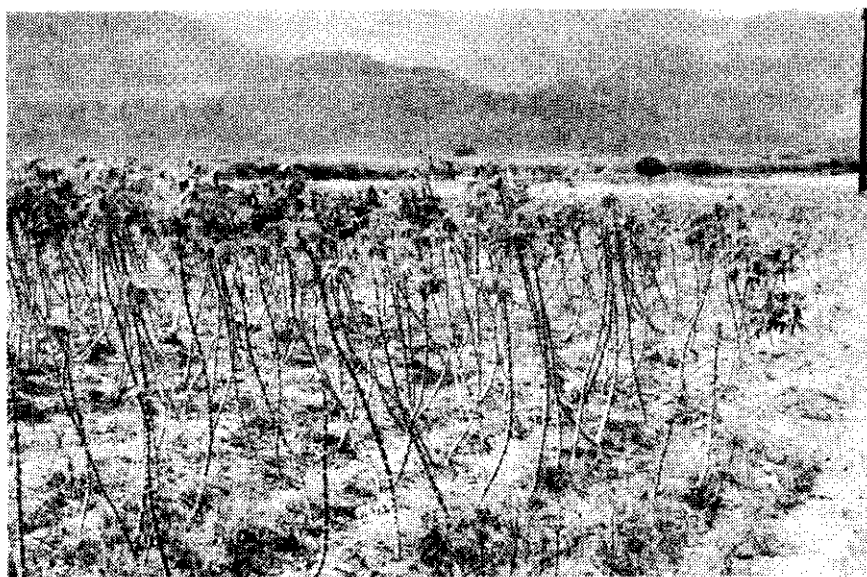
Los rendimientos medios de los países, están condicionados por el nivel tecnológico que se aplica en el cultivo, y por la longitud del período vegetativo, que va desde los 10 a los 24 meses. Diversos cultivares de yuca tienen la capacidad de adaptación a condiciones entre 10 y 14 horas de iluminación.

5.2. Regadío

Hay poca información sobre los requerimientos de agua en el cultivo de la yuca, los períodos críticos, y cuál es la respuesta de la planta al riego. La experiencia con yuca hasta ahora sugiere que la planta requiere suelo húmedo para la brotación y establecimiento del cultivo; sin embargo, el riego demasiado frecuente puede producir un crecimiento excesivo de la parte aérea, reduciendo los rendimientos de muchas variedades. Por consiguiente, la

planta parece estar mejor adaptada a áreas de poca precipitación y suelos con una capacidad de retención de agua baja. La yuca, como la mayoría de los cultivos, no tolera el exceso de humedad; el drenaje deficiente en suelos pesados puede reducir considerablemente los rendimientos.

La falta de humedad puede ocasionar pérdidas graves en la brotación, si ésta ocurre durante los primeros 20 días de la siembra de las estacas. Una sequía pronunciada cuando las plantas son muy pequeñas también puede causar pérdidas; en consecuencia, el suelo debería regarse hasta la capacidad de campo cuando falta humedad. Si en el momento de la siembra no ha llovido por lo menos en los últimos 4 días y el riego no es factible, la siembra se debe suspender hasta las próximas lluvias.



Plantación de yuca, visiblemente afectada por estrés, por falta de agua.

El aumento de riego disminuye el contenido de almidón de las raíces, lo cual podría explicar por qué muchos productores tratan de cosechar al final de la estación seca,

antes de que las lluvias provean suficiente humedad para estimular nuevamente el crecimiento vigoroso del follaje, que consumirá parte de las reservas de almidón acumuladas en las raíces y tallos. Por otra parte, un riego final inmediatamente antes de la cosecha, podría humedecer suficientemente un suelo pesado, facilitando la cosecha.

El máximo requerimiento de agua de la yuca tiene lugar 4-6 meses después de la siembra. Si se presenta una sequía después de los 2 primeros meses de crecimiento, las plantas prácticamente dejan de crecer. Bajo estas condiciones, las hojas se caen y la planta entra en un estado de latencia, mientras que otros cultivos, como el maíz, el frijol y el arroz, mueren. Al comienzo de las lluvias, la planta de yuca utiliza sus reservas de hidratos de carbono de los tallos y las raíces para producir nuevas hojas. Estas observaciones sugieren que la yuca es un cultivo sumamente útil en las áreas tropicales con precipitación pluvial irregular (cuadro 10).

El cultivo responde al riego en relación con la distribución de las raíces. Plantas irrigadas tenían entre un 91 y 98.4 % de sus raíces en los primeros 10 cm del suelo; mientras aquellas que no lo recibieron, sólo el 28.8 % de la rizosfera estaba en los 10 cm superiores. El 64.0 % se encontró entre los 10 - 30 cm y el 7.2 % restante a más de 30 hasta 140 cm de profundidad. Algunos

investigadores en la India han encontrado que la yuca irrigada casi siempre rendía mucho más que las siembras sin riego. Los mejores resultados se obtuvieron regando cada 8 días. Por otra parte, otros investigadores han observado disminuciones en el rendimiento de la yuca cuando el riego se aplica más de una vez por semana.

5.3. Temperatura

La temperatura media puede llegar a 30 °C, pero no debe bajar de 16 °C, porque a esa temperatura el crecimiento se detiene. Los mayores rendimientos se han obtenido a temperaturas de 25-27 °C, siempre que haya suficiente humedad disponible en el período de crecimiento. Cuando ocurren bajas temperaturas acompañadas de períodos lluviosos, aún en las tierras bajas tropicales, aparecen deformaciones en las hojas nuevas, parecidos en sus síntomas a los producidos por el mosaico.

5.4. Viento

El viento es desfavorable cuando las plantas están desarrolladas y muchas veces suele causar la caída del cultivo. El viento también actúa cambiando el contenido en CO₂ disponible en la zona de las hojas y el déficit de saturación de agua en la superficie de las mismas.

CUADRO 10. Posición competitiva de la yuca con otros cultivos bajo diversos regímenes de lluvia.

ESTACIÓN SECA	PROMEDIO ANUAL LLUVIA (mm)	VARIABILIDAD ANUAL LLUVIA	Yuca comparada con otros cultivos	
			YUCA	OTROS CULTIVOS
Presente	Menos 750 mm	Alta	Pobre	Cultivos resistentes a sequía bien. Yuca difícil establecimiento.
Presente	750-1250 mm	Alta	Buena	Cultivo resistentes a sequía bien. Yuca crece bien
Presente	Más 1250	Moderada	Regular	Cultivo no resistente a sequía bien. Yuca crece bien.
Ausente	Más 1000	Moderada	Regular	Cultivo no resistente a sequía bien. Yuca crece bien

6. Suelo

La yuca puede plantarse en una gran variedad de suelos. El cultivo se adapta desde los suelos muy pobres en elementos nutritivos hasta aquellos con alta fertilidad.

Los suelos deben ser sueltos, porosos, friables, con cierta cantidad de materia orgánica y con un pH entre 6-7.

Para producir la yuca en forma económica, no debe ser cultivada en suelos con exceso de agua, desérticos o en aquellos donde la lluvia esté ausente por largos períodos (de 4-5 meses), ya que el cultivo se efectúa predominantemente bajo condiciones de secano.

Para tener éxito económico en el cultivo, el factor suelo está íntimamente ligado al factor disponibilidad de humedad.

6.1. Suelos adecuados

Desde el punto de vista agrícola, los suelos más adecuados para el cultivo y producción de yuca son los que:

- a) Proporcionen un buen anclaje a las raíces fibrosas de la planta y un buen medio físico a las raíces reservantes, para penetrar y desarrollarse.
- b) Poseen una profundidad apropiada (30 - 40 cm) en la zona de enraizamiento. Son limitantes la presencia de capas impermeables en el perfil, de fragmentos de material rocoso o de una mesa de agua que dificulte la ramificación y desarrollo de las raíces.
- c) Presenten una buena capacidad de retención del agua en la zona de

enraizamiento y un adecuado drenaje interno.

- d) Tengan un buen contenido en nutrimentos y que éstos estén disponibles a las plantas.
- e) Presenten un suelo que pueda ser fácilmente cultivable.

6.2. Preparación del suelo

La buena preparación del suelo es de suma importancia para el éxito de una plantación. No se puede generalizar un esquema de preparación del suelo, pues cada tipo de suelo exige uno diferentes y a su vez, esto dependerá de los factores socio-económicos locales.

En suelos de sabana, cubiertos de pastos naturales, franco-arenosos o francos, es conveniente efectuar las siguientes labores mecanizadas:

- a) Dos pases de rastra pesada en cruz.
- b) Un pase de rastra liviana.

Lo adecuado de las labores en este tipo de suelos, dependerá de la profundidad de los horizontes en el perfil.

Si se trata de suelos con pH bajo, alrededor de 5.0 o menos, es conveniente aplicar una tonelada de cal agrícola por hectárea, labor que se hace inmediatamente después de los rastreos iniciales, pero con suficiente anticipación a la plantación.

En caso de aplicar carbonato de calcio, la aplicación debe hacerse 1-2 meses antes de la plantación.

En suelos francos o franco-arcillo-limosos, ácidos, la preparación incluirá: un pase de arado integral o de tiro, seguido del encalado y dos rastreos livianos; o bien dos pases de rastra pesada seguidos de dos pases de rastra liviana.

En caso de que existan capas arcillo-limosas impermeables delgadas, dentro de los primeros 40 cm del perfil, es necesario efectuar una aradura que profundice a 20-25 cm, seguido de un paso de subsolador, encalado y pase de rastra liviana.

La yuca no debe sembrarse en suelos de textura entre franco-arcillo-limosos, susceptibles de inundaciones largas o con una mesa de agua que llegue hasta los 40-50 cm de la superficie. Si los suelos presentan estas características, debe realizarse una buena nivelación y un mejoramiento del drenaje, que eviten el encharcamiento. El cultivo se hará sobre camellones altos.

También deben evitarse los suelos pedregosos debido a la producción de raíces reservantes de forma irregular y a la dificultad para el uso de la mecanización, porque las piedras dañan las máquinas.

Las ventajas de todas las labores de los suelos que se han enumerado son evidentes, tanto para el cultivo de yuca como para otros cultivos, en caso de que se lleve a cabo rotación de cultivos. A continuación se señalan las más importantes:

a) Se crea un medio más adecuado para el desarrollo, tanto de las raíces fibrosas de sostén y alimentación, como para las raíces reservantes.

b) Se obtiene una mayor capacidad de retención y conservación del agua de las lluvias.

c) Se provoca la aireación del suelo, estimulándose la actividad de las bacterias nitrificantes.

En la preparación del suelo, se debe mencionar el cultivo tradicional del campesino, o conuco, en el cual predomina la cero labranza en los suelos de los bosques vírgenes o secundarios, donde se corta la vegetación arbustiva, se quema el roce y a los pocos días se planta la yuca, abriendo solamente un pequeño hoyo en el lugar en que se introduce la estaca.

En terrenos ya incorporados al cultivo, se planta igualmente la estaca de yuca en un hoyo abierto con la punta del machete.

Cero labranza

La cero labranza es un sistema propio de una agricultura de subsistencia y de agricultores de un nivel socioeconómico bajo, la cual se ha practicado desde los tiempos de los aborígenes y hoy día está tomando mucho auge entre productores de altos ingresos.

Varios autores destacan los beneficios que aporta la práctica de cero labranza, en comparación con los demás sistemas de labranza, saber:

1. El contenido de materia orgánica tiende a mantener o incrementar su nivel, lo cual está relacionado con la conservación o el mejoramiento de las características físicas del suelo y la mayor disponibilidad de nutrientes (fósforo, potasio, calcio, magnesio, aluminio). Por otra parte, cuando la cero labranza se ejecuta en cultivo asociado (p.e. yuca y frijol; maíz y frijol),

según la presencia de insectos, plagas o el nivel de nutrientes en el suelo, los rendimientos pueden variar.

2. Disminuye el peligro de compactación y de erosión de los suelos por el uso continuo o inapropiado de una labranza intensiva con medios mecánicos.

3. Tiende a crear condiciones físicas-ambientales, para un mejor aprovechamiento de la fertilidad del suelo, la capacidad de intercambio catiónico y la eficiencia en la utilización de los fertilizantes por las plantas.

4. Reduce la dependencia de la fecha de siembra de la probabilidad de preparar la tierra de forma mecanizada en una época determinada.

5. Al disminuir los riesgos de erosión, hace posible las siembras en zonas de alto potencial de erosión. Además, permite el cultivo en áreas pedregosas o la extensión del área cultivada.

6. Proporciona notables ventajas en la reducción de costos por utilización de equipos pesados, mano de obra y de combustible.

En términos sencillos, la cero labranza consiste en la siembra de cultivos sin antes efectuar una preparación directa a través de

los residuos vegetales existentes, sin la preparación previa de la cama para la semilla.

En la cero labranza, antes de proceder a sembrar, hay que eliminar las malezas existentes y esto se puede realizar en forma manual, o con el auxilio de herbicidas.

Una práctica muy común es sembrar en las laderas a favor de la pendiente, por lo que es también importante mencionar la preparación del suelo en ladera. Se debe sembrar en curvas de nivel contrarias a la pendiente, para evitar de ese modo la erosión provocada por las lluvias, arrastrando las capas superiores de la ladera hacia abajo, lo que se conoce como lavado del suelo. Esta es una de las causas de mayor deforestación de los sistemas montañosos del país. En este sistema, a los pocos años de trabajar ese suelo, el agricultor se traslada a otro habitat, ocasionando otro desmonte y así sucesivamente, convirtiéndose en un agricultor nómada o migratorio.

Para trazar las curvas de nivel, el agricultor puede construir un nivel de caballete, o nivel tipo A; con tres palos que se unen formando una A y por el centro se hace pasar o colgar una soga a la cual se le amarra un objeto pesado que haga de plomada y sirva de nivel.

7. Selección y Preparación de Estacas de Yuca para la Siembra

El éxito de una plantación se debe, en gran medida, tanto a una buena preparación del suelo, como a la selección apropiada de estacas para la siembra. Debido a que la yuca se propaga vegetativamente, es muy importante realizar una buena selección de estacas en cuanto a su calidad.

En el cultivo es frecuente observar:

1. Que al momento de la cosecha exista un número inferior de plantas en relación con el número de estacas sembradas.
2. Desigualdad de vigor entre plantas pertenecientes a una misma variedad.
3. Diferencias en producción por planta.
4. La presencia de pudriciones radicales a la cosecha.

Las causas de estos problemas, además de ciertos factores climáticos y edáficos, se relacionan con la calidad de las estacas, la cual a su vez depende de las condiciones sanitarias y de ciertas características agronómicas de las plantas de las cuales provengan las estacas.

Antiguamente, la yuca era considerada como un cultivo resistente a plagas y enfermedades. En la actualidad, se sabe que tanto las unas como las otras no sólo pueden disminuir los rendimientos por unidad de superficie, al no permitir el normal desarrollo de las plantas, sino que también

disminuyen la producción de material de siembra al atacar los tallos en el campo, o durante el almacenamiento antes de la siembra.

Es de suma importancia, al seleccionar estacas de yuca, que las mismas provengan de cultivares que, a través de los años, se hayan comprobado sus altos rendimientos.

Es importante elegir estacas provenientes de variedades de altos rendimientos, porque si la estaca procede de una variedad de bajo rendimiento, no va a producir más, debido a que la capacidad productiva es un factor genético que no varía con las prácticas culturales.

7.1. Calidad de la estaca

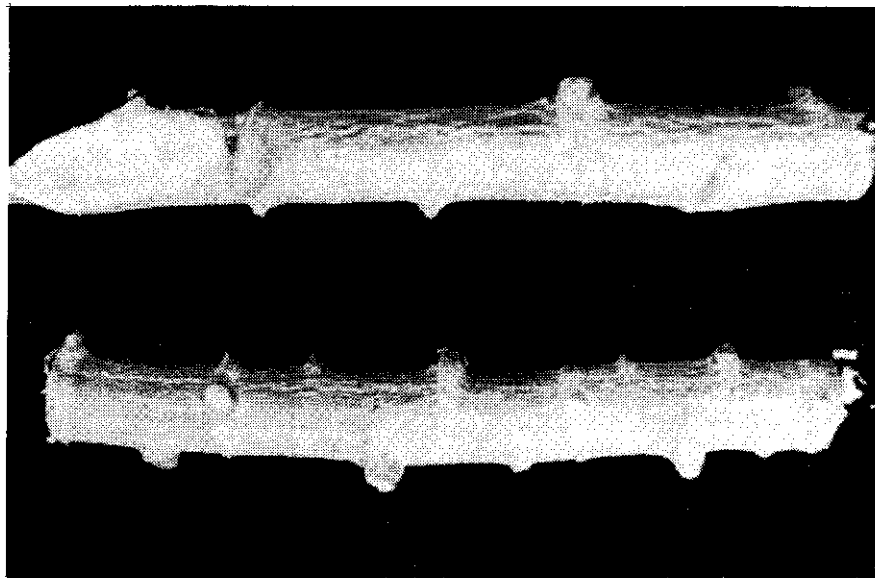
La calidad de la estaca depende de la madurez y grosor del tallo utilizado, del número de nudos por estaca y del tamaño. Aunque no existen resultados definitivos sobre cada uno de estos factores,



Madurez del tallo. Izquierdo: tallo inmaduro y herbáceo; centro: madurez apropiada; derecha: demasiado leñosa.

observaciones de campo indican que de ellos dependerá la producción de plantas vigorosas, y de un buen número de raíces comerciales.

Cuando las estacas se toman de plantas de más de 18 meses, las dos terceras partes de los tallos se encuentran altamente lignificados y contienen pocas reservas alimenticias para los brotes que germinen de sus yemas. Por esta razón, las yemas germinales presentan viabilidad reducida, tienen una germinación tardía y/o producen brotes poco vigorosos. Además, los tallos provenientes de plantas mayores de 18 meses pueden haber sufrido un mayor número de lesiones causadas por patógenos o por insectos. Igualmente, el corte de las estacas se dificulta cuando se utilizan tallos viejos.



Ángulo de corte: arriba, el corte en ángulo no es recomendable; abajo, el corte transversal favorece una mejor distribución de la raíces.

7.1.1. Madurez del tallo

No existe un concepto exacto sobre la madurez apropiada que debe tener el tallo que se va a emplear como estaca para la siembra. Sin embargo, se sabe que, aunque las estacas verdes poco lignificadas germinan, éstas son sumamente susceptibles a patógenos del suelo y pueden ser atacadas por insectos chupadores. Además, estas estacas herbáceas inmaduras (verdes) no se pueden almacenar por mucho tiempo, debido a que por su alto contenido de agua tienden a deshidratarse rápidamente y, por su succulencia, muchas especies de microorganismos (bacterias y hongos) las infestan causando pudriciones severas al poco tiempo de haberlas sembrado.

El material de siembra se debe tomar de plantas que tengan entre 8-18 meses de edad. Mientras más joven sea la planta, más lignificada debe estar la parte del tallo que se seleccione como estaca. Un indicativo práctico para conocer si una estaca tiene suficiente madurez, consiste en determinar la relación entre el diámetro medular y el de la estaca en un corte transversal. Si el diámetro medular es igual o menor al 50 % del diámetro de la estaca, ésta tiene la madurez apropiada para ser sembrada.

7.1.2. Número de nudos por estaca

Cada nudo del tallo tiene una yema axiliar; teóricamente se puede obtener una planta de cada nudo. Sin embargo, se ha encontrado que las estacas de uno a tres nudos tienen baja germinación en condiciones de campo, por ser muy cortas.

Estas estacas también son susceptibles de rápida deshidratación y los patógenos pueden invadirlas totalmente en un período relativamente corto. Además, las estacas con pocas yemas tienen más probabilidades de perder la viabilidad de todas sus yemas durante la preparación, el transporte y la siembra. Teóricamente, las estacas largas con más de 10 nudos tienen mayor probabilidad de conservar su viabilidad, porque el número de yemas es mayor. Sin embargo, al usar estacas largas se necesita más material de propagación por unidad de superficie y existe una mayor posibilidad de que este material se encuentre afectado por insectos y patógenos localizados. De acuerdo con lo anterior, se sugiere que las estacas para propagación tengan entre 5-7 nudos y una longitud mínima de 20 cm.

7.1.3. Grosor de las estacas

Cualquier parte del tallo puede usarse para propagar la yuca; sin embargo, en operaciones comerciales se ha observado que los retoños de estacas delgadas son débiles y tienen pocas raíces gruesas.

Las estacas delgadas tienen menos reservas nutritivas, razón por la cual los retoños son débiles. Como regla general, se recomienda que el grosor de las estacas seleccionadas para siembra, no sea inferior a la mitad del diámetro de la porción más

gruesa del tallo de la variedad que se esté utilizando.

7.1.4. Sanidad de las estacas y daños mecánicos

Varios patógenos que inducen pudriciones internas o externas, y/o chancros corticales o epidérmicos, atacan el tallo de la yuca. Otros patógenos invaden los tejidos leñosos del tallo, tales como el añublo bacteriano causado por *Xanthomonas manihotis*. Además, el tallo es atacado por insectos y ácaros que se localizan en la epidermis o en el interior del mismo.

La epidermis y las yemas de las estacas pueden sufrir daños durante su preparación, transporte, almacenamiento y siembra, debido a golpes, fricción y heridas causadas por machete. Cada herida representa un nuevo sitio de entrada para microorganismos que causan pudriciones durante el almacenamiento o después de la siembra. Se deben evitar los golpes bruscos durante el corte y transporte de los tallos o ramas seleccionados como material de propagación. El corte debe hacerse con machete bien afilado, o con sierra circular, en cuyo caso se debe sostener el tallo con ambas manos al cortarlo. Igualmente, el corte debe hacerse en ángulo recto, con el fin de propiciar un enraizamiento perimetral uniforme.

8. Métodos de Propagación

Para la selección y preparación de estacas hay dos métodos de multiplicación rápida, que no son muy conocidos en nuestro país, pero que por su fácil ejecución y su bajo costo de operación se consideran importantes. Debido a que la yuca tiene una baja tasa de multiplicación, es necesario buscar alternativas para la multiplicación del material de siembra. Estos métodos son:

- a) Método de propagación por medio de estaca de dos yemas.
- b) Cultivo de meristemas en yuca.

8.1. Método de propagación por medio de estaca de dos yemas

Las instalaciones que requiere este método de propagación son: una cámara de propagación y una cámara de enraizamiento.

8.1.1. Cámara de propagación

La cámara de propagación es una estructura de base rectangular con un techo, en la cual se siembran las estacas. La base está formada por una superficie rectangular rodeada de una canaleta angosta hecha en muros de concreto, sobre la cual descansa el techo. El perímetro de la base es de 2.40 metros de largo por 1.20 metros de ancho. Debe construirse sobre un suelo libre de vegetación. La canaleta tiene como finalidad contener agua, la cual, al evaporarse, permite mantener una alta humedad interna dentro de la cámara. La canaleta tiene en uno de sus extremos dos orificios, uno de ellos, el inferior, se mantiene taponado, y el otro en la parte superior, abierto, para mantener el nivel de agua constante.

El taponado permite la limpieza y el cambio de agua, para lo cual se retira el tapón.

En el fondo de la cámara se coloca una capa de grava, de aproximadamente 10 centímetros de espesor, para proporcionar un buen drenaje. Luego se coloca encima un sustrato compuesto de arena y suelo, de 20 centímetros de espesor. El pH del sustrato debe ser aproximadamente 6.

El techo de la cámara es una estructura en forma de caballete, de 50 centímetros de altura, de marcos de madera o aluminio



Multiplicación rápida con estaca de dos yemas.

y cubierto con plástico transparente. La cubierta permite mantener altas la humedad y la temperatura dentro de la cámara.

El techo debe descansar en el centro de la canaleta para permitir la salida de la humedad excesiva.

8.1.2. Cámara de enraizamiento

La cámara de enraizamiento consiste en una mesa rectangular de superficie blanca, que tiene sobrepuesta paredes o puertas y techo de plástico, en la cual se colocan los retoños para lograr su enraizamiento.

El color blanco impide el aumento de la temperatura interna, ya que la temperatura excesiva es nociva para los retoños. El techo debe quedar a una altura de 1.50 metros de la superficie de la mesa, para evitar el incremento excesivo de la temperatura dentro de la cámara. Una de las paredes más largas de la estructura debe ser plegable, para que sirva de puerta.

8.1.3. Materiales

Los materiales requeridos son:

- Una sierra para cortar las estacas.
- Una cuchilla de filo para cortar retoños.
- Productos químicos para el tratamiento del suelo, de las herramientas y las estacas.

Los productos químicos son los siguientes:

Para el tratamiento del suelo o sustrato:

- Formol al 10 %.
- Bromuro de Metilo.
- Vapor de agua.

Para las herramientas:

- Hipoclorito de sodio al 1 %.
- Hipoclorito de potasio al 1 %.
- Permanganato de potasio.

- Formol.
- Alcohol.

Las estacas se tratan con:

- Dithane M-45 (Mancozeb).
- Manzate (Maneb).
- Vitigran (Oxicloruro de cobre).
- Malathión polvo mojable.

8.1.4. Procedimiento

El procedimiento al aplicar el método de propagación rápida a base de estacas de dos yemas es el siguiente:

El primer paso es esterilizar el suelo. Para ello se utiliza formol al 10 % en cantidad de 10 litros por cámara, o bromuro de metilo a razón de 680 g (1.5 litro) por metro cúbico de sustrato; este último producto es de uso delicado, debido a su alta toxicidad. En el tratamiento con cualquiera de los dos productos, se cubre la cámara con un plástico grueso durante cinco días; luego se destapa y se espera a que transcurran otros cinco días, al cabo de los cuales se siembran las estacas.

Si el sustrato es de baja fertilidad, se le debe agregar un fertilizante adecuado para mejorar sus condiciones. Una vez preparada la cámara se seleccionan en el campo plantas sanas y maduras, de por lo menos 8 meses de edad, y se cortan los mejores tallos.

Luego, con la sierra desinfectada, se procede a cortar las estacas de dos nudos. Las estacas se fijan firmemente a una prensa de taller.

La sierra debe mantenerse desinfectada antes de cada corte con hipoclorito de

sodio, permanganato de potasio, formol o alcohol.

El tratamiento de las estacas se realiza mediante una suspensión que, por cada litro de agua, debe contener 2.22 g de Dithane M-45, 1.25 g de Manzate, 2.2 g de Vitigran y 5 g de Malathión polvo mojable. Según recomendaciones del CIAT, cuando se utilice Malathión concentrado emulsionable, se debe utilizar 1 ml / l de agua.

Cuando se utiliza un solo producto, se mezclan 6 g por cada litro de agua y cuando se utiliza la mezcla de dos productos, se toman sólo 3 g de cada uno. Las estacas ya tratadas se dejan secar al aire.

Luego se procede a sembrar las estacas en posición horizontal, a una profundidad aproximada de 1 cm y se cubren ligeramente con el sustrato; luego se humedece a capacidad de campo. Se debe tener en cuenta que, la posición correcta de siembra de las estacas, es aquella en la que la distancia más corta entre dos yemas quede hacia arriba.

Una vez sembradas las estacas, se coloca el techo. Se debe procurar que las canaletas permanezcan llenas de agua para asegurar una buena evaporación y, por lo tanto, una alta humedad relativa dentro de la cámara, la que junto con la alta temperatura estimula el brote de las yemas. En lugares o épocas del año demasiado calurosas y de alta humedad relativa a la cámara se le puede reemplazar el material plástico por tela de mosquitero y rociarles agua cada hora (entre las 9 de la mañana y las 3 de la tarde), para evitar el marchitamiento de las plántulas.

A las dos o tres semanas de sembradas las estacas, y según el vigor de las variedades, se obtiene un gran número de retoños. Cuando éstos alcanzan entre 5 y 10

centímetros de altura, se cortan a 1 centímetro del cuello. Normalmente, durante los 4 meses posteriores a la siembra, 1 estaca sembrada en forma correcta puede producir 10 brotes, de los cuales los 8 primeros resultan suficientemente vigorosos. En términos generales, se considera que cada estaca continúa produciendo brotes hasta que se termine su reserva.

Sin embargo, la frecuencia con que se puedan cortar los retoños depende del vigor de la estaca, de la variedad y de la temperatura. Generalmente, una estaca gruesa da más retoños y con mayor frecuencia que una estaca delgada de la misma variedad; además, a medida que aumenta la temperatura se incrementa el número de brotes.

Los brotes normalmente presentan muchas ramificaciones, siendo necesario cortar la mayoría y dejar sólo el cogollo, con el fin de evitar el marchitamiento. Es necesario, además, hacer un corte definitivo del tallo, exactamente debajo de una yema, con el fin de estimular el enraizamiento.

Luego de haber cortado los retoños, se procede a colocarlos inmediatamente en un vaso de precipitados (beaker), o en cualquier otro recipiente con agua hervida fría, con la finalidad de detener la emanación de látex, evitar la contaminación del brote por patógenos del aire, o su oxidación. Esta etapa del procedimiento es muy importante para el éxito de la propagación.

Una vez detenida la emanación de látex de los brotes, se le coloca en otro beaker, pero de 500 ml de capacidad, y se le agrega agua hasta 200 ml; en estos

recipientes se pueden colocar hasta 80 brotes.

Luego se procede a colocar los recipientes con los brotes en la cámara de enraizamiento. En aquellas regiones donde la radiación solar es alta entre las 10:00 a.m. y las 3:00 p.m., las cámaras de enraizamiento se deben colocar debajo de una estructura que disminuya la intensidad de dicha radiación, con el fin de evitar la desecación de los brotes. En la cámara los brotes sufren una serie de cambios hasta enraizar; inicialmente, se conservan verdes, pero 2-4 días después las hojas se marchitan y parece como si el brote hubiera muerto. A los 8 días el brote, ya recuperado, tiene callo e inicia el enraizamiento. A los 12 días el crecimiento radical es más notorio y salen nuevas hojas. Después de un período de 16 días, las raíces están más desarrolladas y es el momento oportuno para efectuar el trasplante al campo. A los 20 días los brotes tienen una raíz más grande y nuevas hojas; este estado ya no es apropiado para el trasplante porque algunas raíces se maltratan, lo que retarda su establecimiento. Se puede obviar la cámara de enraizamiento y se pueden llevar los beakers con los brotes y colocarlos en la cámara de propagación y el enraizamiento es más rápido.

La edad ideal para efectuar el trasplante de los brotes al campo es entre 14 a 16 días; es decisivo para el éxito del trasplante que éste se haga cuando las raicillas apenas empiezan a salir, porque en la medida en que sean más largas, el establecimiento del brote se dificultará más. Los brotes se deben sembrar casi hasta el cogollo. Es indispensable mantener una humedad adecuada durante las dos primeras semanas posteriores a la siembra, para lograr un buen establecimiento de los brotes y obtener plantas sanas y vigorosas.

8.1.5. Ventajas del método

- Es uno de los pocos métodos para propagar variedades promisorias en cantidades suficientes y de manera rápida.
- Este método puede utilizarse para la limpieza de variedades de yuca afectada por *Xanthomonas manihotis* (añublo bacterial), una de las enfermedades que atacan severamente este cultivo.
- Es un método sencillo y barato y se puede adoptar en cualquier finca.
- Es más eficiente que el sistema tradicional de propagación de la yuca.

Mediante el sistema tradicional, a partir de una planta madura se obtienen entre 10 y 20 estacas de tamaño comercial (20 centímetros), las que después de un año de sembradas en el campo, producen entre 100 y 400 estacas. Con el método de propagación rápida de esta misma planta, se pueden cortar 150 estacas de dos nudos, cada una de las cuales produce ocho brotes, o sea, un total de 1,200.

Al cabo de un año, la planta formada a partir de cada brote produce entre 10 y 20 estacas, obteniéndose finalmente un total de 12,000 a 24,000 estacas de tamaño comercial. La diferencia en el número de estacas demuestra la mayor eficiencia del método de propagación rápida.

8.2. Cultivo de meristemas

8.2.1. Material

Previo desinfección con Captan y Carbendazim, plantar las estacas en pots individuales o en cámaras de

propagación rápida. Regar las estacas con una solución de un fertilizante soluble.

Brotes de 3-5 cm. de longitud son apropiados como fuente de meristema. Cortar los brotes, sacarles las hojas más grandes y proceder a la esterilización superficial con una solución muy diluida de Hipoclorito de Calcio o de Sodio.

8.2.2. Excisión de meristemas

La operación de excisión de meristemas debe realizarse bajo condiciones de asepsia para mantener la esterilidad de los tejidos. Se debe evitar la desecación de los tejidos internos, que son succulentos, y prevenir daños mecánicos de las partes que se van a aislar.



Brote de 3-5 cm de longitud apropiado para obtener meristemas.

Trabajando con un microscopio estereoscópico de magnificación variable (10 X - 40 X) y con una buena fuente de iluminación, remover las hojas más grandes de la yema, que son las más externas, usando agujas de disección y bisturís delgados. Cuando se ha llegado a los primordios más pequeños, usar agujas de disección delgadas y cortarlos hasta que se observe claramente el meristema apical, el cual es plateado brillante.

Usando una micro-cuchilla, cortar los residuos de tejidos delgados alrededor del meristema apical y hacer luego un corte limpio a la altura del cuello del meristema.

Con la punta de la micro-cuchilla, rápidamente transferir el meristema a la superficie del medio de cultivo. El meristema, acompañado de uno a dos de los primordios foliares más jóvenes, mide aproximadamente 0.4-0.6 mm. Cuando está acompañado por 4 a 5 primordios, el explante recibe el nombre de ápice y mide 0.8-1.5 mm.

8.2.3. Medio de cultivo

El medio basal de Murashige-Skoog (MS) de macro y micro nutrientes minerales y vitaminas, es suplementado con 2 % de sucrosa. Además se le agrega:

0.1 mg/l ANA (Ácido Naftaleno Acético).
0.05-0.1 mg/l AG (Ácido Giberélico).
0.002-0.2 BAP (Benzil Aminopurina).

El pH del medio es ajustado a 5.7-5.8; se agrega 0.6 % de agar, se distribuye en tubos de ensayos y se esteriliza en el autoclave a 121 °C por 10 minutos.

8.2.4. Incubación

Temperatura: 28 ± 2 °C.

Luz: 500 lux de iluminación durante los primeros 3-4 días y luego subir a 2,000 lux. Se pueden usar lámparas fluorescentes de tipo luz de día y un fotoperíodo de 16 horas.

8.2.5. Respuestas

A los pocos días de incubación, el tejido aumenta de volumen y se diferencia la pigmentación; verde en la parte superior y blanca-amarillenta en la parte basal del explante. Seguidamente, el axis del explante se alarga y las primeras raíces se inician. Generalmente, se desarrolla un callo en la base del axis.

A las 2-3 semanas, las hojitas se desarrollan y las raíces crecen aún más. Después de 4-5 semanas, una plántula completa de ± 5 cm, con 4-5 nudos, se ha desarrollado a partir del meristema.

Mediante la modificación de la composición química del medio, especialmente, del balance de citoquininas/auxinas, así como de las condiciones experimentales del cultivo, es posible inducir la diferenciación de numerosas yemas; este sistema puede conducir a la producción de plantas a partir de un ápice aislado.

Pueden ocurrir algunas variaciones a la respuesta general descrita arriba, dependiendo de la variedad y de las condiciones del cultivo; por ejemplo, formación de tallo con hojas, pero falta de enraizamiento. En este caso, transferir el tallo al medio de enraizamiento: MS (3 % sucrosa) + 0.1 mg/l ANA (con 0.8 % de agar); las raíces se formarán en 4-6 días. Alternativamente, se puede cortar la yema terminal y todos los nudos del tallito y

transferirlos al medio de cultivo de nudos: MS (3 % sucrosa) + 0.01 mg/l ANA + 0.2 mg/l AG; después de 1-2 semanas, se desarrollarán tantas plántulas completas como nudos que se aislaron.

8.2.6. Transplante de plántulas a potes y al campo

Una semana antes del transplante a potes, aumentar la iluminación de los cultivos a $\pm 5,000$ lux. Un sustrato de vermiculita, y arena fina (1:1), contenido en potes tipo Jiffy, facilita el transplante.



Sistema de reproducción in vitro en yuca.

Trabajando en un lugar limpio, sacar las plantitas de los tubos de ensayo, lavar las raíces con agua para eliminar los residuos de agar y colocar las plántulas en el orificio abierto en el centro del pote; el sustrato

ha sido previamente humedecido. Presionar levemente alrededor de la plántula y colocar el pote en un lugar limpio bajo alta iluminación. Colocar los potes en una cámara de propagación rápida, acelera el crecimiento de las plantas.

Los riegos durante los primeros días deben hacerse con agua y luego con una solución diluida de Hoogland, o con un fertilizante soluble diluido.

Una semana antes de la transferencia al campo, aclimatar las plantitas a condiciones de baja humedad; remover gradualmente la cubierta plástica de la cámara de propagación rápida. Para el transplante al campo, escoger un día nublado o hacerlo en la tarde, y el suelo debe estar suficientemente húmedo para reducir al mínimo los riesgos de secamiento. Abrir el suelo con una pala, colocar el pote y cubrir con suelo el pote, incluyendo 2-3 nudos inferiores de la plantita, presionar levemente el suelo alrededor de la planta y, si es necesario, regar inmediatamente. El transplante al campo se facilita cuando se han usado potes tipo Jiffy, puesto que no es necesario sacar la planta del pote. Tomar todas las precauciones para evitar ataques de insectos durante la primera fase de crecimiento de las plantitas.

8.2.7. Aplicaciones de la técnica en yuca

8.2.7.1. Limpieza de patógenos sistémicos

El aislamiento y cultivo de meristemas permitirá, por lo tanto, propagar plántulas con alta probabilidad de estar libres de virus. Es necesario la aplicación de pruebas de detección de virus, para asegurar la limpieza de las plantas regeneradas a partir de cultivo de meristemas y de ápices.

Cuando el tejido es tratado con altas temperaturas (termoterapia), hay una disminución de la infectividad de ciertos virus. En una planta, la síntesis y translocación de las partículas virales parece ser afectada por la termoterapia, puesto que su concentración disminuye en los tejidos meristemáticos en crecimiento. La aplicación de la termoterapia a las plantas o brotes en crecimiento ha aumentado la tasa de limpieza clonal por cultivo de meristemas en muchas especies, incluyendo la yuca.

8.2.7.2. Propagación clonal rápida

El atractivo del cultivo de ápices para la multiplicación vegetativa, reside en que el material producido se encontraría libre de enfermedades, así como en su potencial para constituir una fuente continua de material juvenil. Esto es deseable principalmente en el caso de variedades o líneas promisorias que se encuentren completamente atacadas por enfermedades sistémicas y cuando se requiere la producción de un núcleo de semilla certificada.

8.2.7.3. Conservación de germoplasma

El cultivo de meristemas ofrece un gran potencial para la conservación de material clonal a largo plazo. Requiere poco espacio, y las posibilidades de contaminación por plagas y enfermedades es prácticamente anulada, mientras el potencial de propagación es alto. Otros problemas que se presentan en el mantenimiento convencional de germoplasma en el campo y/o invernadero, tales como la necesidad de control de insectos y de enfermedades, pruebas frecuentes para detección de patógenos sistémicos, la labor intensa y

costosa de mantenimiento, el peligro de erosión genética, etc., prácticamente no existen en un sistema de conservación por cultivos merismáticos.

8.2.7.4. *Transferencia internacional de germoplasma*

El movimiento de plantas y partes de plantas de una región o país a otros, cumple un rol importante en el proceso de transferencia de tecnología realizado por instituciones nacionales e internacionales. Este rol, sin embargo, está restringido por regulaciones que previenen la introducción de germoplasma, especialmente de

propagación vegetativa, debido a los riesgos de diseminar plagas y enfermedades.

Debido a su condición aséptica, los cultivos de meristemas deben encontrarse libres de insectos, nematodos y de la mayoría de hongos y bacterias que crecerían en un medio sintético. Si los patógenos (especialmente de tipo sistémico) se encuentran presentes en el explante inicial, contaminarían el medio. En el caso de virus, debe aplicarse apropiadamente la termoterapia combinada con el cultivo de meristemas y las plantas probadas contra patógenos.

9. Siembra

La yuca es un rubro que presenta una gran ventaja con respecto a otros cultivos y es que se puede sembrar y cosechar durante todo el año, aunque es preferible hacerlo al inicio de la estación lluviosa.

9.1. Desinfección de las estacas

Esta es una actividad poco practicada en el país, pero muy importante. Antes de sembrar las estacas, se les debe someter a un tratamiento combinado con productos insecticidas-nematicidas, más un fungicida, para evitar problemas con los insectos del suelo y nematodos y prevenir el ataque de hongos. La fórmula podría ser la siguiente:

Dithane M-45, a razón de $\frac{3}{4}$ de libra en 37 galones de agua.

Manzate, $\frac{1}{2}$ libra.

Vidate o Mocap, a razón de 300 cc en 37 galones de agua.

La mezcla de dos fungicidas es una recomendación del CIAT y obedece a que dicha combinación (Dithane M-45 + Manzate) provoca una sinergia en la brotación, ocurriendo ésta en menor tiempo y con mayor vigor y números de raíces fibrosas por estacas.

Luego de preparada la mezcla, las estacas se colocan en un saco de henequén, se ata a un palo largo y se introduce en el tanque por 5 -10 minutos. Las estacas ya tratadas se colocan en un lugar sombreado, hasta el día siguiente, cuando se puede proceder a sembrarlas. Otro de los beneficios que se obtienen al tratar las estacas con fungicidas, es que hay una mayor sinergia en las hormonas de enraizamiento, siendo éste más rápido y en mayor número.

9.2. Procedimiento de siembra

Luego de tratadas las estacas de 20-30 cm de largo y con 5 a 7 yemas, se procede a sembrarlas. En nuestro país es costumbre sembrar estacas muy cortas, con apenas 2-3 yemas, en forma acostada o inclinada, lo cual le confiere poca viabilidad de nacencia. Si se quiere una mayor productividad por unidad de superficie, es preferible la siembra en forma vertical realizada en camellones, especialmente en la cresta, y a una distancia que puede variar de acuerdo con el porte de la planta, la fertilidad del suelo y/o las condiciones climáticas imperantes en ese ecosistema. En sentido general, se recomiendan las siguientes distancias: a) 1 x 1 metro; b) 1.2 x 0.80 metros. Con estos dos marcos de plantación se obtienen alrededor de 10,000 plantas por hectárea, cantidad considerada como óptima para alcanzar buen rendimiento.

Las ventajas que ofrece el sistema de siembra vertical sobre el tradicional son las siguientes:

- a) Las raíces tienden a formarse en el extremo inferior de la estaca y se distribuyen radialmente en forma más o menos uniforme.
- b) El enraizamiento y brotación de las estacas es más rápido.
- c) Una estaca acostada en un ecosistema de alta temperatura y baja pluviometría no resiste esta condición y se pudre debido al calor del suelo, lo cual no ocurre con la estaca sembrada en forma vertical, pues la temperatura del aire que le rodea es

más baja que la del suelo y la misma estaca actúa como difusora del calor.

d) Por último, en suelos de gran humedad, la estaca vertical tiene menos riesgo de pudrición, pues la superficie de la estaca no está en contacto con el suelo y el camellón actúa de drenaje.

9.3. Sistemas asociados de siembra

Para el productor de subsistencia las siembras en asociación son importantes, ya que tienden a asegurar su sustento y disminuyen los riesgos que presenta el monocultivo.

Cuando el pequeño productor adopta la asociación como su sistema de producción, una parcela muy pequeña le puede proporcionar los elementos básicos de su dieta. Cultivos como yuca, batata, ñame, yautía y plátano, que son fuentes de carbohidratos, proveen principalmente el componente calórico, mientras cultivos

intercalados como el frijol, maní, guandul, suministran parte de la proteína necesaria.

La yuca es considerada como un cultivo tardío que no aprovecha en forma completa los factores luz, agua y nutrientes durante los primeros tres meses de su ciclo vegetativo, debido a su lento desarrollo inicial. En esta etapa, es posible la asociación con un cultivo de ciclo corto (menos de 120 días). Lo mismo ocurre al final de su ciclo vegetativo, cuando ya no intercepta toda la luz incidente y probablemente tampoco absorbe ya la cantidad de nutrientes y agua que necesita durante su desarrollo más activo. Por tanto, en esta última etapa, la yuca nuevamente se presta para intercalar otro cultivo.

En la asociación yuca-frijol, la siembra se debería realizar simultáneamente, o que no pase de una semana de diferencia, de manera que el final del cultivo de habichuela no coincida con una mayor área foliar de la yuca; y no haya interferencias entre ambos. La distancia recomendada para la yuca es de 1.80 metros entre surcos, mientras la distancia para el frijol es de 0.90 metros entre surcos y de 0.45 m de la planta de yuca. Este mismo marco se puede usar para asociar con maíz.



Estudios realizados demuestran las ventajas del cultivo de la yuca en asociación con otros cultivos como plátano.

10. Fertilización

En el país, el uso de fertilizantes por parte de los productores de yuca se considera bajo, comparado con otros cultivos. Las razones son varias; algunas de ellas por falta de conocimientos del cultivo y otras de índole económica. No obstante, la yuca es un cultivo que responde a la aplicación correcta de fertilizantes.

Las materias minerales extraídas por la yuca dependen de las variedades y de las condiciones del cultivo. Se considera sólo las materias extraídas por las raíces y la parte arbustiva de la planta (cuadros 11 y 12).

CUADRO 11. Composición mineral de las raíces y de los tallos (tallos y ramas) de la yuca.

MATERIAS MINERALES	RAÍCES (%)	TALLOS (%)
Nitrógeno	0.07	0.59
P ₂ O ₅	0.10	0.18
K ₂ O	0.28	0.28
Calcio	0.10	0.27

CUADRO 12. Principales materias minerales extraídas por la cosecha de una hectárea de yuca, en kilogramos.

Materia minerales	Producción de Biomasa	
	Raíces (20 ton)	Tallos (40 ton)
Nitrógeno	14	238
P ₂ O ₅	20	74
K ₂ O	56	98
Calcio	20	110

En pruebas con fertilizantes, los resultados más promisorios se presentaron con la aplicación de los tres nutrientes esenciales (nitrógeno, fósforo y potasio) en los surcos laterales, al momento de la plantación, o por abonadura con fósforo y potasio en la siembra, completada más tarde con la aplicación de nitrógeno en cobertura.

10.1. Acción de los macroelementos en la planta

A. Nitrógen (N)

Su exceso provoca el aumento de las sustancias proteicas en las raíces reservantes, en detrimento del contenido de almidón. Esto es importante para la producción de harinas integrales de raíz de yuca para la alimentación animal, pero no en la producción de almidones para uso industrial. También el exceso de nitrógeno prolonga el ciclo de cultivo, lo que es útil en la producción de material de propagación (esquejes), o para la industria de harina de follaje.

Las fuentes de nitrógeno pueden ser minerales u orgánicas. Los abonos nitrogenados minerales se agrupan en:

1. Nítricos. Nitrato de potasio (14 %N) y nitrato de amonio (35 %N).

2. Amoniacales. Sulfato o fosfato de amonio (21 %N), urea (46 %N). También se utiliza el amoníaco anhidro o en solución. Se prefiere, en general, el nitrógeno amoniacal que el nítrico. Para evitar la lixiviación, la dosis de nitrógeno se divide en dos mitades, una se aplica al momento de la plantación y la otra posteriormente, cuando el cultivo tiene 2-3 meses. Para esta segunda aplicación se prefiere la urea, y es común aplicarla en forma foliar en las grandes plantaciones. La elección del abono depende de su precio, del costo de transporte de la unidad de nitrógeno y de la disponibilidad en el mercado. Las fuentes de abonos nitrogenados orgánicos son: los abonos verdes, como el pete-pete (*Crotalaria juncea*); el caupi (*Vigna sinensis*); Soya (*Glicine max*); y guandul

(*Cajanus cajan*); los estiércoles y los desechos vegetales de la industria agrícola.

B. Fósforo (P)

En los suelos ácidos infértiles, los cuales tienen un gran potencial para la producción de yuca, la deficiencia de fósforo (P) es la mayor limitación para la producción. En esos suelos se obtienen incrementos en los rendimientos con aplicaciones de hasta 400 kg/ha de fósforo. Frecuentemente se recomiendan niveles de 100 a 150 kg/ha.

Su presencia es necesaria para el proceso de fosforilación, básico en la síntesis del almidón. La deficiencia de este elemento afecta el desarrollo de las plantas, provoca enanismo y torna el follaje de un color verde oscuro. Debe abonarse con fósforo, a pesar de que la cantidad que necesita la planta no es muy alta, pues el contenido de este elemento es muy bajo en los suelos tropicales. Desde el punto de vista económico se recomienda para los cultivos de yuca de ciclo largo (16 a 24 meses), usar fosfato de calcio insoluble (escorias Thomas, harina de huevos, o fosfatos simples o dobles) en lugar de superfosfatos triples, pues éstos, en suelos con pH de 4 a 5.5 y en presencia de formas solubles de hierro (Fe) y aluminio (Al), forman fosfatos insolubles de Fe y Al, que inmovilizan el P, haciéndolo no disponible para las plantas. Las concentraciones de P_2O_5 de varios fertilizantes fosfatados se muestran en el cuadro 13.

CUADRO 13. Concentración de P_2O_5 y estado físico de los diversos fertilizantes fosfatados.

FERTILIZANTES	CONCENTRACIÓN P_2O_5 (%)	ESTADO FÍSICO
Superfosfato triple	44-48	Sólido
Superfosfato simple	16-20	Sólido
Escorias Thomas	17-20	Sólido
Harina de huesos	23-25	Sólido

C. Potasio (K)

La yuca extrae del suelo más cantidad de potasio (K) que de cualquier otro elemento; un buen cultivo extrae 100 kg/ha de potasio o más y, para mantener la producción en cultivos sucesivos, es esencial aplicarlo. La deficiencia de potasio también afecta la calidad de la yuca; si el potasio es deficiente, el contenido de materia seca y de almidón en las raíces, decrece y el contenido de cianuro aumenta. La aplicación de potasio es importante, particularmente en suelos arenosos, ácidos e infértiles. Su presencia es fundamental en el rendimiento en raíces reservantes y en el contenido en materia seca total. La deficiencia en potasio ocasiona una coloración bronceada en las hojas, seguida de una quemadura de los bordes. La concentración de algunos fertilizantes potásicos, se muestran en el cuadro 14.

CUADRO 14. Concentración de K_2O y estado físico de los diversos fertilizantes potásicos.

FERTILIZANTES	CONCENTRACIÓN K_2O (%)	ESTADO FÍSICO
Sulfato de potasio	48-50	Sólido
Cloruro de potasio	+ 45	Sólido
Nitrato de potasio	44	Sólido

10.2. Acción del Calcio y del Manganeso

El calcio está presente en los suelos tropicales como un catión intercambiable derivado de varios minerales calcáreos. Los valores de calcio intercambiable son generalmente bajos. La falta de calcio en el cultivo afecta el desarrollo de las plantas, llegando a provocar la muerte del brote terminal. La aplicación de calcio generalmente se realiza para corregir problemas de pH del suelo; pero en el caso de la yuca responde más a una deficiencia

de este elemento, que a una enmienda del suelo, puesto que la yuca tolera pH bajo en la solución del suelo. Rara vez responde a la aplicación de más de 2 t/ha de calcio, inclusive en suelos extremadamente ácidos e infértiles. La mayor respuesta en rendimiento se obtiene con aplicaciones entre 0.5 a 1 t/ha. El manganeso está relacionado con el proceso de fotosíntesis de las plantas. Las deficiencias en elementos menores como boro, zinc, cobalto y cobre, son raros en el cultivo.

10.3. Forma de aplicación de los fertilizantes

Los fosfatos son los menos solubles de todos los elementos nutritivos del suelo. A un pH entre 5.0 y 6.0, los fosfatos se fijan principalmente como fosfato de hierro y de aluminio y se hacen menos disponibles. Además se desplazan muy lentamente, por lo que conviene colocarlos en bandas en el suelo donde puedan ser aprovechados por las raíces de las plantas. Según Shaw, los fosfatos tienen tendencia a hacerse indisponibles cuando se mezclan con suelo. Se ha demostrado que colocándolos en bandas o en franjas hay menos fijación, ya que el material se encontrará en contacto con cantidades menores de suelo.

Según trabajos realizados en el CIAT, se pueden aplicar en forma foliar la mitad de los abonos a base de N y P, luego de 2-3 meses de haber realizado la plantación. De esta forma, se obvian los problemas de fijación de fosfato y la lixiviación de los abonos nitrogenados, ya que el contacto de los abonos es con la parte foliar y no con el suelo.

Unos dos meses antes de la plantación y aprovechando las labores de preparación de tierras, hay que incorporar al suelo los abonos y los estiércoles, a fin de permitir su descomposición adecuada.

Los abonos químicos pueden distribuirse ya sea al voleo, en líneas o en franjas a ambos lados de la hilera de estacas plantadas, o bien en aspersión en solución sobre la vegetación del cultivo.

Diversos ensayos recomiendan la aplicación del abono en franjas a ambos lados de la línea de plantación, pero sin que queden en contacto con las estacas, para evitarles posibles daños a éstas, las raicillas, o los brotes.

Con la aplicación del fertilizante al voleo, que puede ser a mano o con máquina, hay menos riesgo de afectar el cultivo porque el abono queda uniformemente repartido. Se recomienda la aplicación en bandas, especialmente para los fosfatos en suelos ácidos, ya que en ellos la proporción entre tierra y abono es menor y, por lo tanto, hay menos posibilidades de conversión en compuestos menos asimilables por las raíces.

10.4. Fertilización y correctivos para el suelo

La yuca es capaz de producir rendimientos modestos en suelos con fertilidad baja y con poco o ningún fertilizante, o sea, en condiciones bajo las cuales sólo unos pocos cultivos crecerían. Sin embargo, responde a la fertilización y, en muchas regiones, ésta puede aumentar considerablemente sus rendimientos.

El nivel de fertilización apropiado para un rendimiento máximo de raíces, es más bajo que el requerido para el crecimiento máximo de la planta; así, las aplicaciones altas de fertilizantes, particularmente de nitrógeno, pueden estimular el crecimiento aéreo a tal punto, que puede disminuir el rendimiento de las raíces, aunque el peso total de la planta aumente. Consecuentemente, para un

rendimiento máximo de raíces, la yuca tiene requerimientos relativamente bajos de nutrimentos, en oposición a lo que ocurre con el peso total de la planta.

Hacer recomendaciones de fertilización para sistemas de cultivos que involucran descanso del terreno por períodos variables, es muy complejo. De todas maneras, cuando la yuca se siembra después de un periodo de descanso, frecuentemente produce rendimientos altos y no responde económicamente a la aplicación de fertilizantes.

No obstante, si se hacen pequeñas aplicaciones de fertilizantes anualmente, los requerimientos se pueden mantener a niveles cercanos a los obtenidos después de un descanso del terreno.

En resumen, la yuca es bastante tolerante a la baja fertilidad y a la acidez del terreno y a los altos niveles de aluminio; sin embargo, responde bien a la aplicación de fertilizantes y tiene requerimientos altos de fósforo y

bastante bajos de nitrógeno. La fertilización con potasio es necesaria para mantener la fertilidad del suelo y obtener buenos rendimientos y alta calidad de raíces.

10.5. Rotación cultural

En los sistemas con yuca es importante la rotación de cultivos, para de esta forma evitar el agotamiento del suelo. También es una forma de control indirecto de las plagas que afectan el cultivo. A continuación se sugieren varios esquemas de rotación:

Maíz-maní-guineo (por 2-4 años)-yuca.

Maíz-maní-guineo (2-3 años)-yuca.

Pastos (guinea)-yuca-maíz-pastos (guinea).

Arroz-leguminosa (frijoles)-arroz-yuca.

Maíz-leguminosa-yuca.

La yuca protege al suelo contra la fuerte insolación. Las largas raíces sueltan el suelo y ayudan a prepararlo para el cultivo sucesivo.



Malezas afectando al cultivo de yuca, evidencia de que no se ha realizado el desyerbo a tiempo.

El cultivo tiene un período crítico que va desde el inicio de la siembra hasta los 120 días (4 meses); en esta etapa no acepta la competencia de malezas. El primer desyerbo se debe realizar cuando las plantas tienen 20-30 cm, es decir, a las 4-5 semanas de la plantación. Se recomienda una segunda labor a los 2 meses y ésta se debe repetir hasta que el cultivo cierre completamente las entrelíneas. A partir del segundo desyerbo, se deben realizar los aporques.

Las principales malezas asociadas al cultivo de yuca en la República Dominicana, se muestran en el cuadro 15.

11.1. Control químico de malezas

En el control de malezas es preferible la combinación de los métodos químico y mecánico o manual.

11.2. Herbicidas

Como los herbicidas son específicos para controlar ciertas especies, es conveniente la mezcla de dos que sean compatibles y que cumplan con el propósito de combatir malezas de hoja ancha y de hoja estrecha (o gramíneas) y ciperáceas. Los herbicidas más usados para el control de malezas en yuca se observan en el cuadro 16 y las mezclas más comunes en el cuadro 17.

Los herbicidas pueden ser pre-emergentes o post-emergentes. Los pre-emergentes, son aquellos que se aplican después de haber sembrado y antes de que nazca el cultivo. Post-emergentes son aquellos herbicidas que se aplican después de haber nacido el cultivo y las malezas.

La efectividad de los herbicidas es máxima de 60 a 70 días y, debido a que el cultivo de yuca tiene un período crítico de 120 días, es necesario combinar los dos sistemas, control químico y control manual, llevando el mismo esquema. La aplicación de herbicidas debe hacerse a las 4-5 semanas. A los 3 meses se puede hacer un control manual o mecánico.

CUADRO 15. PRINCIPALES MALEZAS ASOCIADAS AL CULTIVO DE YUCA. (El complejo de malezas asociadas a la yuca está influenciado por los factores ecológicos de cada zona)	
<i>Panicum fasciculatum</i>	Cabeza de Indio
<i>Cenchrus sp.</i>	Cadillos
<i>Cynodon dactylon</i>	Yerba de Bermuda, Pelo de mico
<i>Eleusine indica</i>	Pata de Gallina
<i>Panicum reptans</i>	Cohetrillo
<i>Echinochloa colonum</i>	Arrocillo, Pata de cotorra, Pata de gallo
<i>Leptochloa filiformis</i>	Yerba de hilo
<i>Amaranthus sp.</i>	Bledos
<i>Euphorbia heterophylla</i>	Yerba Lechera
<i>Parthenium hysterophorus</i>	Yerba Amarga
<i>Cleome viscosa</i>	Tabaquillo
<i>Portulaca oleraceae</i>	Verdolaga
<i>Cyperus rotundus</i>	Coquillo
<i>Cyperus esculentus</i>	Coquillo

CUADRO 16. PRINCIPALES HERBICIDAS PARA EL CONTROL DE MALEZAS EN YUCA.			
SUSTANCIA ACTIVA	PRODUCTO COMERCIAL	DOSIS kg O l/ha	MOMENTO DE APLICACIÓN
Diuron	Karmex 50% P.M.	2-3 kg	Pre-emergente
Linuron	Afalon 50 P.M.	2-3 kg	Pre-emergente
Simazina	Gesatop 80 CE	2-3 kg	Pre-emergente
Prometrina	Gesagard 50 CE	2-3 kg	Pre-emergente
Chloramben	Amiben 48 EC	9-14 l	Pre-emergente
Alachlor	Lazo 44 CS	4-6 l	Pre-emergente
Pendhimethalina	Herbadox 330 EC	3-5 l	Pre-emergente
Oxifluorfen	Goal 2 DE	1-2 l	Pre-emergente
Metribuzina	Sencor 50 P.M.	1-15 kg	Pre-emergente
Metalachor	Dual		Pre-emergente
Orizalina	Surflan 75 WP	1-1.5 kg	Pre-emergente
Terbutrina	Igran 80 WP	3-4.5 kg	Pre-emergente
MSMA	Dagonate	5-7 kg	Post-emergente
Paraquat	Gramoxone	1-2 l	Post-emergente

CUADRO 17. MEZCLAS RECOMENDADAS
Diuron 1 kg + Goal 1 l/ha
Diuron 1 kg + Lazo 3.5 l/ha
Surflan 1 kg + Afalon 1 kg/ha
Diuron 1 kg + Afalon 1 kg/ha
Lazo 4 l + Afalon 1 kg/ha

12. Manejo Integrado de Plagas

Los insectos pueden causar daño a la yuca de las siguientes maneras: disminuyendo el área fotosintética, lo cual reduce los rendimientos; atacando los tallos, lo que debilita la planta e inhibe el transporte de nutrientes; y atacando el material de propagación, lo cual reduce el índice de germinación. Los ácaros e insectos que atacan el tallo también afectan la calidad y la cantidad del material de propagación que se tome de dichas plantas, reduciendo de ese modo la producción. Cuando los insectos del suelo atacan las estacas, les causan heridas o producen agujeros a través de los cuales pueden penetrar los patógenos del suelo. También pueden destruir completamente la epidermis y/o las yemas de las estacas. Otros cortan las raíces y/o los retoños poco después de la emergencia. Algunos insectos son vectores de enfermedades.

Algunos productores tienen la creencia de que las mayores pérdidas en la cosecha las ocasionan los insectos, como el gusano cachón, gusano del cogollo, etc. Las investigaciones han demostrado que plagas como ácaros, trips, moscas blancas, escamas, piojos harinosos, chinches de encaje y barrenadores de tallo, los cuales atacan las plantas durante un período prolongado, reducen mucho más los rendimientos que aquellos que defolían o dañan diversos órganos de las plantas durante un período corto. La planta se puede recuperar de este último tipo de daño bajo condiciones ambientales favorables. A menudo se cultiva la yuca en regiones con estaciones secas prolongadas y suelos poco fértiles. Estos factores de estrés hídrico y fertilidad inadecuada intensificarán los daños causados por los ácaros, trips, chinches de encaje e insectos escamosos, cuyas poblaciones tienden a aumentar durante la época seca.

12.1. Importancia del control biológico en la regulación de las poblaciones de plagas

Se puede recurrir al control cuando se haya hecho un estimado de la pérdida en rendimiento. De ser necesario el control de plagas en este cultivo, se debe hacer con un mínimo de insumos costosos, sobre todo, pesticidas, ya que la habilidad de la planta para recuperarse de daños de plagas es un criterio importante que siempre debe ser considerado. El manejo de plagas se debe basar fundamentalmente en el control biológico, la resistencia de la planta hospedante y en la aplicación de prácticas culturales. Estos son tres eslabones fundamentales en la cadena de control integrado.

La planta se puede recuperar casi siempre del daño causado por los insectos. Los altos niveles de defoliación causarán poca o ninguna reducción en rendimiento, si ocurre en períodos de precipitación pluvial adecuada.

En su afán desmedido de lucro, el hombre se convierte en el peor de los depredadores en el equilibrio que existe en los ecosistemas, pues muchas veces, por querer controlar una plaga hace un uso indiscriminado de pesticidas, rompiendo el equilibrio y afectando de un modo negativo a los insectos benéficos. Esto va en beneficio de los insectos dañinos, porque se traduce en un mayor número de ellos y con una mayor resistencia a los pesticidas que se le han aplicado. Un caso específico de la acción humana en nuestro país, que ha afectado de manera adversa a la naturaleza, es el caso del Valle de Constanza.

A veces se afecta el equilibrio del ecosistema, no sólo por la aplicación indebida de pesticidas, sino también por introducir nuevas plantas y animales diferentes a los existentes, que al cabo de poco tiempo pueden traer plagas y enfermedades que antes no existían en ese ecosistema. Otras veces, el ser humano modifica el entorno de un ecosistema, trayendo consigo un desequilibrio de las especies existentes, porque le han modificado su habitat.

Cuando se habla de mantener los insectos perjudiciales a niveles de poca importancia económica, debe entenderse que no siempre la presencia y daño de un insecto plaga significa reducción en la producción. Todos los cultivos tienen capacidad para soportar cierto porcentaje de daños, y habilidad para recuperarse, por lo tanto, no es necesario aplicar insecticida por la sola presencia de insectos dañinos.

Generalmente, la importancia que alcanza una plaga en un cultivo es el resultado de las actividades humanas al introducir plagas a regiones antes no infestadas, llevando plantas y animales exóticos a áreas nuevas, produciendo variedades o razas de organismos, y simplificando los ecosistemas como un resultado de las actividades agrícolas o industriales. Antes de controlar a los insectos plagas se debe aprender a convivir con ellos, procurando a la vez realizar un manejo inteligente de nuestros recursos, razonando no sólo en función económica sino también en función ecológica.

El control integrado parece ser la forma más racional de lucha contra los insectos-plagas. Consiste en la combinación e integración de todas las técnicas disponibles para que, aplicadas en forma armoniosa, mantengan los insectos-plagas a niveles que no

produzcan daños de importancia económica a los cultivos y al ambiente. El control biológico es parte básica del control integrado y se puede definir como el combate de las plagas mediante la utilización deliberada y sistemática de sus enemigos naturales.

A pesar de que en algunas épocas se presentan explosiones de algunas plagas, se puede decir que el cultivo de la yuca no está sometido permanentemente, a ataques severos de insectos y que, por el contrario, mantiene un excelente equilibrio biológico, debido a que existen factores de mortalidad que han mantenido sus poblaciones a niveles de poca importancia económica. Existen varios insectos parásitos y depredadores, bacterias, hongos y virus que hacen factibles el control de las plagas, sin necesidad de recurrir a la aplicación de insecticidas.

12.2. Insectos que atacan el follaje

A. Ácaros

Investigaciones recientes indican que los ácaros son una de las plagas más graves de la yuca en todo el mundo. Se ha identificado un complejo de 22 especies de ácaros, todos pertenecientes a la familia Tetranychidae, los cuales se alimentan de la yuca.

La región sur es considerada como la zona del país con mayor incidencia de ataque de ácaros a los cultivares de yuca, por ser una región semi-árida.

Las dos especies que ocasionan los daños de peores consecuencias económicas parecen ser *Mononychellus tanajoa* y *Tetranychus urticae*. El *T. urticae* se encuentra en todas las regiones yuqueras del mundo y causa pérdidas

graves, en tanto que *M. tanajoa* es nativo de América.

Las pérdidas en rendimiento como consecuencia del ataque de ácaros son considerables. En experimentos llevados a cabo en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), en Colombia, con un complejo de 4 especies de ácaros (*M. tanajoa*, *M. migregori*, *T. urticae* y *Oligonychus peruvianus*) arrojaron pérdidas de 20 a 35%, según la edad de la planta y duración del ataque.



Planta atacada por trips y ácaros.

Ciclo de vida, apariencia y hábito

Los ácaros se convierten en plagas primordialmente durante la estación seca, cuando las condiciones ambientales favorables permiten que se formen poblaciones altas.

La hembra de *Mononychellus* oviposita sobre el envés de la hoja, a lo largo de la nervadura central o de otras venas, o en las concavidades foliares. A medida que

aumenta la población de ácaros, la oviposición se realiza al azar. En períodos secos, en las hojas nuevas, las cantidades altas de clorofila estimulan la densidad de ácaros y la producción de huevos; ambas disminuyen durante y después de las lluvias. La pre-oviposición dura de 1 a 3 días, y las hembras ponen de 15-111 huevos cada una. La duración de los diferentes estadios de crecimiento bajo condiciones de laboratorio es la siguiente: huevo, 3-5 días; larva, 1-2 días; protoninfa, 1-2 días; dentoninfa, 1-2 días; y adulto hasta 30 días. La proporción

entre los sexos es de 38% de machos y 62% de hembras, y una viabilidad de los huevos del 92%. La temperatura óptima para su desarrollo oscila entre 28 y 32°C, con una humedad relativa de 60%.

El *M. tanajoa* se alimenta de las hojas jóvenes cuando éstas todavía se encuentran dentro de la yema. El viento es el principal medio de diseminación de *M. tanajoa*. Estos ácaros tejen hilos que luego emplean para descolgarse de las hojas,

siendo recogidos y transportados por las corrientes de aire a grandes distancias, esto es, se desliza a favor de la dirección del viento. La dispersión es mayor en los días calurosos (25°C), de 9:00 a 11:00 a.m. y de 3:00 a 5:00 p.m. La diseminación por humanos, animales e insectos, así como el auto-desplazamiento del ácaro, son también importantes.

Control

Se debe evitar el uso de acaricidas para controlar los ácaros. Su corto ciclo de vida estimula el desarrollo de resistencia a estos productos, y los depredadores resultan más afectados por el uso de los insecticidas que los mismos ácaros. También se ha demostrado que la aplicación de plaguicidas puede activar la fecundidad y la migración de los ácaros. Los dos métodos más importantes de control que se están aplicando son el biológico y la resistencia varietal de la planta hospedante. Se han observado numerosos depredadores que se alimentan de los ácaros, pero el de mayor importancia es la *Oligata minuta*.

Oligata minuta es un pequeño coleóptero que oviposita en las hojas de la yuca entre las colonias de *Mononychellus tanajoa*. El periodo de desarrollo es de sólo 15 - 18 días, lo que le permite reaccionar rápidamente al incremento en el número de hospedantes.

Las larvas y adultos de *O. minuta* atacan activamente todos los estados del ácaro, observándose que las larvas jóvenes tienen preferencia por los huevos y estados más jóvenes de *Mononychellus*.

En estado larval, este depredador puede consumir de 49 a 70 ácaros y de 44 a 61 huevos. En su estado adulto consumen, en un lapso de 7 a 16 días, un total de 97 a 142 huevos de ácaros.

Las poblaciones son mayores durante la época seca coincidiendo con la mayor densidad de ácaros.

B. Gusano de la flota (*Erinnyis ello*)

Este gusano es una de las plagas que mayores daños ocasiona a las plantaciones de yuca del país, porque puede defoliar

rápidamente una planta. Sólo se presenta en América.

Ciclo de vida, apariencia y hábito

En el estadio adulto, el gusano de flota es una mariposa de color gris y hábito nocturno, la cual tiene 5-6 bandas negras que le atraviesan de un lado a otro el abdomen. Poseen alas anteriores grises y alas posteriores rojizas. Los machos son más pequeños y presentan una banda negra longitudinal sobre las alas anteriores. Las hembras viven de 5-7 días y los machos unos cuantos días menos. La oviposición tiene lugar 2-3 días después de la emergencia, sobre el haz foliar, pero también puede ocurrir sobre el peciolo, los tallos y en envés de las hojas. Una hembra pone de 30-50 huevos, aunque observaciones realizadas en el CIAT, indican un promedio de 850 huevos para pares individuales. La eclosión se produce al cabo de 3-6 días.

Durante el primer estadio larval, la larva consume la cáscara de los huevos antes de trasladarse al envés de las hojas, donde comienza a alimentarse. Los cinco estadios larvales duran de 12-15 días. Las larvas prefieren alimentarse en las hojas superiores y consumen aproximadamente el 75% del área foliar total durante el quinto estadio. Parece que el contenido de ácido cianhídrico de las hojas no influye en la mortalidad de las larvas, pero la edad de la hoja sí le afecta. Todos los estadios muestran polimorfismo de color, pero esto es más común durante el tercer estadio. Los colores varían desde amarillo, verde, rojo, negro, rojo y gris oscuro al canela.

Durante el quinto estadio, las larvas pueden llegar a medir 10-12 cm de longitud; estas larvas emigran al suelo,

donde forman pupas de color castaño oscuro a negro, bajo residuos vegetales. La larva puede desplazarse a grandes distancias antes de empupar. Las pupas pueden permanecer en estado de reposo durante varios meses, pero los adultos normalmente emergen en 2-4 semanas.

Daños

Se estima como un brote del gusano de flota a poblaciones de más de 90 larvas por planta. Estas poblaciones pueden defoliar rápidamente las plantas y las larvas se alimentarán a continuación de los ápices en crecimiento y de las yemas laterales. Las plantas jóvenes pueden morir. La influencia del ataque del gusano de la flota es mayor en suelos pobres que en fértiles. Las investigaciones indican que la defoliación de plantas jóvenes (2-5 meses), disminuye en mayor grado los rendimientos que la de plantas más viejas (6-10 meses). Aunque cada larva consume un promedio de 1.11 cm² del área foliar, las plantas pueden tolerar grandes poblaciones, ya que bajo condiciones ambientales favorables puede presentarse una defoliación hasta del 80%, sin que disminuya el rendimiento de raíces.

Control

El programa de control biológico más eficaz parece ser el que aúna el parasitismo de huevos y de larvas y la depredación. Los brotes graves se pueden reducir aplicando *Bacillus thuringiensis*. No se debe recurrir al control químico, ya que la infestación es menos frecuente en plantaciones sin tratar químicamente que en las tratadas.

Parasitismo de huevos

Se han recibido informes de que *Trichogramma minutum* y *Telenomus dilophanotae* parasitan los huevos en un

94-99%. De cada huevo emerge un promedio de 23 adultos de *Trichogramma*.

Depredadores de larvas

Entre los insectos depredadores de larvas, las avispas (*Polistes canadiensis*) parecen ser las más efectivas. Cada avispa requiere varias larvas por día para su propio consumo y el de su cría. En algunos países se acostumbra a poner protectores en forma de carpas a los nidos de avispas, que se colocan en el centro de la finca de yuca. La depredación por parte de las aves también es importante.

Los parásitos de larvas

Los parásitos de larvas de mayor importancia son *Apanteles congregatus* y *A. americanus*. Estos parásitos ovipositan en las larvas del gusano de la flota, donde se desarrollan las larvas del parásito. Las larvas maduras emigran del hospedante y empupan en la epidermis, formando una masa blanca de apariencia algodonosa. Los capullos miden cerca de 3.8 cm de ancho por 4.1 cm de largo. Cada capullo contiene un promedio de 257 pupas de *Apanteles*, de los cuales emergerá aproximadamente un 80%. Las liberaciones de *Apanteles* se deben tener en cuenta en un programa de control integrado de plagas.

También se pueden controlar las larvas eficazmente con el *B. thuringiensis*, pero en su primer estadio resulta más efectivo que en los demás estadios. Otro aspecto importante al usar *B. thuringiensis* es que no afecta el parasitismo de huevos por *Trichogramma*. Cuando se aplica *B. thuringiensis*, las larvas pueden sobrevivir de 1-4 días; sin embargo, el tejido foliar que consumen puede disminuir en 86%

para el primer estadio larval, en 93% para el cuarto y en 98% para el quinto.

Las larvas y las pupas maduras se pueden destruir mediante prácticas agronómicas de control, como la labranza entre surcos y después de la cosecha, y con el control mecánico de malezas. Para las plantaciones pequeñas se recomienda la recolección manual de larvas.

C. Mosca del cogollo (*Neosilba pendula*)

Es una mosca de color azul metálico oscuro. Oviposita entre las hojas sin expandir de las puntas en crecimiento, o en una pequeña cavidad hecha por la hembra en el tejido.

El daño ocasionado por la larva de la mosca del cogollo se manifiesta por un exudado blanco a marrón que fluye del punto de crecimiento, el cual casi siempre muere.

Esto retarda el crecimiento de la planta, rompe la dominancia apical y estimula el brote de yemas laterales, las cuales también pueden ser atacadas.

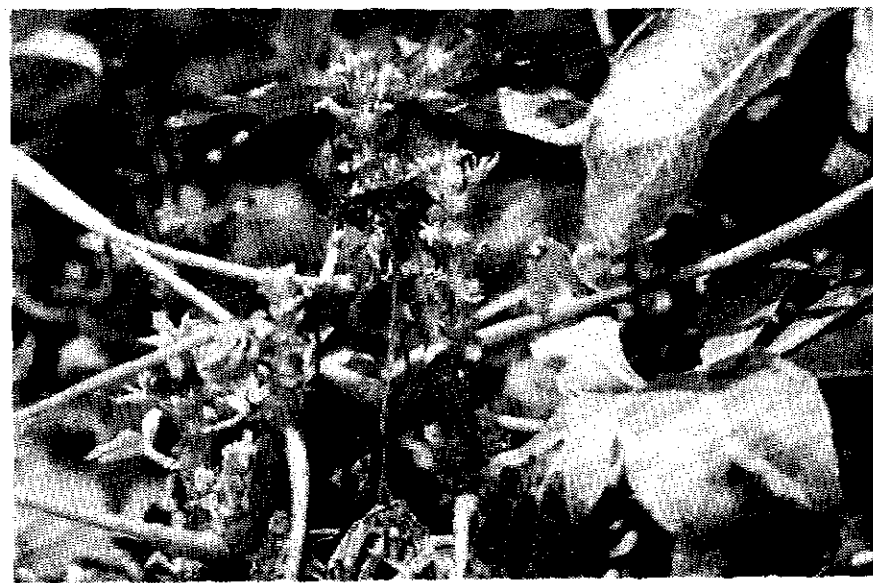
Los ataques pueden ocurrir durante todo el año, pero en muchas regiones son estacionales y tienen lugar, casi siempre, a comienzos de la estación lluviosa. Investigaciones realizadas en Colombia, Costa Rica y Florida, no han arrojado pérdidas significativas en los rendimientos, en comparación con plantas sanas.

Control

Se debe evitar el uso de insecticidas ya que no resulta rentable, pues su efectividad, en términos de aumento de los rendimientos, no está comprobada. En plantaciones pequeñas, se pueden coleccionar los cogollos afectados a mano y destruirlos. Se han observado diferencias varietales al ataque de la mosca del cogollo.

D. Trips

La especie de mayor importancia económica es *Frankliniella williamsi*, la cual ataca la yema terminal de la planta. Las hojas se desarrollan anormalmente, y las hojas jóvenes se deforman y presentan manchas cloróticas irregulares. Cuando los ataques son muy severos, los síntomas producidos son similares a los del mosaico de la yuca.



Planta atacada por el gusano del cogollo (*Siva pendula*).

Control:

Usar variedades resistentes. No utilizar control químico.

E. La mosca blanca (*Aleyrodidae*)

Ataca la yuca en América, África y Asia. Aunque al alimentarse no causan daño de importancia económica, son especialmente importantes como vectores del mosaico africano en África y en la India.

F. Chinche de encaje (*Vatiga manihotae*)

Causa daño foliar. Sobre las hojas aparecen manchas amarillas que se tornan marrón rojizo y semejan el daño causado por los ácaros. No se tienen informes sobre pérdidas en rendimiento.

12.3. Insectos que atacan el tallo

A. Langosta migratoria (*Schistocerca gambia*)

Destruye completamente los tallos y los brotes tiernos, por lo que se puede considerar como una plaga perjudicial y difícil de combatir.

B. Taladrador del tallo: *Coelosternus* spp (*Coleoptera:Curculionidae*)

Son coleópteros pequeños de 6-13 mm de color pardo, que atacan las ramas de la yuca, tienen el cuerpo recubierto de escamas. Los adultos colocan los huevos en orificios que hacen en la epidermis de una rama primaria próxima al tronco. Estos insectos sólo viven en la yuca y la destrucción de los restos de la cosecha sería suficiente para reducir la población a un nivel no económico.

C. Gusanos trozadores

Los gusanos trozadores son una plaga universal que ataca la yuca en América. Se han registrado las especies *Prodenia litura*, *Prodenia eridania* y *Agrotis ipsilon*.

Daño

Los trozadores que atacan la yuca pueden clasificarse en tres categorías:

a) **Los trozadores superficiales**, como *A. ipsilon* y *P. litura*, se alimentan de la parte basal del tallo cerca de la superficie del suelo y dejan la planta sobre el terreno. La planta se recupera y sigue creciendo.

b) **Los trozadores trepadores** ascienden por el tallo y se alimentan de las yemas y del follaje; también pueden roer alrededor del tallo, ocasionando marchitez y muerte de la parte superior de la planta. Estas larvas son de color gris oscuro a negro con franjas laterales amarillas.

c) **Los trozadores subterráneos** permanecen en el suelo alimentándose de las raíces y de la parte basal del tallo que queda bajo la superficie del terreno y causan la pérdida del material de propagación. Pueden arrancar completamente la corteza y las yemas.

Las pérdidas ocasionadas a las plantas jóvenes alcanzan el 50%, siendo necesario el resembrar.

Control

Los ataques de trozadores son esporádicos, pero ocurren más frecuentemente cuando se cultiva yuca después de maíz o sorgo, o cerca de estos cultivos. Las estacas más largas (30 cm) permitirán que las plantas se recuperen

del ataque de los trozadores superficiales. Estos insectos se pueden controlar con cebos envenenados (10 kg de afrecho o aserrín, 8-10 litros de agua, 500 gramos de azúcar o 1 litro de melaza y 100 gramos de triclorfan, para 0.25-0.5 ha).

D. Chizas o Majocá (*Phyllophaga* sp.)

Este es un gusano que reviste importancia, ya que su presencia en un suelo recién sembrado de yuca puede disminuir la germinación de las plantas hasta en un 95%. Es una plaga de la yuca en todo el mundo.

Daño

El daño ocasionado por la Chiza blanca se caracteriza por la destrucción de la corteza y de las yemas de estacas recién sembradas, y la presencia de galerías en la parte leñosa. Las estacas pueden pudrirse y morir. Cuando el ataque 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, de las raíces y de las raíces engrosadas.

Las observaciones sobre *Phyllophaga* sp. indican que esta especie tiene un ciclo de un año y que el daño más grave ocurre al comienzo de la estación lluviosa. Los

ataques tienen lugar a menudo cuando la yuca se siembra en tierra que anteriormente se había utilizado para pradera o en un terreno abandonado. Las poblaciones altas generalmente se detectan en el momento de la preparación de la tierra.

Control

Control biológico

Se han identificado varias larvas que parasitan las chizas, incluyendo varias especies de *Dielis*. Un hongo muscardino, *Metarhizium anisopliae*, es patogénico a las chizas y los estudios realizados hasta ahora indican que éste puede ser un método efectivo de control. Se han encontrado chizas enfermas bajo condiciones naturales.

E. Grillo (*Gryllus assimilis*)

Causan daño al cortar los retoños jóvenes después de su emergencia. También pueden dañar las raíces, haciendo a la planta susceptible de acame.

Para su control se pueden utilizar los mismos productos recomendados para los insectos trozadores.

Añublo bacterial (*Xanthomonas campestris manihotis*)

Es la enfermedad más grave del cultivo. Se reconoce por la presencia de manchas angulares acuosas, añublo o quemazones, marchitez parcial o total de las ramas, exudación de goma a lo largo del tallo y de las ramas verdes, muerte descendente y seca de algunos haces vasculares del tallo y de las raíces. Estos síntomas son evidentes durante 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 a una plantación por el uso de estacas afectadas. También se consideran las lluvias como un medio de propagación y se sospecha de algunos insectos como vectores de la enfermedad: gusano cachón (*Erinnyis ello*); y mosca del cogollo (*Neosilba pendula*). La mejor forma de evitar esta enfermedad es usar siempre estacas sanas.

Las otras enfermedades bacterianas son: la mancha angular bacterial de las hojas (*Xanthomonas campestris* pv. *cassavae*) y la pudrición bacterial del tallo (*Erwinia carotovora* pv. *carotovora*).

14.Cosecha

14.1.Factores que determinan la época de cosecha

El principal indicador para determinar la época de cosecha en la yuca es el engrosamiento de las raíces reservantes, lo cual es visible al exterior por grietas o cuarteo del suelo, alrededor del cuello de las plantas. Esto ocurre en general a los 8 ó 10 meses para algunas variedades, ocasión en que se pueden cosechar raíces para consumo humano inmediato.

Para la industria del almidón se cosecha de 15 a 24 meses, y a veces, cuando el mercado está saturado, a los 2 ó 3 años de vegetación.

En la República Dominicana, la cosecha se realiza manualmente y ésta es una operación que consume una gran cantidad de mano de obra y de esfuerzo físico. Esta labor representa, la mayoría de las veces, más del 30% de los costos de producción.

Si las raíces se extraen muy anticipadamente, son abundantes en látex, característica de las euforbiáceas, y no se pueden consumir. Se recomienda hacer una cosecha escalonada, pues la yuca se deteriora rápidamente. La cosecha debe hacerse de acuerdo con el consumo familiar o las demandas del mercado.

A pesar de que las raíces muy viejas se lignifican y son inapropiadas para el consumo directo, pueden servir para la preparación de harina.

En todo caso, la yuca presenta una ventaja que no tienen otros cultivos y es que su cosecha puede ser pospuesta, ya sea por escasez de mano de obra o problemas de mercado, sin representar esto grandes mermas en la producción.

14.2.Fuerzas que intervienen en la cosecha

Según investigaciones, las fuerzas que se deben conjugar en la cosecha son de dos tipos:

1.Vibración

2.Tracción

Cuando sólo se efectúa la tracción, el tallo puede quebrarse muchas veces, dejando las raíces enterradas. Es necesario combinar la vibración con la tracción, para un arranque adecuado.

14.3.Método manual

El método manual comprende dos etapas: en la primera, se cortan ramas y follaje, dejando sólo una parte del tallo principal alrededor de 20 cm, el cual sirve para efectuar el agarre y extracción de las raíces.

En la segunda etapa, o sea, una vez removido el follaje, el cual se utilizará para seleccionar las estacas, se efectúa la extracción con la porción del tallo que queda adherido a las raíces y que puede tener una longitud variable entre 20 y 40 cm.

Modalidades

a. A mano

En suelos arenosos o ligeros, las raíces se pueden arrancar a mano fácilmente, sin la ayuda de ningún implemento o palanca adicional.

a.1 Saca pico

En suelos pesados, para asegurar una cosecha completa y evitar que se rompan las raíces, se puede introducir un implemento puntiagudo debajo de las raíces, el cual sirve de palanca.

a.2 Palanca

En suelos compactos, la operación se efectúa mediante el uso de una palanca. Consiste en un palo de 2.50 a 3 metros de largo y lo suficientemente recto y firme para hacer un esfuerzo de levante.

Esta operación envuelve a dos personas: la que amarra el tallo al palo y hace la vibración, y la que hace el movimiento de palanca.

b.Método manual-mecánico

En este caso, el arranque es mecánico en gran parte, pero debe ser complementado por la acción manual.

Modalidades.

b.1 Zanjadora o surqueadora

Cuando hay suficiente espacio entre los surcos de yuca se pasa una surqueadora, con la cual se abren surcos paralelos a ambos lados de la planta. De esta manera,

las raíces quedan sobre un suelo removido y, por consiguiente, muy fácil de arrancar a mano. Este sistema tiene el inconveniente de que se pueden romper muchas raíces, lo cual puede acarrear dificultad para la conservación.

b.2 Arado de vertedera

Se ha utilizado con buenos resultados, ya que por su ángulo y curvatura ocasiona un volteo de tierra que permite aflorar las raíces. En este sistema una persona va detrás del equipo, agrupando las raíces que más tarde son recogidas.

En general, con cualquier dispositivo que se use en la ayuda de la cosecha, hay que tener en cuenta varios factores:

1.Método de siembra. Si la siembra se hace en camellones, la cosecha tiende a ser más fácil que cuando se siembra en plano.

2.Tipo de suelo. En los suelos sueltos o arenosos, la cosecha, por cualquier método, es más fácil que en suelos arcillosos o pesados.

3.Humedad del suelo. En cualquier caso, cosechar cuando el suelo está seco es más fácil que cuando está húmedo.

15. Utilización de la yuca

Las raíces de yuca constituyen aproximadamente el 50 % del peso total de las plantas al momento de la cosecha, entre los 9 y 12 meses de edad del cultivar. Las raíces pueden ser utilizadas en su totalidad para alimentación animal, especialmente, para aves y cerdos, en la forma de harina. Esta harina se obtiene después de picar las raíces completas en trozos o astillas, secarlos al sol y luego moler los trozos secos para incorporarlos como harina en los alimentos balanceados. Las raíces frescas o ensiladas pueden también ser utilizadas en la alimentación de cerdos y de ganado.

El follaje de yuca representa el 10-15 % del peso total de la planta y puede ser utilizado como follaje fresco en la alimentación de ganado. El follaje seco constituye una fuente apreciable de proteínas que puede ser usado en la alimentación de aves y cerdos. La alta concentración de pigmentos naturales en este producto lo convierte en un suplemento de estos compuestos para la alimentación de gallinas ponedoras, especialmente cuando las raciones contienen altos niveles de harina de raíces de yuca. La parte leñosa del tallo es normalmente utilizada para la obtención de estacas, las cuales son usadas para la propagación vegetativa del cultivo.

A pesar de las cualidades nutricionales de las diferentes partes de la planta, en especial de las raíces, su utilización en alimentación animal en la mayoría de los países de América Latina y, en especial, el nuestro, es relativamente restringida. Una de las razones que explica esta situación es el alto precio de las raíces frescas para consumo humano, resultante de una limitada producción del cultivo con miras al abastecimiento de dicho mercado. Las perspectivas de incrementar la utilización del cultivo para alimentación animal serán hechas realidad cuando se logren

incrementos de producción que resulten en precios de la materia prima suficientemente bajos que permitan su procesamiento para este mercado. Variedades de alto rendimiento y prácticas agronómicas que se orienten a aumentar la productividad del cultivo parecen ser estrategias tanto o más promisorias que la de aumentar el área de cultivo.

En términos de utilización, los factores más importantes son el precio de la harina o producto de yuca que se usará y su calidad, si se compara con los ingredientes que sustituiría en los alimentos balanceados. Según el CIAT, en América Latina, el mercado más atractivo para el uso de la harina de raíces de yuca en alimentación animal es la avicultura y, en menor grado, la porcicultura. Para los efectos de sustitución es necesario considerar que la harina de yuca tendría un precio equivalente al 80-85 % del precio del sorgo o del maíz; en caso de que el precio de la harina fuera menor, se podrían incrementar los niveles de inclusión en las raciones de animales domésticos, especialmente cerdos.

Aunque la utilización de las raíces para alimentación animal es uno de los mercados alternativos de mayor importancia económica para limitar la creciente importación de granos de cereales, existen otros usos que de acuerdo con las condiciones de cada lugar pueden, eventualmente, ser tanto o más rentables que el de la alimentación animal.

En resumen, los usos generales de la yuca son:

a) Alimentación Humana. Consumo fresco: raíces, hojas. Consumo seco: casabe, gari, cavac, yuca seca, harina, tapioca, yuca frita.

b) Alimentación animal: yuca cruda (raíces); yuca salcochada (raíces); harina de raíces de yuca; heno de hojas.

c) Industria: almidón, dextrinas, glucosa, alcohol.

Finalmente, a fin de propiciar sus probabilidades de éxito, deben realizarse estudios regionales o nacionales de factibilidad económica de los programas de desarrollo agroindustrial del cultivo, orientados a satisfacer la demanda de la producción pecuaria.

Con la excepción de la fabricación de casabe, en San José de Las Matas y otras áreas del país, la totalidad de la yuca cosechada en todo el territorio nacional, se utiliza como yuca fresca para consumo humano.

Para promover la industrialización de la yuca, hay que dedicar mayores esfuerzos en las áreas yuqueras, a través de un trabajo continuo y sistemático entre técnicos y productores, a fin de crear las bases de un aumento sostenido por unidad de superficie.

Para el mediano y pequeño criador de ganado vacuno y porcino de aquellas regiones donde, por condiciones climáticas y edáficas, no prospera el establecimiento de pastos y otros cultivos, sería muy ventajosa la siembra de yuca, como una forma de obtener fuente energética barata y segura para sus animales. Es importante realizar la siembra en forma escalonada, para evitar que las cosechas coincidan en su totalidad.

Una forma sencilla de suministrarla a los animales, sería picar la yuca en trozos pequeños (el picado lo puede realizar con el colín o machete bien afilado). Hay que estar consciente de que este tipo de alimentación

no satisface los requerimientos proteicos de los animales; pero como los carbohidratos son el componente mayor en una ración alimenticia, la yuca sí llena ese cometido.

15.1. Tecnología de poscosecha

La alta perecibilidad de la yuca después de cosechada es un problema grave para quienes la cultivan, la procesan, la venden, o la consumen. Algunos agricultores que siembran yuca solamente para su autoconsumo, pueden evitar el problema dejándola en el campo hasta que la necesiten y cosechar la cantidad requerida en ese momento. Realmente, en ese caso, la yuca se está almacenando en el suelo, lo que no es posible, cuando se trata de agricultores que hacen un uso intensivo de su tierra, porque deben cosechar todo el lote de una vez, para permitir la siembra del próximo cultivo.

Los métodos tradicionales de almacenamiento de yuca fresca generalmente consisten en enterrarla en el suelo o sumergirla en agua, pero son métodos que hacen casi imposible su transporte, porque se deteriora rápidamente al sacarla de su lugar de almacenamiento. Dejar las raíces adheridas a los tallos es una práctica utilizada por algunos agricultores, pues retrasa el deterioro por unos días y facilita el transporte.

Cuando se cultiva para el consumo fresco, el intermediario y el minorista asumen grandes riesgos, ya que el mercado se debe cumplir en pocos días. La yuca que no se vende rápidamente, tiene una gran posibilidad de perderse, y para cubrir ese riesgo se necesita un alto margen de comercialización. Esto aumenta el costo de la yuca fresca para el consumidor.

15.2. Almacenamiento de la yuca fresca

El deterioro poscosecha tiene que ver con dos procesos separados: los cambios fisiológicos y la actividad microbiana. El deterioro fisiológico comienza, frecuentemente, dentro de las 24 horas siguientes a la cosecha. Sus síntomas, unas estrías azules o café, correspondientes a los haces vasculares que se encuentran debajo de la cáscara de la raíz y se ven primero en las áreas cortadas y dañadas. Hay variedades cuyas raíces presentan un deterioro más lento, pero generalmente tienen un contenido bajo de materia seca, lo cual no es deseable ni para el mercado fresco, ni para el procesamiento.

El deterioro microbiano ocurre normalmente después que ha comenzado el deterioro fisiológico, pero con frecuencia se presenta una semana después de la cosecha. Este deterioro se manifiesta en forma de estrías azules o café en toda la pulpa de la raíz y en forma de pudriciones húmedas. El deterioro es más rápido en las raíces que se han estropeado durante la cosecha o que se han mojado con la lluvia.

15.3. Sistemas de almacenamiento

a) Almacenamiento en silos. Similares a los usados para almacenar papa en Europa, consisten en un pequeño hoyo en el suelo, en el cual se introducen las yucas y luego se cubren con paja. La alta humedad en los silos cura las raíces, lo cual puede eliminar por completo el deterioro fisiológico, aunque el deterioro microbiano puede seguir siendo un problema. Una desventaja grande de este sistema es que presenta resultados extremadamente variables; a veces ocurre la pudrición completa de las raíces en el silo.

b) Almacenamiento en cajas con aserrín mojado. Esto crea un ambiente de alta humedad parecido al del silo. Así las raíces se pueden almacenar hasta por dos meses, y las cajas se pueden transportar aunque son pesadas y voluminosas. Este método es costoso para el agricultor, tanto en términos de mano de obra como de insumos (el aserrín y las mismas cajas); además, requiere una selección cuidadosa de las raíces que no están dañadas, ya que el sistema no evita los problemas de deterioro microbiano.

c) Almacenamiento en fundas de polietileno y aplicando un fungicida. Se realiza un tratamiento a las raíces con un fungicida a base de Thiabendazole de muy baja toxicidad para el ser humano, y luego se empacan en fundas de polietileno. Esta técnica podría solucionar muchos de los problemas asociados con la perecibilidad de la yuca fresca para el consumo humano.

El deterioro de la yuca fresca también se puede controlar congelando las raíces. Este proceso se hace a pequeña escala en nuestro país y en Costa Rica, con fines de exportación. Es un método extremadamente costoso y, para una fuente de almidón como la yuca, resulta antieconómico en casi todos los países en vías de desarrollo.

En la actualidad a las raíces frescas destinadas tanto para el comercio interior como exterior se le aplica una delgada capa de cera que prolonga su calidad por mucho más tiempo.

La técnica consiste en sumergir las raíces por un minuto en parafina líquida con 2.2 % de un fungicida como thiabendazole (mertec), a temperaturas de 2 a 3 °C. Las raíces así tratadas no se deben exponer a los rayos solares.

16.Literatura Consultada

- 1 **AGUDELO, F., F. DÍAZ, R. BODDEN, C. PEÑA.** 1976. Notas biológicas sobre *Erinnyis ello* en yuca en la República Dominicana.
- 2 **BELLOTTI, A. AART VAN SCHOHOVEN.** 1978. Plagas de la yuca y su control. CIAT.
- 3 **CENTRO DOMINICANO DE PROMOCIÓN DE EXPORTACIONES.** 1995. Boletín estadístico. Exportaciones Enero - Diciembre.
- 4 **CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL.** 1980. Yuca: investigación, producción y utilización. Recopilado por Carlos E. Domínguez.
- 5 **COCK, J., JULIO TORO, y WILLIAM ROCA.** 1982. Multiplicación acelerada de material genético promisorio de yuca (Guía de Estudio).
- 6 **COCK, J.** 1989. La yuca, nuevo potencial para un cultivo tradicional. CIAT.
- 7 **DOMÍNGUEZ, C.** 1980. Manual de producción de yuca. Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- 8 **GUZMÁN, L.** 1983. La yuca (técnica de cultivo). Secretaría de Estado de Agricultura.
- 9 **KING, A. B. S. y SAUNDERS, J. L.** 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Administración de Desarrollo Extranjero (ODA). Londres. 182p.
- 10 **LEIHNER, D.** 1983. Yuca en cultivos asociados. Manejo y Evaluación. CIAT.
- 11 **LEÓN, J.** 1987. Botánica de los cultivos tropicales. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA). San José, Costa Rica.
- 12 **LOZANO, C., JULIO TORO, ABELARDO CASTRO, y ANTHONY BELLOTTI.** 1977. Producción de material de siembra de yuca. CIAT.
- 13 **LOZANO, J. C., A. BELLOTTI, J. A. REYES, R. HOWELER, D. LEIHNER, y J. DOLL.** 1981. Problemas en el cultivo de la yuca. CIAT.
- 14 **MONTALDO, A.** 1979. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales.
- 15 **MONTALDO, A.** 1979. La yuca o mandioca.
- 16 **MONTALDO, A.** 1991. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. IICA. San José, Costa Rica.
- 17 **REYES, J.** 1983. Yuca: Control Integrado de Plagas.
- 18 **SECRETARÍA DE ESTADO DE AGRICULTURA.** 1981. Curso nacional de yuca.

La Fundación de Desarrollo Agropecuario, Inc. (FDA), es una institución sin fines de lucro creada para apoyar la ejecución de proyectos de investigación y transferencia de tecnologías en el sector agropecuario y forestal. Para mayor información de los Programas de la FDA y en lo relacionado con esta publicación, puede dirigirse a nuestras oficinas:

**Calle José Amado Soler No. 50, Ensanche Paraíso
Apartado Postal 567-2, Santo Domingo
República Dominicana
Teléfono: (809) 544-0616
Fax: (809) 544-4727
E-mail: fda@codetel.net.do
Página de Internet: www.fda.org.do**

**Promoviendo la Investigación y la Transferencia de Tecnología en el
Sector Agropecuario y Forestal**



**FUNDACION
DE DESARROLLO
AGROPECUARIO, INC.**

Guías Técnicas

Serie Cultivos

- 1 Cultivo de papa
- 2 Cultivo de habichuela
- 3 Cultivo de guandul
- 4 Cultivo de chinola
- 5 Cultivo de ajo
- 6 Cultivo de uva
- 7 Cultivo de melón
- 8 Cultivo de guayaba
- 9 Cultivo de cebolla
- 10 Cultivo de cítricos
- 11 Cultivo de piña
- 12 Cultivo de guanábana
- 13 Cultivo de zapote
- 14 Cultivo de lechosa
- 15 Cultivo de pepino
- 16 Cultivo de mango
- 17 Cultivo de aguacate
- 18 Cultivo de repollo
- 19 Cultivo de tomate de mesa
- 20 Cultivo de ají
- 21 Cultivo de berenjena
- 22 Cultivo de remolacha
- 23 Cultivo de zanahoria
- 24 Cultivo de batata
- 25 Cultivo de cilantro
- 26 Cultivo de cajuil
- 27 Cultivo de yautía
- 28 Cultivo de plátano
- 29 Agricultura de patio
- 30 Cultivo de granadillo
- 31 Cultivo de yuca

Serie Pecuaria

1. Ganado Ovino y caprino
2. Producción de abejas
3. Producción de codorniz
4. Producción de pavo

Serie Recursos Naturales

1. Producción de acacia, eucalipto y teca

Próximas publicaciones

Serie Cultivos

- ☐ Cultivo de lechosa (2da. edición)
- ☐ Cultivo de maíz
- ☐ Cultivo de cítricos (2da. edición)
- ☐ Cultivo de cebolla (2da. edición)
- ☐ Cultivo de guandul (2da. edición)
- ☐ Cultivo de hortalizas de hojas
- ☐ Cultivo de vegetales chinos



**FUNDACION
DE DESARROLLO
AGROPECUARIO, INC.**