

MANUAL DE MANEJO AGRONOMICO DEL CULTIVO DE YUCA



PhD. ROBERTO COAQUIRA INCACARI

Cañete, Lima- Perú

2023

INDICE

INTRODUCCION.....	4
1. BOTANICA DE LA YUCA	4
1.1. ASPECTOS TAXONOMICOS	4
1.2. LA ESPECIE MANIHOT ESCULENTA CRANTZ	5
1.2.1. sinonimia.....	5
1.2.2. Clasificación intraespecífica	5
1.3. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN.....	6
2. MORFOLOGIA	9
2.1 TALLO	9
2.2. NUDOS	10
2.3. HOJAS.....	10
2.3. INFLORESCENCIAS.....	11
2.4. FRUTO.....	11
2.5. RAÍCES.....	12
2.6. COMPONENTES DEL SISTEMA RADICAL	12
2.6.3. Clasificación de las raíces reservantes.....	14
2.7. DESCRIPCIÓN DE ALGUNAS VARIEDADES	15
2.7.1. Nombre del cultivar palo verde: (fig.10)	15
2.7.2. Nombre del cultivar: Amarilla.....	16
Tallo 16	
2.7.3. Nombre del cultivar Negra Mochera.....	17
2.7.4. Descripción del cultivar Blanca Mochera.....	17
2.7.5. Nombre del cultivar Blanca Huachana	18
2.8. FISILOGIA DEL CULTIVO DE YUCA.....	19
2.8.1 Fases de desarrollo de la yuca.....	19
2.8.2. Brotación de las estacas.....	20
2.8.3. Formación del sistema radicular.....	20
2.8.4. Desarrollo de los tallos y hojas.....	20
2.8.5. Engrosamiento de las raíces.....	20
2.9.3. Reposo.....	21
2.10. ACTIVIDAD FOTOSINTÉTICA	21
2.10.2. Respuesta a la temperatura	22
2.10.3. Estrés por agua	22
2.10.4. Tipo ideal de planta de yuca.....	22
2.10.5. La toxicidad de la yuca.....	22
3. MEJORAMIENTO GENETICO	23
3.1. VARIABILIDAD.....	23
3.1.1. citología y citogenética.....	24
3.1. 2. Poliploidía	24
3.2. MORFOLOGÍA Y BIOLOGÍA FLORAL.....	24
3.2.1. Hibridación natural.....	25
4. EL MEJORAMIENTO GENÉTICO DE LA YUCA	25
4.1. OBJETIVOS DEL MEJORAMIENTO	25

4.2. MÉTODOS DE MEJORAMIENTO	26
4.3. HIBRIDACIÓN EN LA YUCA	26
4.3.1. Hibridación con otras especies	27
5.- MANEJO AGRONÓMICO	28
5.1.- SUELOS	28
5.1.1.- Fertilización	28
5.2.- FERTILIZACIÓN O ABONAMIENTO	30
5.2.1.- Elementos esenciales y micro elementos	30
5.2.2. Microelementos o Elementos menores	31
5.3.- MATERIA ORGÁNICA	31
5.4.-PREPARACIÓN DEL TERRENO	32
6. SEMILLA - ESTACAS.....	32
6.1. PROPAGACIÓN VEGETATIVA	33
7. PLANTACION O SIEMBRA	37
7.1.- ÉPOCA DE PLANTACIÓN.....	37
7.2.- DENSIDAD DE PLANTACIÓN	37
7.3.- FORMA DE PLANTACIÓN	38
7.3.1. Posición Horizontal	40
7.3.2. Posición Oblicua.....	41
7.3.3. Posición Vertical de Plantación.....	42
8. RIEGOS EL AGUA EN LA PRODUCCIÓN DE YUCA	43
8.1.- RIEGOS EN EL MANEJO	44
9. MANEJO DE PLANTAS VOLUNTARIAS, PLAGAS Y ENFERMEDADES	44
9.1. PLANTAS VOLUNTARIAS O ARVENSES	44
9.1.1. Métodos de Control de Plantas Voluntarias	46
9.2. PLAGAS.....	47
9.2.1. las plagas y su manejo.....	52
9.3. ENFERMEDADES	53
11. COSECHA O ARRANCADO	58
11.1. ETAPAS DE LA COSECHA	59
11.2. FORMAS DE COSECHA	59
12. ALMACENAMIENTO	60
12.1. TIPOS DE ALMACENAMIENTO	63
12.2. PERIODOS DE DURACIÓN DEL ALMACENAMIENTO	65
13. PRODUCTOS O VALORES AGREGADOS DE LA YUCA	66
14. COMERCIALIZACION	69
14.1.- ETAPAS DEL PROCESO DE COMERCIALIZACIÓN	70
15.- CANALES DE COMERCIALIZACION	71
17.- REVISIONES BIBLIOGRAFICAS	76

INTRODUCCION

La yuca (*Manihot esculenta*. Crantz) es uno de los cultivos de mayor importancia en los países subdesarrollados de las zonas tropicales y subtropicales por ser fuente de carbohidratos y proteínas más económicos.

El hambre y la desnutrición en África, Asia y América Latina, cada vez castigan a más de mil millones de seres humanos, que estos viven por debajo del nivel de pobreza absoluta. Actualmente, la producción de alimentos es limitada y no alcanza para cubrir las deficiencias de proteínas y lípidos.

La yuca es uno de los cultivos rustico por su alta tolerancia a la sequía, con bajo costo de producción y con rendimientos aceptables. Por tanto, este cultivo requiere solo de atención mínima para poder cumplir a cabalidad su cometido.

La yuca tiene muchas ventajas, por la facilidad de su empleo en diferentes formas en fresco, en seco y procesado. En seco se puede almacenar por mucho tiempo; aplicándole procesamiento aumentan más aun sus ventajas comparativas.

En nuestro país contamos con cultivares de yuca tanto precoces como tardíos, lo que nos permitiría cultivarla durante todo el año en la selva alta, norte y costa central. De esta manera, tendríamos una producción de forma sostenida para satisfacer las necesidades de consumo.

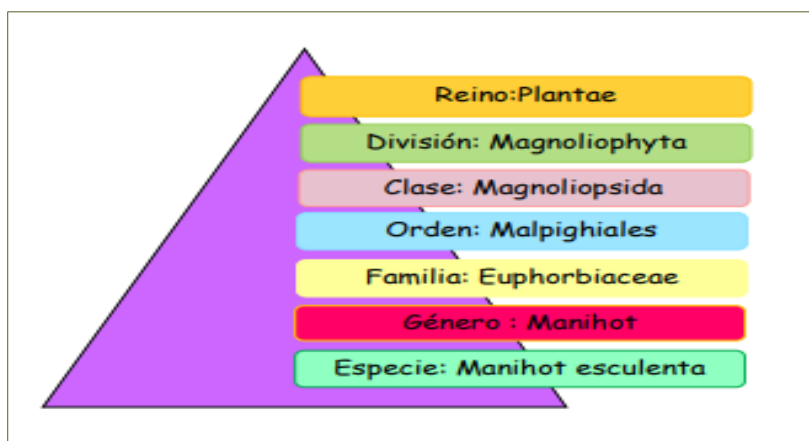
Cuando cosechamos, una planta de yuca puede ser utilizada casi en su totalidad, las raíces reservantes como fuente de hidratos de carbono (harinas, almidón), las hojas secas como fuente de proteínas (para humanos y animales) y los estacones como material vegetativo para iniciar una nueva campaña.

1. BOTANICA DE LA YUCA

1.1. ASPECTOS TAXONOMICOS

1.1.1. Biosistemática del género *Manihot*

En referencia al género *Manihot* se tiene el siguiente esquema de clasificación:



[Martín et al; 2019]

El género *Manihot* tiene alrededor de 180 especies. Que existe en el Nuevo Mundo, como nativo desde Arizona (Estados Unidos de Norte América) hasta Argentina. Una especie de *M. dominicensis*, es nativa de la Isla Española, en la República Dominicana.

En el Perú, se tiene las siguientes especies: *M. weberbaueri*, *M. peruviana*, *M. pavoniana*, *M. dulces*, y *M. linearifolia*; se asegura, además, que hay las raíces de *M. dulces* y no tóxicas.

La especie más importante en este género es *M. esculenta* Crantz.

Las especies más relacionadas a esta, para México y América Central, son *M. aesculifolia* y *M. rubricaulis*; en las Guayanas, *M. saxicola* y *M. surumuensis*; en la región comprendida entre Brasil y Argentina se tiene *M. palmata*, *M. pedicellaris*, *M. leptopoda*, *M. hemitrichandra*, *M. ferruginea*, *M. tubuliflora*, *M. zehntneri*, *M. tweediana*, *M. enneaphylla* y *M. lobata*. Además, se hace referencia a la especie de *M. pringlei* como la única especie silvestre sin indicación de contenido de ácido cianhídrico.

Esta especie es originaria de México y ofrece gran potencial para el mejoramiento de *M. esculenta*.

1.2. LA ESPECIE MANIHOT ESCULENTA CRANTZ

1.2.1. sinonimia.

La especie *Manihot esculenta* Crantz ha recibido diferentes denominaciones en el transcurso del tiempo, habiéndose recopilado las siguientes combinaciones:

- M. multifida* (*Jatropha multifida*)
- M. flexuosa*
- M. janiphoides*
- M. diffusa* (o *M. dulcis* v. *diffusa*)
- M. flabellifolia* (frecuentemente confundida con *M. tweediana*, una especie validada en Brasil y Argentina)
- M. malanobasis* (aparentemente confundida con una especie no descrita de Surinam)
- M. aipi*
- M. utilissima*

La sinonimia populares bastante, para el Perú se tiene: "abam", "adtza", "adza", "atza", "cañiri", "cuabe", "chimeca", "chubopa", "chuopa", "rumu", "cequi", "jimeca", "kamiri", "ohi", "sekachi", "timeca", y "yuca", el nombre más generalizado es el de "mandioca". En inglés se conoce: "brasilian arrow-root", "cassada", "cassava", "manioc" y "tapioca".

1.2.2. Clasificación intraespecífica

Los logros que se han tenido en la clasificación intraespecífica, han sido orientados en la actualidad, mediante la utilización de criterios modernos, hacia el manejo de la información automatizadamente para la utilización de cantidades masivas de información de los fitomejoradores. Entre las primeras clasificaciones dentro de la

especie, se tiene la agrupación de los clones en dos grupos bien diferenciados “amargas” y “dulces”, según la concentración del glucósido “linamarina”, pero esta agrupación no es claramente discriminadora y en la actualidad no es utilizada.

Desde el punto de vista agronómico, se maneja el material de *M. esculenta*, considerando los cultivares o clones, de acuerdo a la variabilidad observada, y a las características deseables seleccionadas.

En el Perú tenemos muchos cultivares de alta calidad, contándose entre los más importantes los siguientes cultivares:

- Palo verde
- Amarilla
- Negra Mochera
- Blanca Mochera
- Blanca de Huacho

1.3. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

Se considera que la yuca es originaria del Centro y sud América Brasileño, Paraguay. Posteriormente, se hace referencia que la especie tendría dos centros de domesticación: las partes secas del oeste y sur de México, incluyendo una pequeña área al norte de Guatemala, y el noroeste de Brasil. (fig.1)



Figura N°1 Origen y distribución

Respecto a evidencias arqueológicas, se encontraron restos en culturas costeñas del Perú. (fig.2) Así en la cultura Paracas se ha encontrado en los trabajos arqueológicos del sitio de Cerrillos, que data de entre 800 y 600 a.C. Incluso, se halló en las excavaciones de los fardos funerarios de esta cultura. Por su parte, la cultura Mochica

(200 d.C.) representó a la raíz en diversas cerámicas. Sin embargo, se menciona que este cultivo pueda tener más de 4,000 años de antigüedad. Actualmente, la distribución de la especie es amplia, ocupando tierras bajas y calientes de los trópicos; en el Brasil, se tiene muchos cultivares y casi 100 especies silvestres nativas; además, hay algunos cultivares en tierras frías y altas de Bolivia. La yuca es un cultivo que se ha desarrollado en una amplia área de tierras bajas y calientes de los trópicos americanos que se va del noroeste de Sudamérica (Venezuela y Colombia), hasta el noroeste de Brasil, predominando en la sección norte, los tipos de yucas dulces y en el área brasilera los tipos amargos.



Figura N°2 Evidencias arqueológicas

1.4. PRODUCCION MUNDIAL DE RAICES RESERVANTES DE YUCA 2016

REGIONES Y PAISES PRODUCTORES	Producción (millones de TM)	Área (millones de Ha)	Rendimiento (TM/Ha)
GLOBAL	203,9	18,6	10,9
AFRICA	110,5	12,3	9,0
Ghana	9,7	0,8	12,4
Nigeria	38,2	4,1	9,3
Uganda	5,5	0,4	13,5
R.D. del Congo	14,9	1,8	8,1
Angola	8,6	0,7	11,5
R.V de Tanzania	7,0	0,7	10,4
Mozambique	6,1	1,1	5,8
ASIA	55,9	3,4	16,4
Indonesia	10,5	1,2	15,9
Tailandia	16,9	1,0	17,2
India	6,7	0,2	27,9
Vietnam	5,7	0,4	14,6
AMERICA LATINA Y EL CARIBE	37,3	2,9	12,8
Brasil	26,6	1,9	13,8
Colombia	2,1	0,2	11,5
Paraguay	4,9	0,3	15,8
OCEANIA	0,2	0,02	10,8

Fuente: FAO (2016)

1.5. PRODUCCION NACIONAL (t) DE YUCA POR DEPARTAMENTOS



FUENTE: MINAGRI (2019)

1.6. PRODUCCION ANUAL DE YUCA POR DEPARTAMENTOS

REGION/DEPARTAMENTOS	INTENCIONES DE SIEMBRA 2007 – 2008			CAMPAÑA AGRICOLA			Variación (int./ 06 - 07)	
	Estimado	Máximo	Mínimo	2004-2005	2005-2006	2006-2007	%	Ha
TOTAL	112,154	136,937	90.240	99,549	100,986	100,878	11.2	11,276
LORETO	34,103	41,333	26,920	35,190	35,478	36,071	-5	-1,968
UCAYALI	11,734	14,564	8,694	8,298	9,061	8,946	31	2,789
CAJAMARCA	10,531	13,357	8,335	8,673	10,506	11,386	-8	-855
SAN MARTIN	10,346	12,636	8,125	5,273	5,538	5,502	88	4,844
AMAZONAS	10,160	12,660	8,106	10,434	9,480	8,099	25	2,061
CUSCO	7,891	8,364	7,596	8,405	7,199	7,949	-1	-57
JUNIN	6,158	7,151	5,295	5,933	5,494	5,102	21	1,057
PASCO	5,314	6,110	4,562	3,291	4,376	5,042	5	272
HUANUCO	4,759	6,026	3,961	4,390	4,398	3,997	19	763
LA LIBERTAD	2,026	2,934	1,535	1,572	1,962	2,337	-13	-311
PIURA	2,022	2,677	1,578	1,363	1,161	998	103	1,025
MADRE DE DIOS	1,595	2,135	1,234	1,873	1,446	769	107	826
LAMBAYEQUE	1,551	1,913	1,084	1,120	1,025	775	100	777
PUNO	1,211	1,375	1,099	1,155	1,181	1,238	-2	-27
LIMA	1,150	1,566	858	879	925	878	31	272
AYACUCHO	781	950	637	990	892	1,017	-23	-236
ANCASH	323	465	244	414	544	472	-32	-149
ICA	189	275	139	162	183	177	7	12
TUMBES	158	218	127	41	90	68	132	90
APURIMAC	79	118	53	50	48	34	132	45
AREQUIPA	68	104	54	42	49	23	202	46
MOQUEGUA	4	6	4	1	1	1	300	3

FUENTE: Oficina Sectorial de Estadística del Ministerio de Agricultura. 1988

2. MORFOLOGIA

La planta de yuca es un arbusto que presenta tamaño variable que está influenciado por la variedad y el ambiente del donde se produce, pudiéndose observar (fig. 4):

- Plantas bajas: Hasta 1.50 m.
- Plantas Medianas: De 1.50 a 2.50 m.
- Plantas altas: Mayores de 2.50 m.



Figura 40 la planta de yuca

2.1 TALLO

En plantas propagadas por semilla sexual se tiene generalmente un solo tallo, mientras que en aquellas propagadas de forma vegetativa el tronco se divide en cierta altura (fig. 5), las que a su vez se dividen sucesivamente dando a la planta forma de paragua, conformando un simpodio, que puede ser:

- Dicótoma (con dos ramificaciones)
- Tricótoma (con tres ramificaciones)



Figura 5 ramificación de los tallos

Por lo general, el tallo es cilíndrico, con tendencia a ser prismático y con un diámetro que varía de 2 a 6 cm. Los tallos por su posición pueden ser:

- Erectos
- Decumbentes
- Postrados

El color de tallo, que se determina en plantas adultas, puede ser según la variedad:

- Rojo
- Marrón
- Verde
- Amarillo

2.2. NUDOS

Es una prominencia con característica propia de la variedad y se compone de:

- Base de la hoja
- Yema axilar
- Dos estipulas laterales

El tamaño y la forma del nudo es una característica varietal. La distancia entre los nudos es también de naturaleza varietal, aunque es afectada por condiciones ambientales.

2.3. HOJAS

Órganos en los que la energía radiante del sol se transforma en energía química (fotosíntesis).

- Son alternas, simples y caedizas
- Son de vida corta: 1 a 3 meses
- La longitud de hoja varía de 12 a 18 cm.
- El largo del peciolo varia de 20 a 40 cm. y son delgados
- La lámina es palmada con 5 a 7 foliolos (fig. 6), aunque puede llegar en algunos clones hasta 11. El número de foliolos es menor en las hojas inferiores y no es raro encontrar láminas enteras hacia la fase el tronco.
-



Figura 6 Composición de los foliolos

2.3. INFLORESCENCIAS

Las inflorescencias aparecen en los extremos de las ramillas o en las axilas de las hojas. Son panículas (fig.7) de 5 a 15 cm. de largo provistas de brácteas basales angostas y agudas, contienen alrededor de 50 flores estaminadas y 6 pistiladas, estas en la parte inferior. A veces se encuentra flores hermafroditas y en otros casos, también inflorescencias con solo flores estaminadas.

2.4. FRUTO

El fruto es una capsula ovoide, verde (fig. 8) de 1 a 1.5 cm. de largo con 6 aristas longitudinales prominentes, onduladas y a menudo de color diferente al resto del fruto. Contiene tres celdas normalmente con una semilla en cada una. La semilla es aplanada, de perfil elíptico por el frente, de 10 mm. de largo y 5 mm. de ancho, con testa dura y brillante, cubierta de manchas oscuras. Presenta carúncula blanca y carnosa en el ápice.

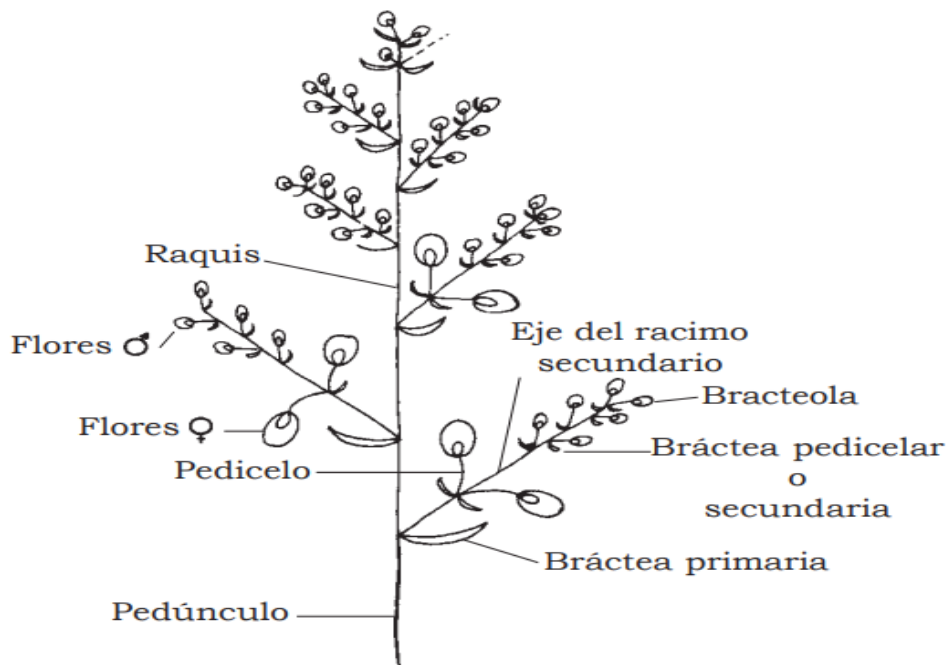


Figura: 7 Componentes de una panícula floral



Figura 8. Forma de fruto

2.5. RAÍCES

Las raíces reservantes son morfológica y anatómicamente idénticas a las raíces fibrosas (fig.9), la diferencia esencial radica en que las raíces reservantes tienen mayor desarrollo radical y alta cantidad de almidón. Este almacenamiento de almidones le da valor económico.

Las plantas generalmente tienen número bajo de raíces con una penetración profunda, por ello la planta tiene la capacidad para resistir periodos largos de sequía. Se han determinado que las raíces fibrosas de la planta pueden penetrar hasta 2.5 m.

Las plantas provenientes de semilla botánica desarrollan un sistema con raíces de segundo orden; las provenientes de estacas son adventicias.

Por lo menos de diez raíces fibrosas (3 a 10) se transforman en raíces reservantes, con tamaños de 20 a 25 cm y con diámetros que varían después de 4 a 6 cm.

El rendimiento de raíces reservantes es variable, puede ser de 1 a 3 kilogramos hasta los 20 kilogramos por planta.

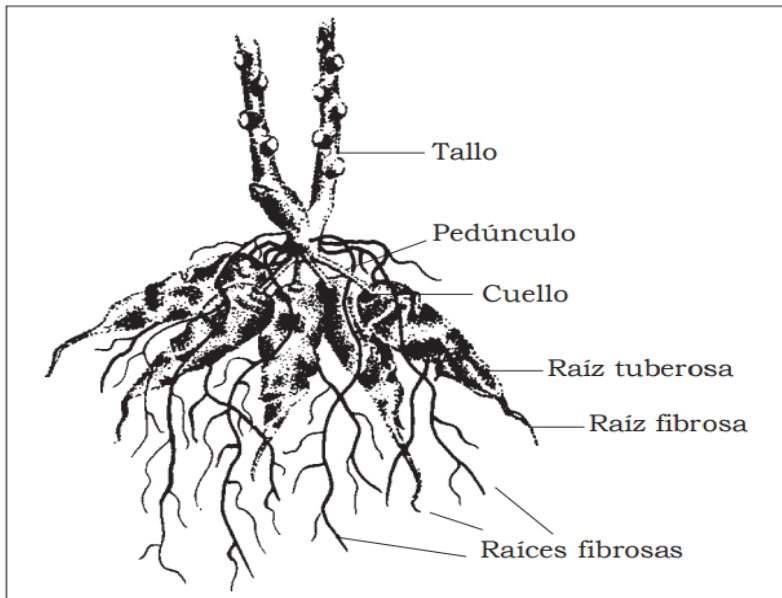


Figura: 9. Componentes de sistema radicular

2.6. COMPONENTES DEL SISTEMA RADICAL

2.6.1. Componentes externos
constituido por:

- Raíces fibrosas
- Raíces reservantes, que terminan en raíz fibrosa
- Pedúnculo, que puede ser de diferente tamaño.

2.6.2. Componentes internos
que incluye cascara, pulpa y fibras centrales.

- Cascara o corteza: formada por el peridermo o peridermis. Es una capa cortical de 1 a 2 mm. de espesor, conformada por:
 - . Esclerenquima.
 - . Parénquima cortical y
 - . Tejido del floema

La corteza, es la parte externa de la raíz (o tronco) que se separa con mayor o menor facilidad de la porción interna, que es más dura. Se puede considerar tres capas.

- Corteza externa.** - Llamada también súber o corcho, tejido de diferente coloración (generalmente café oscuro)
- Corteza media.** - Formada por el felodermis, zona donde se produce el látex.
- Corteza interna.** - Formada por el parénquima, tejidos del floema primario y secundario. En ella se encuentran los glucósidos c.

Pulpa. - Llamada también carne, cilindro central o región vascular. Es una masa solida compuesta de tejido secundario de la xilema derivada del cambium. Las células de la pulpa contienen almidón en forma de gránulos redondos. El color de la pulpa puede ser amarillo, blanco o cremoso.

Composición nutricional, vitaminas y minerales en 100 g de raíces reservantes y hojas de yuca

Composición proximal	Raíces	Hojas
Energía (kcal)	110-149	91
Humedad (g)	45.9-85.3	64.8-88.6
Materia seca (g)	29.8-39.3	19.0-28.3
Proteína (g)	0.3-3.5	1.0-10.0
Lípidos (g)	0.03-0.5	0.2-2.9
Carbohidratos (g)	25.3-35.7	7.0-18.3
Fibra dietaria (g)	0.1-3.7	0.5-10
Cenizas (g)	0.4-1.7	0.7-4.5
Vitaminas		
Tiamina (mg)	0.03-0.28	0.06-0.31
Riboflavina (mg)	0.03-0.06	0.21-0.74
Niacina (mg)	0.60-1.09	1.3-2.8
Ácido ascórbico (mg)	14.9-50.0	60-370
Vitamina A (µg)	5.0-35.0	8300-11800
Minerales		
Calcio (mg)	19-176	34-708
Fósforo (mg)	6-152	27-211
Hierro (mg)	0.3-14	0.4-8.3
Potasio (g)	0.25	0.35
Magnesio (g)	0.03	0.12
Cobre (mg)	0.2	0.3
Zinc (mg)	1.4	7.1

Fuente: <https://www.indecopi.gob.pe/documents/3015875/8274276/Biopat+78/64b980ad-121e-041b-4701-68673ace9231>

COMPOSICION COMPARATIVA DE LA RAIZ Y EL FOLLAJE DE LA YUCA EN BASE HUMEDA

FRACCIONES	RAIZ (%)	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

FUENTE: A. Montaldo 1979

COMPOSICION MEDIA DE LA RAIZ ENTERA Y DEL CILINDRO CENTRAL EXPRESADO EN PORCENTAJE

FRACCIONES	Raíz Entera (%)		Cilindro Central (%)	
	Húmeda	Seca	Húmeda	Seca
Humedad	61.0		50.0	
Proteína	1.2	3.2	1.0	1.0
Grasa	0.4	1.1	0.4	1.0
Carbohidratos	34.9	89.4	37.3	91.00
Fibra	10.2	3.1	1.1	2.7
Cenizas	1.3	3.3	1.2	2.9

FUENTE: A. Montaldo 1979

Fibras centrales. - Se encuentran en el centro de la raíz reservante, son vasos duros del parénquima y xilema. La dureza y anchura son características varietales.

2.6.3. Clasificación de las raíces reservantes

Por el tipo de inserción; pueden ser:

- **Sésiles.** - No tienen pedúnculo.
- **Pedunculadas.** - Con pedúnculos de 5 a 10 cm. de longitud.
- **Largamente pedunculadas.** - Con pedúnculos de más de 10 cm. de longitud.

Por la dirección del crecimiento; pueden ser:

- Horizontales
- Verticales
- Oblicuas

Por la forma; se clasifican:

- Cilíndricas
- Cónicas
- Fusiformes
- Irregulares

La distribución de las raíces reservantes depende de:

- Factor varietal
- Posición en la que la estaca se siembra
- Angulo de corte de la estaca

2.7. DESCRIPCIÓN DE ALGUNAS VARIEDADES

2.7.1. Nombre del cultivar palo verde: (fig.10)

Tallo

- Altura promedio 2.50 m o mas
- No ramifica
- Forma cilíndrica
- Nudos prominentes
- Posición-erecto vertical
- Diámetro 3-4 cm.
- Color verde oscuro
- Longitud de entrenudo 1.5 – 3 cm.

Hojas

- Color haz verde oscuro débil
- Color envés verde claro
- Número de lóbulos entre 7-9
- Pecíolo: forma cilíndrica
longitud promedio 25-30 cm
color verde claro con jaspe morado.
- Posición: en la parte terminal hacia abajo
en la parte media hacia abajo
en la parte inferior hacia abajo
- Filotaxis: 2/5
- Estipulas: Numero 2 pronunciado
color verde con jaspes morado

Inflorescencia

- Forma de botones: Panícula o cima
- Posición: Terminal

Raíces Reservantes

- Largo: entre 45-60 cm
- Diámetro: 4-6 cm
- Corteza: Color marrón claro
Textura áspera
grosor delgado,
de color rosado
- Pulpa: Color blanco
Palatabilidad muy buena
- Periodo vegetativo: 9-10 meses



Figura: 10 color del tallo

2.7.2. Nombre del cultivar: Amarilla

Tallo

- Altura: 1.2 – 1.3 m
- Sin ramificaciones
- Forma: Cilíndrica
- Posición: Erecta y ligeramente inclinada
- Diámetro: 2.70 cm
- Color: gris claro (a simple vista amarillento), longitud de entrenudos de 5.10 a 5.20 cm

Hojas

- Color haz: verde oscuro brillante
- Color envés: verde claro
- Número de lóbulos: 7 superiores y 8-9 inferiores
- Peciolo: cilíndrico y signoideo
- Longitud: 28.14 cm.
- Color: rojizo en el ápice y base
- Posición: hacia arriba (terminal)
hacia abajo (el resto)
- Filotaxia: 3/5
- Estipulas: 2, con 2 dientes cada uno,
color verde amarillento con pigmentación rojiza clara.

Inflorescencia

- Forma de botones en algunas plantas
- Posición terminal

Raíces reservantes

- Largo : 24.5 a 25.5 cm
- Diámetro: 4.61 cm
- Forma: cónica y gruesa
- Corteza: color: crema
- textura: lisa
- grosor: delgada

- feloderma: crema
- Pulpa: Color crema y amarilla
cuando esta cocida
palatabilidad muy buena
- Periodo vegetativo: 10 meses

2.7.3. Nombre del cultivar Negra Mochera

Tallo

- Altura promedio: 1.50 a 1.60 m
- Ramificación: Tricótoma
- Forma del tallo: Cilíndrico en la base,
prismático en la parte terminal
- Nudos: Prominentes
- Posición: Decumbente
- Diámetro promedio: 2.5 – 3.0 cm
- Color: verde oscuro a gris fuerte
- Longitud de entrenudos: 7.2 a 7.8 cm

Hojas

- Color haz: verde oscuro brillante
- Color envés: verde claro fuerte
- Numero de lóbulos: 7
- Peciolo: cilíndrico, longitud 22 a 25 cm
color verde claro
color rojizo en la base y ápice
- Filotaxia: 2/5
- Estipulas: son 2, color verde claro

Inflorescencia

- Botones color morado
- Posición terminal

Raíces reservantes

- Largo: 30.5 a 31.0 cm
- Diámetro: 4.8 a 5.0 cm
- Forma: variable (fusiforme o alargada)
- Corteza: marrón oscuro muy fuerte, textura
áspera, grosor delgado, feloderma
color rosado
- Pulpa: color blanco
- Palatabilidad: buena
- Periodo vegetativo: 10 meses

2.7.4. Descripción del cultivar Blanca Mochera

Tallo

- Altura: 1.5 a 2.0 m
- Ramificación: Ramificado
- Forma: Tricotoma
- Nudos: Prominentes
- Posición: Erecta
- Diámetro: 1.5 a 2.0 cm

- Color: verde claro
- Longitud de entrenudos: 1.5 a 2.0 cm

Hojas

- Color haz: Verde claro
- Color envés: Verde claro amarillento
- Numero de lóbulos: 5 a 7
- Pecíolo: Forma cilíndrica
- Longitud promedio: 30 a 40 cm
- Color: Verde con jaspe rojizo
- Posición: En la parte terminal inclinada hacia arriba, en la parte media horizontal, en la parte inferior inclinada hacia abajo
- Filotaxia: 3/5
- Estipulas: En número de 2, color rojizo con jaspe verde

Inflorescencias

- Forma de botones
- Posición terminal

Raíces reservantes

- Largo: 30 a 50 cm
- Diámetro: 4.2 a 5.5 cm
- Forma: Alargada y gruesa
- Corteza: Color crema
- Textura: Áspera
- Grosor: Delgada
- Pulpa: Color blanco
- Palatabilidad: Buena
- Periodo vegetativo: 10 meses

2.7.5. Nombre del cultivar Blanca Huachana

Tallo

- Altura promedio: 1.6 a 2.2 m
- Ramificación: Ramificada
- Forma: Tricotoma
- Nudos: Prominentes
- Posición: Erecto
- Diámetro: 3 a 4 cm
- Color: Verde oscuro
- Longitud de entrenudos: 2.0 a 3.5 cm

Hojas

- Color del haz: Verde oscuro
- Color del envés: Verde claro
- Pecíolo: Forma cilíndrica
- Longitud promedio: 30 a 32 cm
- Color rojo con jaspe verde
- Posición: En la parte terminal horizontal

inclinada de arriba hacia abajo,
en la parte media horizontal, en
la parte inferior horizontal

- Filotaxia: 3/5
- Estipulas: En número de 2,
prominentes, color verde

Inflorescencias

- Forma los botones
- Posición: terminal

Raíces Reservantes

- Largo: 20 a 27 cm
- Diámetro: 4 a 5 cm
- Forma: Cónica
- Corteza: Color marrón, jaspeado
- Textura áspera: Grosor, 1.5 a 2.0 cm
- Pulpa: Color
- Palatabilidad: Buena
- Periodo vegetativo: 7 a 9 meses

2.8. FISILOGIA DEL CULTIVO DE YUCA

2.8.1 Fases de desarrollo de la yuca

La planta de yuca presenta cuatro fases (fig.11) principales de desarrollo:

- Brotación de las estacas y enraizamiento
- Formación del sistema radicular o formación de RR.
- Desarrollo de los tallos y las hojas y su engrosamiento
- Engrosamiento de las raíces reservantes y acumulación de almidón en sus tejidos y materia seca

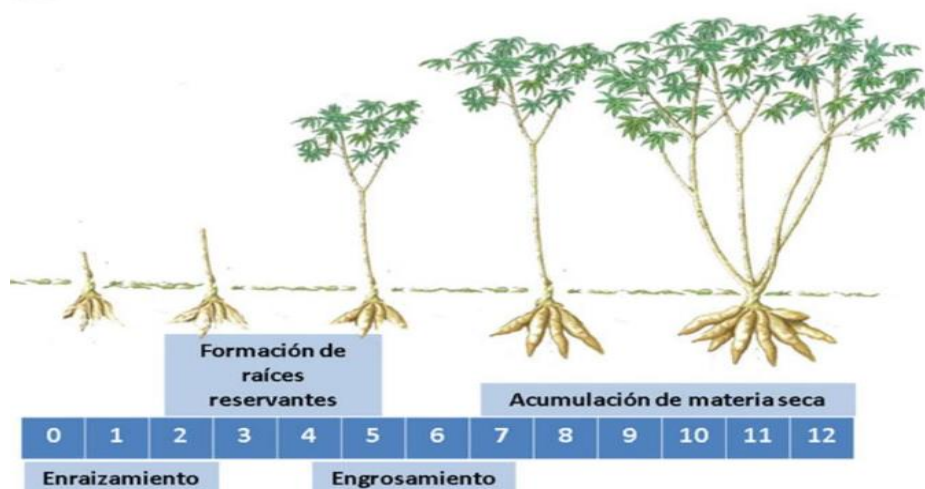


Figura 11. Etapas fenológicas del cultivo de yuca

2.8.2. Brotación de las estacas

Este periodo dura de 5 a 7 días después de la plantación, se forman las primeras raíces, a nivel de los nudos de las estacas, luego se desarrolla los tallos aéreos y a los 10 a 12 días después de la siembra aparecen las hojas. A los 15 días la plántula está constituida y la fase de brotación ha terminado.

2.8.3. Formación del sistema radicular

Es la fase de instalación, dura dos meses y medio. Las raíces que se forman al inicio desaparecen casi enteramente y las posteriores llegan hasta 50 cm de profundidad.

2.8.4. Desarrollo de los tallos y hojas

Los tallos se ramifican y las hojas se desarrollan sobre tallos y ramas; demora tres meses. Las hojas alcanzan su tamaño máximo entre 10 a 12 días y tienen una vida de 60 a 70 días en las variedades precoces y 85 a 95 en las tardías.

2.8.5. Engrosamiento de las raíces

La migración de materia de reserva, especialmente almidón comienza en la fase anterior; luego se acelera y las ramas se lignifican. En este periodo que dura cinco meses, aparecen nuevas hojas, especialmente a comienzos, pero su número disminuye progresivamente en la planta.

2.9. EL ALMIDÓN EN LA YUCA

La yuca constituye uno de los alimentos fundamentales principalmente en zonas de déficit alimentario en las partes tropicales y subtropicales de la tierra. Planta con alto contenido de proteínas en las hojas y concentración de almidones en las raíces reservantes; se almacena energía por asimilación del carbono atmosférico mediante la clorofila de las hojas.

El almidón es un carbohidrato compuesto de carbono, hidrogeno y oxígeno, estos organizados dentro de una simple molécula de azúcar: D-glucosa o dextrosa.

La formación del almidón empieza con el proceso de la fotosíntesis en las hojas de la siguiente manera:



El formaldehído formado, se polimeriza a glucosa según:



Químicamente es una mezcla de dos polisacáridos similares: la amilosa que constituye cerca del 20% del almidón, es soluble en agua, y la amilopectina que es insoluble en agua y constituye aproximadamente el 80% del almidón

El almidón se obtiene exclusivamente de los vegetales, que lo sintetizan a partir del CO₂ que los toman de la atmósfera y del agua que lo toman del suelo; la energía solar se transforma y se almacena en forma de glucosa.

Los gránulos de almidón están compuestos por capas externas de amilopectina y capas de amilosa, se compone de una macro molécula, sumando gran cantidad de moléculas de glucosa que se repiten.

2.9.1. Amilosa

Es un polímero lineal que consta de moléculas de glucosa unidas por enlaces glucosídicos α -D-(1-4). La estructura lineal de la amilosa favorece la formación de películas fuertes (retrogradación). Es pues el producto de la condensación de D-glucopiranosas.

2.9.2. Amilopectina

Es un polisacárido que contiene ramificaciones que le dan una forma molecular parecida a un árbol, unidos por enlaces α -D-(1,6) localizadas cada 25-30 unidades lineales de glucosa. Las soluciones acuosas de amilopectinas se caracterizan por su claridad y estabilidad, no se gelifica durante el almacenamiento.

2.9.3. Reposo

La planta ha perdido la mayor parte de sus hojas. La actividad vegetativa disminuye, aunque el almidón continúa migrando a las raíces. La duración de esta etapa es de 1 mes.

2.10. ACTIVIDAD FOTOSINTÉTICA

Está comprobado que la mayor cantidad de estomas se encuentra en el envés de las hojas, llegando su número de 400 a 700 por mm².

La tasa de fotosíntesis de hojas individuales cambia poco con la edad de la hoja; y, la temperatura óptima para esta función varía de 20 a 40 °C.

Está comprobado plenamente que las plantas solo convierten del 8 al 10 por ciento de la energía solar en energía química (en sustancias orgánicas). En la práctica el aprovechamiento llega solo a un 2 por ciento, entre otras causas por:

- Las plantas demoran de 3 a 4 meses en cubrir todo el suelo (el área de cultivo)
- El proceso fotosintético es limitado, porque hay poco CO₂ en la atmósfera
- Los bajos contenidos de humedad limitan el uso de la luz, afectando la disponibilidad de CO₂
- Por la poca disponibilidad de nutrientes, que limitan el uso total de luz.

El crecimiento normal de la yuca debe realizarse en condiciones de plena luz, ya que sus rendimientos dependen de alguna manera de este factor.

2.10.1. Comportamiento foto periódico

Se le denomina comportamiento foto periódico a la respuesta de la planta al número de horas luz y de oscuridad en las 24 horas del día. La yuca es una planta de fotoperiodo corto (días cortos y noches largas), de 10 a 12 horas luz, favorecen el mejor desarrollo de las raíces reservantes.

2.10.2. Respuesta a la temperatura

El crecimiento de los brotes ocurre a temperaturas de 30 a 32.5 °C. Los brotes presentan marcada dominancia apical que luego producen las hojas nuevas.

A temperaturas mayores de 24 °C las hojas alcanzan su expansión total, esto ocurre entre los 14 y 16 días después de iniciado el crecimiento. Las hojas alcanzan su máximo desarrollo a los 4 meses. La longevidad de la hoja puede llegar a los 200 días en condiciones de baja temperatura y normalmente es de 60 a 120 días.

La temperatura media en el crecimiento y desarrollo de la yuca no debe pasar por encima de los 30 °C, tampoco bajar de los 17 °C.

Diversos estudios demuestran que los rendimientos máximos se obtienen entre los 25 a 27 °C siempre que haya suficiente humedad en el periodo de crecimiento. Esto hace que el trópico húmedo y el cultivo puedan convivir todo el año (para el caso de la selva en el Perú).

2.10.3. Estrés por agua

Las plantas de yuca crecen con precipitaciones por encima de los 750 mm/año. Sobrevive en periodos secos de 5 a 6 meses. El cultivo hace eficiente la utilización del agua; en épocas secas el área foliar se reduce disminuyendo la transpiración, pues en estas condiciones las estomas se cierran.

El área foliar reducida y el cierre de las estomas durante periodos de estrés reducen la tasa de crecimiento del cultivo

Es necesario indicar que el rendimiento de los tipos vigorosos es menor que la de los tipos cercanos al ideal bajo buenas condiciones.

2.10.4. Tipo ideal de planta de yuca

Este tipo ideal está referido a la planta con máximo rendimiento en raíces reservantes.

El CIAT. ha desarrollado un modelo matemático, obteniendo que se puede esperar un rendimiento de 30 t, de raíces secas por hectárea por año, por medio de una plantación con una densidad de 20,000 plantas/ha, que ramifique a las 20 semanas, con tamaño máximo de las hojas de 500 cm² y con un buen control de plagas y enfermedades.

2.10.5. La toxicidad de la yuca

La cianogénesis es la propiedad de ciertas plantas de poder sintetizar, en ciertas condiciones, ácido cianhídrico (HCN) o sus precursores.

En la yuca se ha identificado el glucósido cianogenético B₁ glucósido linamarina, entre otros. Las reacciones observadas son:

Linamarina + agua ----- HCN + azúcar + acetona

Lotaustralina + agua ----- HCN + metil acetona

Las concentraciones de HCN en las diferentes partes de la planta varían por el carácter varietal, edad de la planta y las condiciones de crecimiento se encuentra:

Mayor concentración en:

- Hojas verdes (crecidas),
- Pedúnculos (peciolos),
- Corteza; especialmente en las raíces reservantes (RR) y de la parte inferior del tallo

Menor concentración en:

- Hojas viejas (secas) y
- Pulpa de las raíces reservantes

Los métodos de eliminación de HCN de la hoja de yuca son los siguientes:

- Secándolas a la sombra entre 1 a 5 días
- Secándolas en la estufa a 60 °C y con circulación de aire, por 48 horas.
- Secándolas al sol entre 1 a 2 días
- Lavado o prensado del material, o ambos
- Secado y calentamiento para tener un producto inocuo.

3. MEJORAMIENTO GENETICO

3.1. VARIABILIDAD

Las raíces reservantes son los órganos que representan la mayor importancia en la especie. El tamaño y la forma varían clonalmente, pudiendo ser fusiformes, cilíndricas o ramificadas; y la distribución de las raíces alrededor de la estaca y su profundidad también son características clonales. El color de xilema, o sea, la parte comestible, puede ser blanco, amarillo o rosado, según la variedad.

Las variedades de la especie varían en aspectos morfológicos, fisiológicos, con adaptación a suelos particulares, enfermedades y plagas. Esta diferencia entre variedades sugiere una enorme variabilidad genética y un alto grado de plasticidad de la especie.

La variabilidad estaría explicada por las mutaciones somáticas comunes a los cultivos propagados vegetativamente y al cruzamiento con introgresión a especies relacionadas. Además, se puede tomar en cuenta la naturaleza poliploidía de la especie, la que también tiende a conservar la variabilidad.

3.1.1. citología y citogenética

En la familia de las Euphorbiaceae, el número cromosómico básico es usualmente 8, pero ocurre números básicos de 6 a 11. La familia ha variado, tanto a través de euploidia, como la aneuploidia. Para el género *Manihot* se considera el número básico $x = 9$. El número encontrado por *Manihot esculenta* es de $2n = 36$.

Se considera que la naturaleza poliploidía de la especie es de origen alopoliploidía, antes que auto poliploide. De esta manera, es probable que exista o haya existido especies de *Manihot* con 18 cromosomas que si son encontradas darían muchas luces al estudio del origen de *M. esculenta*. En tetraploides artificiales, el mismo autor hace referencia de una condición significativa de la fertilidad asociada a una meiosis irregular, que demostraría un comportamiento de la especie como si fuera diploide, aun cuando su alto número de cromosomas sugiere que es poliploide. Por otra parte, en especies silvestres, han encontrado meiosis regular con $n = 18$ y viabilidad de polen sobre 90%; entre estas especies silvestres tenemos: *M. zehntneri*, que es considerada como muy relacionada a *M. esculenta*.

3.1. 2. Poliploidía

La poliploidía encontrada en *M. esculenta*, se ha inducido por medio de colchicina. Se ha logrado obtener autotetraploides y además, estos poliploides han sido exitosamente utilizados en la obtención de triploides.

Por inducción con colchicina, se obtiene un octoploide ($8x = 144$) y algunos tetraploides ($4x = 72$).

3.2. MORFOLOGÍA Y BIOLOGÍA FLORAL

Las flores de *M. esculenta* tienen cinco sépalos que miden 7-15 mm de largo y 2-6 mm de ancho. El color de los sépalos es, en la cara interna, verde claro a rojo violeta. El botón de las flores femeninas es cónico y más voluminoso que el de las flores masculinas, que es redondeado. Los botones varían en coloración, del verde al púrpura verdoso. Las flores masculinas tienen 10 estambres en dos verticilos, pudiendo ser androesteriles (anteras blancas) o androfertiles (estambres de color amarillo naranja).

Las flores femeninas presentan ovario trilobulado uniovulado: el estigma es sentado y trilobulado, pudiendo ser de color blanco, rosado o naranja. Este carácter es varietalmente importante.

En esta especie, es normal la protógina, o sea, las flores pistiladas se abren 6 a 10 días antes que los estambres viertan el polen, y cuando este proceso se inicia, las flores pistiladas ya están marchitas. En condiciones favorables de temperatura y humedad hay variación de hora de apertura de las flores estaminadas. Las flores pistiladas abren a media mañana y permanecen abiertas hasta la tarde. En general, las flores estaminas, abren a mediodía.

Se hace referencia al hecho de que la evaluación de la yuca a partir de tipos silvestres hacia las variedades actuales con alta producción de raíces, y por reemplazo de la reproducción sexual por la vegetativa, se ha reducido la fertilidad.

Se tiene referencia de anomalías reproductivas, tales como esterilidad masculina, aunque no presentan anomalías meióticas. En contraste, se hace referencia a la presencia de gran número de aberraciones cromosómicas en líneas con esterilidad masculina. Por otra parte, se ha reportado meiosis irregular, que da lugar a monadas, diadas, triadas y pentadas, así como también tétradas normales.

La esterilidad masculina se ha planteado utilizar en esquemas de Programas de Mejoramiento. Pero, la limitación de su utilización a gran escala sería el número de semillas que se podría producir; aunque para esto se puede planear un sistema de policlones.

3.2.1. Hibridación natural

No se ha determinado aun una adecuada demostración del modo de polinización cruzada natural de *M. esculenta*. Se asume que la polinización ocurre por el viento, no obstante, desde que no se produce abundante polen, la distribución y polinización por el viento sería inefectiva; aunque las flores no son llamativas contienen néctar en abundancia, siendo visitados con frecuencia por moscas y otros insectos depositando algunos de ellos sus huevos en las flores destruyendo muchas, especialmente estaminadas.

4. EL MEJORAMIENTO GENÉTICO DE LA YUCA

4.1. OBJETIVOS DEL MEJORAMIENTO

Incrementar el rendimiento en raíces reservantes y contenido de materia seca total, en zonas de baja productividad con costos bajos de producción.

Aumentar la calidad culinaria de las raíces reservantes, considerando las siguientes características:

- Alto contenido de almidón (como alimento energético)
- Bajo contenido de ácido cianhídrico (HCN)
- Buena calidad de cocción

Selecciones de plantas por resistencia o tolerancia a las plagas y enfermedades

Necesitamos variedades o clones que reúnan las siguientes condiciones:

- Que, en lo posible, tengan un solo tallo vigoroso
- Alto valor en la relación raíz/tallo, en peso
- Óptimo índice de área foliar
- Ramas con entrenudos cortos, así se tendrá mayor follaje
- Con 8 a 10 raíces reservantes por planta y 30 cm de largo por 6 a 8 cm de diámetro.
- Precocidad en engrosamiento de las raíces reservantes
- Alto contenido de materia seca (de 35 a 45%)
- Resistencia a la sequía y exceso de humedad
-

4.2. MÉTODOS DE MEJORAMIENTO

Introducción. De preferencia de los países que son centro de origen, por contar con la más alta variabilidad genética de la especie.

Selección. Consiste en seleccionar los mejores cultivares por pruebas de rendimiento y calidad, forma y tamaño de las raíces reservantes, periodo de madurez, porcentaje de materia seca, etc.

Hibridación. Que puede ser:

-*Hibridación interespecífica.* Es el cruce entre dos especies diferentes., eje.: Manihot esculenta x Manihot glaziovii.

-*Hibridación intervarietal.* Es el cruce entre variedades de misma especie, considerando que las variedades tengan buena capacidad combinatoria, siguiendo el proceso de:

- Selección de progenitores
- Hibridación (a mano)
- Variedad A x Variedad B
- Obtención de la F₁
- Almacigado
- Selección

-*Autofecundación.* Fecundación de los óvulos por el polen de la misma flor. En la yuca es una autofecundación indirecta, donde el polen necesita el concurso de algún agente extraño.

-*Mutaciones.* Alteraciones producidas en la estructura o en el nombre de los genes o de los cromosomas de un organismo vivo y que se transmite a los descendientes.

-*Mutación somática.* La que afecta a las células que no sean las sexuales, sino a cualquier célula o tejido meristemático.

4.3. HIBRIDACIÓN EN LA YUCA

Entre los métodos de cruzamientos artificiales, dentro de la especie, tenemos:

- Cruzamiento por polinización abierta
- Cruzamiento por polinización controlada. Esta polinización puede ser controlada puede ser artificial o natural; en la polinización artificial controlada el porcentaje de éxito no es superior al 40%
- Cruzamiento por polinización natural con castración. La yuca es una planta alógama pues el transporte del polen es entomoanemófilo. Por lo tanto, se puede como en el maíz colocar líneas progenitores femeninas entre las líneas progenitoras masculinas.
- Cruzamiento por polinización controlada natural sin castración. Se necesita establecer un plantel aislado de un progenitor masculino y colocar al centro los progenitores femeninos que poseen flores androestériles. Todas las semillas recolectadas de estas últimas serán híbridadas.

Una de las principales dificultades para la obtención de líneas endocriadas en yuca es la dicogamia y la reducción del vigor que trae asociada una disminución de la floración, aunque se considera que el cruzamiento de líneas endocriadas es la mejor vía para el mejoramiento de esta especie.

La endocría en las especies lleva generalmente a la depresión de características tales como el rendimiento. Para el caso de yuca se ha logrado plantas de más uniformidad. Es posible que, con tales individuos, se puede producir híbridos en los que se pueda predecir las características. Además, con la endocría, se lograría combinaciones homocigóticas de genes para ciertas características, incrementándose la intensidad de las mismas. De esta manera podría revelarse la existencia de genes tanto beneficiosos como deletorios.

En general, es fácil de realizar las cruzas intervarietales, desde que presenta dicogamia sincrónica (lo que nos asegura la alogamia). No obstante, hay un aspecto limitante, en el desconocimiento del genotipo de los posibles progenitores. Esto nos obliga a la realización de cruzas en las que solo se tiene selección fenotípica de los progenitores. Normalmente, la yuca presenta individuos de características en condición heterocigota para algunos casos y homocigota para otros. El híbrido resultante será completamente heterocigota para otros. El híbrido resultante será completamente heterocigota y de composición genética desconocida. Se puede afirmar que este método es potencialmente válido desde que la especie presenta variabilidad para casi todas las características deseables. Un solo aspecto parece escapar a este propósito, sería el de contenido de HCN, pero los trabajos de tecnología de alimentación (procesamiento), permite obtener el producto con niveles muy bajos de HCN y utilizables sin riesgo

4.3.1. Hibridación con otras especies

Esta metodología de hibridación es la que más se ha utilizado en *M. esculenta*, con fines de mejoramiento. El caso más exitoso es el de *M. esculenta* con *M. glaziovii*, para llevar a los primeros genes de resistencia a virus. Otras hibridaciones han sido realizadas, como en el caso de *M. esculenta* con *M. dichotoma*; pero en general, la F₁ muestra esterilidad parcial. Una hibridación exitosa ha sido realizada con *M. melanobasis*, pero se considera que las investigaciones realizadas no han sido hechas con una determinación precisa de la especie utilizada. Se sugiere que la *M. melanobasis*, pero se considera que las investigaciones realizadas no han sido hechas con una determinación precisa de la especie utilizada en el cruzamiento, se sugiere que la *M. melanobasis* utilizada en cruzamiento es un cultivar de *M. esculenta*, por lo que estaríamos frente a un cruce intervarietal y no como con una hibridación interespecífica.

FUENTES DE GENES UTILES EN ALGUNAS ESPECIES SILVESTRES DE MANIHOT

ESPECIES	Abrev.	Características útiles
<i>M. alutacea</i>	alt.	Resistencia a ácaros
<i>M. angustiloba</i>	ang.	Alto contenido de almidón
<i>M. anisophylla</i>	aph.	Alto contenido de almidón
<i>M. attenuata</i>	att.	Tolerante a temperaturas frías
<i>M. carthaginensis</i>	cth.	Tolerante a sequía y a la alta actividad de carboxilasa del PEP
<i>M. chlorosticta</i>	chl.	Tolerante a suelos salinos

M. dichotoma	dch.	Resistente al virus del mosaico africano y tolerante a la sequía
M. esculenta sbsp. Melanobasis	esc.	Alto contenido de proteínas
M. filamentosa	fmt.	Alto potencial como forraje
M. glaziovii	gla.	Tipo enano
M. glacilis	gcl.	Resistente al virus del mosaico africano
M. grahami	grh.	Tolerante a bajas temperaturas estacionales
M. guaranítica	gut.	Tolerante a bajas temperaturas estacionales
M. irwinii	irw.	Tolerante a toxicidad de aluminio
M. longipetiolata	lon.	Tipo enano
M. neusana	neu.	Resistente a piojo harinoso
M. orbicularis	orb.	Tolerante a toxicidad de aluminio
M. peltata	pel.	Tolerante a suelos ácidos
M. pohlii	poh.	Resistente a piojo harinoso
M. pringlei	pri.	Bajo contenido de cianuro
M. pseudoglaziovii	pse.	Resistente al anublo bacteriano y a la alta actividad de carboxilasa del PEP
M. reptans	rpt.	Resistente al anublo bacteriano
M. sagittato-partita	sag.	Tolerante a suelos ácidos
M. tripartita	tpa.	Tolerante a toxicidad de aluminio
M. tristis	tst.	Alto contenido de proteína y almidón

PEP = Abreviatura de "Fosfoenol piruvato" en inglés

FUENTE: Boletín informativo CIAT:

5.- MANEJO AGRONÓMICO

5.1.- SUELOS

5.1.1.- Fertilización

Para la yuca y demás raíces reservantes (RR) recomiendan suelos sueltos, profundos y orgánicos. Observaremos mejor crecimiento y desarrollo en suelos fértiles (presencias de macro y micro elementos), bien drenados (suelos para la circulación del aire y líquidos), de pH neutros (o cercanos a pH 7) y orgánicos para buena retención de la humedad.

Es adecuado suelos con textura francos o francos arcillosos.

El pH ideal para esta especie cultivada es de 6 a 7; pudiendo producir raíces reservantes dentro de los rangos 3.8 a 7.8. Tolerando suelos ácidos o de pH muy bajos debido a su característica o habilidad para crecer en suelos con alto nivel de aluminio, como es el caso de la selva.

Existen limitantes en los suelos pesados por falta de aireación que determinan el crecimiento de las raíces.

En suelos sueltos muy arenosos tendremos problemas con los riegos.

La yuca no tolera nivel freático alto, tampoco nivel alto de salinidad que limita el desarrollo de la planta; puede tolerar de 4 a 8 mmhos/cm suelos alcalinos o salinos.

Cualquiera sea el suelo debe proporcionarle adecuado medio físico tanto a las raíces fibrosas, como a las reservantes (RR).

La profundidad media de los suelos para la producción de RR debe ser 30 a 40 cm. Por su alta rusticidad, tolera condiciones adversas del suelo, produciendo en medios ácidos o infértiles, donde otras especies no prosperan.

Haciendo memoria, un poco de historia para evitar la “competencia” con los otros cultivos, se establecieron las plantaciones en suelos marginales; es así como tradicionalmente se ha manejado la especie cultivada Yuca, sin aplicarle fertilizantes inorgánicos, con resultados satisfactorios en rendimiento de raíces reservantes.

Características del suelo para la producción de Yuca.

Características	Rango optimo	Rango marginal
Pendiente (%)	0.8	8 - 15
Drenaje	Bien drenado	Moderadamente drenado Excesivamente drenado
Textura	Franco limoso Franco arcilloso	Franco arenoso-arcilloso
Fertilidad	Alta	Baja
Salinidad (m S/cm)	0	2 - 4
Ph	5.2 – 7.0	4.5 – 8.2
Contenido CaCO ₃ (%)	0 – 1	1 - 10

Fuente: Villamayor, 1988; en Montaldo 1996

Evitar la pudrición de las raíces de la yuca, es el buen manejo de la humedad (no encharcar); recomiendan plantar en suelos permeables

Clasificación de los suelos para el cultivo de la yuca:

- Buenos. -
 - . con perfil profundo, suelo sin limitación.
 - . textura media a gruesa, bien drenado.
 - . alta materia orgánica, pH 6-7
- Regulares. -
 - . suelo con limitaciones
 - . perfil moderadamente superficial
 - . textura media a fina, bien drenado
 - . bajo en materia orgánica, pH 5-6
- No aptos. -
 - . severas limitaciones, texturas extremas
 - . tierras superficiales, duras
 - . mal drenados, bajos en materia orgánica
 - . pH extremos < 5 o > 7.5

5.2.- FERTILIZACION O ABONAMIENTO

Esto o las cantidades se determinan con el análisis de fertilidad que con el muestreo del suelo se tiene conocimiento. Así se sabrá lo que tiene el suelo o lo que le falta de los macros y micro elementos.

La extracción de nutrientes del suelo depende de los rendimientos obtenidos a la cosecha en raíces reservantes (RR) y el follaje

5.2.1.- Elementos esenciales y micro elementos

Nitrógeno (N)

La yuca demanda del nitrógeno para su etapa de crecimiento (tallos, raíces y otros órganos vegetativos). El nitrógeno es componente de la proteína, la clorofila, las enzimas, hormonas y vitaminas.

La alta dosis o exceso provoca aumento de proteínas en las raíces reservantes y disminuye el contenido de almidón, incrementa contenido de HCN, prolonga el periodo vegetativo. Esto para tener mayor número de estacas o mayor cantidad de harina en el follaje. Experimentos con altas dosis de nitrógeno (más de 100 kilogramos/hectárea), el cultivo no respondió al tratamiento.

Fosforo (P)

Su deficiencia reduce el crecimiento. Esto se puede determinar por análisis de planta, del suelo o experimentos en el campo, donde se observa clorosis en las hojas inferiores.

Se le utiliza en el proceso de transformación y translocación de almidones (síntesis de almidón), favorece el desarrollo radicular. Por lo tanto, el fosforo es importante en el manejo de la yuca.

Potasio (K)

Su deficiencia produce reducción en la altura plata, tallos delgados, hojas pequeñas. Ayuda en la translocación del almidón. Le da resistencia contra las plagas y las enfermedades. La deficiencia de este elemento se corrige aplicando productos como:

- . cloruro de potasio 60%
- . sulfato de potasio 50%

Azufre (s)

El elemento azufre es componente básico de varios aminoácidos. Por lo tanto, es necesario para la síntesis de las proteínas.

Cuadro N° Nutrientes Extraídos por la Yuca en diversos suelos

Suelo	Parte de la Planta	Elemento extraído Kg/ha			Rendimiento TM/ha
		N	P	K	
Fértil	Raíces	153	17	185	42
	Tallos	100	11	65	
Arcilla	Raíces	178	20	91	26
Lateríticas	Tallos	107	16	31	
L. alto fosforo	Raíces	138	28	24	8
Bajo potasio	Tallos	108	24	12	

Fuente: A. Montaldo 1979

Cuadro N° Rendimiento en peso fresco de Raíces Reservantes con presencia de Nitrógeno en Kg/ha

Bloques	60 Kg/N/Ha Kg/Ha	120 Kg/N/Ha Kg/Ha
I	17,045	20,227
II	15,909	13,863
III	13,181	11,136
IV	18,636	20,681
V	17,045	21,363
VI	14,545	16,136

Fuente: J. Brambilla; J.C. Bernuy

Calcio (Ca)

El calcio en actualidad es muy importante en cultivo de yuca felizmente está presente en el suelo tropical, derivado de los minerales calcáreos, su ausencia afecta el desarrollo.

El Ca. desempeña una función importante en la regulación del agua en la planta. El uso excesivo de cal puede inducir deficiencias de potasio, magnesio, hierro, manganeso o cobre y especialmente el zinc.

Magnesio (mg)

Su presencia es importante por actuar en la formación de clorofila; regula asimilación del fosforo. Con actuación esencial en el proceso de la fotosíntesis. El resultado de su deficiencia es la clorosis y amarillamiento.

5.2.2. Microelementos o Elementos menores

En los suelos tropicales la deficiencia de los elementos: boro, zinc, cobalto y cobre son raros.

Cuando se presentan clorosis en la plantación están relacionados con los residuos calcáreos de moluscos.

Los micronutrientes desempeñan funciones múltiples, actúan como cofactores, como enzimas (sustancia que acelera la reacción bioquímica).

El manganeso también está relacionado con el proceso de la fotosíntesis.

5.3.- MATERIA ORGÁNICA

Los suelos tropicales son en general muy bajos en contenido de materia orgánica (1-2%). La acción de la materia orgánica en los cultivos tropicales es:

- Aumenta el poder de retención de los cationes (nutrientes).
- Aumento de elementos nitrogenados al suelo.
- Mejora las condiciones físicas del suelo

- Evita el lavado, la pérdida por erosión de los elementos.

Deficiencia de los elementos nutritivos

La capacidad de absorción de los elementos depende de:

- Del cultivar o variedad
- Del ciclo o periodo vegetativo de la especie cultivada
- De la densidad de siembra.

La deficiencia de los elementos nutritivos se determina tomando en cuenta:

- Observando los síntomas de deficiencia característica.
- El análisis del suelo y la planta
- La aplicación de elementos y observación de la respuesta de la planta

Toxicidades por: Elementos, Salinidad y Alcalinidad

De acuerdo a las zonas donde se maneja la especie cultivada (costa, valle interandino cálido o selva) yuca, puede ser afectada por la presencia de aluminio (Al), boro (B) y manganeso (Mn). Aunque la yuca es bastante tolerante a suelos ácidos (en la selva), es sensible a pH alto y a los problemas que ocasionan la salinidad, la alcalinidad y el mal drenaje.

5.4.-PREPARACIÓN DEL TERRENO

A. Suelo de Selva

En suelo virgen con siembra directa, debe de cumplirse las siguientes etapas:

1. Rozo o tumbado de plantas (matada)
2. Secado de la vegetación rozada
3. Juntado o hacer rumas con ramas secas
4. Quemado – en rumas (montones)

Seguidamente se hace la plantación de estacas en hoyos enterrando o dejando 2/3 de la estaca libre y 1/3 enterrado a inicios de la época de lluvias.

B. Suelo en Costa

Buena preparación semi-mecanizada en terreno limpio y humedad a punto; será:

1. Aradura. - para remover a una profundidad de 20-30 cm.
2. Rastra. - para desterronar y limpiar de rastrojos.
3. Grada o rastra pesada. - con el objetivo de nivelar y mullir el terreno
4. Surcado. - a la densidad determinada

6. SEMILLA - ESTACAS

La semilla botánica o sexual de la especie es utilizada en programas de mejoramiento genético, para seleccionar nuevos clones con un objetivo específico.

La semilla vegetativa o asexual es para el mercado, tratando de alcanzar buenos rendimientos y calidad

La semilla de origen sexual germina en un alto porcentaje, a una temperatura media de 35°C. Así la temperatura óptima de germinación varía de 25 a 35°C.

La yuca es una especie arbustiva o semi-leñosa de crecimiento perenne, presenta características en condición heterocigótica. Esta característica de heterogeneidad en una plantación permite desarrollar nuevas variedades. Existen referencias de que se introdujo a la India, desde Sudamérica pocas accesiones; pero ahora se encuentra en la India más de 1000 cultivares.

Para la propagación vegetativa o comercial con líneas para el mercado, recomiendan utilizar estaca-semilla frescas, provenientes de plantas maduras. Las estacas-semilla almacenadas generalmente tienen menor porcentaje de brotación, vigor y rendimiento.

La brotación de las estacas-semilla es muy sensible a los cambios de temperatura. Este proceso ocurre a la temperatura ideal de 28.5 a 30°C; se inhibe a temperatura por encima de 37-39°C o inferiores a los 12 a 17°C.

Hoy se cuenta con nuevas técnicas de propagación vegetativa o asexual, se tiene referencia de trabajos exitosos que se realizaron para la propagación como:

- El enraizamiento de hojas. - nueva forma de propagación
- El cultivo de tejidos. - que facilita la multiplicación.

Son métodos que facilitan la multiplicación de plantas o individuos libres de enfermedades, sobre todo de virus que para el caso de yuca representa una de las mayores limitaciones en muchas partes del mundo.

6.1. PROPAGACIÓN VEGETATIVA

La propagación comercial de la yuca se realiza por medio de las estacas-semilla que son ramas o partes verdes del tallo maduro. Estacas que se plantan sin raíces, que se planta o entierra para que se haga una planta: una planta madura de yuca produce de 8 a 10 estacas-semilla, y una hectárea de yuca produce estaca-semilla para cubrir de 4 a 6 hectáreas.

Las características que deben tener la estaca-semilla de yuca son: sanidad, calidad y soportar el almacenamiento.

6.2. CALIDAD DE LA SEMILLA-ESTACA

La calidad de las estacas está determinada por las condiciones siguientes:

- Provenientes de tallos maduros (7-17 meses)
- El número de nudos por estaca (3-4 a 7 nudos) (fig.12)
- Diámetro de las estacas (3 a 6 cm de diámetro)

Se deben de prevenir, para que la estaca-semilla no sufra daño o deterioro alguno en los siguientes momentos:

- Al momento de cortar la estaca-semilla, hacerla en ángulo recto y en el aire, sin apoyo del estacón.
- Al momento del transporte, en jabas bien colocadas

- Al momento de la siembra, sin aventarlas ni pisarlas.



Figura 12 Numero de estacas

Selección de Semilla-Estaca

- Recomiendan que deberían estar sanas (ser de calidad) y tratadas (con pesticidas), para que puedan durar por más de 30 días.
- Se deben de cortar la estaca-semilla de la parte media o basal del estacón en el campo en el momento de la plantación.
- Tener en cuenta la cantidad y tamaño suficiente de estacas-semilla.

Las estacas-semilla se cortan de los tallos maduros (estacón) deshojados y despuntados en 1/3. Para el corte utilizar estacones no muy verdes (menores de 6-7 meses) ni mayores de 18 meses (porque son muy fibrosas)

Indican que la estaca-semilla será buena cuando su diámetro medular sea igual o menor al 50% de la estaca.

El número de nudos de las estacas-semilla no deben de ser pocos porque se deshidratan rápido o los patógenos los pueden invadir cuando el campo no está bien preparado; tampoco deben ser muchos porque se necesitaría muchos estacones y costos. Si la estaca-semilla se corta de estacón maduro (tallo maduro) de 3-5-7 nudos con una longitud promedio de 5-10-15 cm.

El diámetro o grosor de la estaca-semilla sumado al carácter varietal le dan la capacidad de germinación a las mismas.

Resumiendo, las características de las estacas-semilla son las siguientes:

- Es una sección de tallo maduro 3-7 nudos
- Se debe preparar el mismo día ó uno antes de plantación.
- Se recomienda cortar de la parte media o basal del estacón
- El tamaño promedio debe ser de 5-15 cm.
- Estacas-semilla gruesa, darán plantas vigorosas.

- A veces las estacas-semilla son sometidas a tratamiento especial con hormonas (AIA), fungicidas, insecticidas y nematocidas.

En el manejo de las estacas es muy frecuente observar daños mecánicos, estos son debidos a:

- Golpes. - por las pisadas o aventarlas.
- Fricciones. - por la mala colocación para ser trasladada
- Heridas. - por el mal corte (método)

Es recomendable y bueno que los cortes de estaca-semilla se hagan con machete afilado o con sierra circular. Este corte debe hacerse en ángulo recto, para que presente menor área libre o expuesta a posible daño, para que el enraizamiento sea uniforme y en contorno.

Almacenamiento de Estacones

Generalmente se someten a almacenamiento los estacones (tallo completo deshojado). Esto dura desde la cosecha (arrancado) hasta la próxima siembra o plantación.

El almacenamiento de los estacones, por lo general reduce la brotación debido a:

- Deshidratación. - expuestos al calor
- Ataque de patógenos, plagas
- Daños ocasionados en el manipuleo.

En el tiempo de almacenamiento de estacones y estacas-semillas ocurre la brotación de las yemas, la deshidratación, el ataque de plagas y enfermedades. El periodo o tiempo de almacenamiento es un indicativo para comparar las estacas-semilla y medir el porcentaje de brotación.

De lo anterior se deduce que cualquiera sea la forma de almacenamiento, se produce pérdida de un porcentaje de la población a la siembra. Por trabajos realizados, se ha determinado que con semillas almacenadas por 30 días y tratadas con fungicidas antes de su almacenamiento, se logró en el campo 90% de brotación.

En la preparación de la estaca-semilla se deben descartar las puntas de estacón (1/3 superior) o los extremos del mismo. Cuando se trata de eliminar la base de tallo (estacón); este debe ser de 10-15 cm por encima del cuello de la planta.

El almacenamiento de los estacones de donde se cortarán las estacas-semilla se debe hacer:

- En un lugar sombreado, un lugar al aire con techo.
- Alto porcentaje de humedad relativa 80-85%.
- Temperatura media de 20-23°C.
- Colocar los estacones en posición vertical.

6.3. MÉTODOS DE MULTIPLICACIÓN RÁPIDA DE YUCA

La limpieza de enfermedades degenerativas o sistémicas a través de cultivo de tejidos y termoterapia y la multiplicación de material limpio es necesario para mejorar la productividad.

Con el sistema de multiplicación tradicional de una planta adulta se obtienen entre 10 a 20 estacas comerciales (20 cm), las cuales sembradas al cabo de un año nos dará entre 100 a 400 estacas-semilla de tamaño comercial (Montaldo-1996).

Por las técnicas de multiplicación rápida se obtienen a partir de una planta adulta un promedio de 1,200 a 10,000 plantas/año. (Cook et al; 1976, Rosa et al; 1980).

6.3.1. Métodos de enraizamiento de Brotes

El procedimiento seguido para este método es el siguiente:

- a) En plantas mayores de los 8 meses de edad, se cortan estacas de dos nudos.
- b) Tratar las estacas con una mezcla de insecticida más fungicida por 5-10 minutos y se les hace secar al aire.
- c) En la cámara de propagación se plantan las estacas en forma horizontal. El sustrato es arena + suelo+ grava (cubierta de plástico). En 14-16 días forman los brotes y las raíces.
- d) Corte de brotes o retoños que tengan 5-18 cm de altura. Esto sucede a los 2-3 semanas.
- e) Baño de los retoños con agua hervida fría, para que el látex deje de fluir.
- f) Los brotes se colocan en soluciones nutritivas para formar el callo y las raíces
- g) 2-3 semanas los brotes enraizados se trasplantan a recipiente alterno o al campo.

6.3.2. Multiplicación por esquejes de Yema Hoja

En este método el procedimiento es:

- a) Disponer de plantas jóvenes de 3-4 meses de edad en el campo o en áreas controladas, sanas.
- b) El corte de los esquejes de hoja/yema, se realiza en el punto de inserción del peciolo con el tallo, con navaja, el corte es tipo escudete (con porción leñosa).
- c) Corte de la lámina foliar en la mitad de su longitud.
- d) Sumergir los esquejes en agua hervida fría, para contener emisión de látex, tratarlas.
- e) Colocar los esquejes en la cámara de enraizamiento colocándolos en posición inclinada en sustratos de arena (con surcos). En 2-3 semanas forma las raíces e inicia los brotes.
- f) Después de 2-3 se trasplantan en recipientes alternos o al campo.

6.3.3. Multiplicación por Meristemas

Para la obtención de plantas madres libres de virus y enfermedades se efectúa la técnica de multiplicación por meristemas y comprende los siguientes pasos:

- a) Termoterapia. - consiste en colocar una planta joven de 15 a 25 cm de altura en la cámara de termoterapia a temperatura controlada de 36 a 38⁰C por un

periodo de 20 a 30 días. La cámara debe tener buena luz y alta humedad relativa de 80 a 85%.

- b) Etapa de laboratorio. - después de haberse cumplido la etapa de termoterapia, las plantas pasan al laboratorio, donde se le practica el corte de meristemas, las mismas que se colocan en medios nutritivos para la formación del callo; pasado un tiempo teniendo las plántulas tiernas se realizan las pruebas (análisis) serológicas (pruebas Elisa) de las plantas provenientes del meristema.
- c) Etapa de invernadero. - las plantas calificadas en la etapa anterior (meristemas y las pruebas) libres de virus, que están en medios nutritivos se inician los cortes de esquejes (a partir de plantas madres) de donde se obtienen esquejes libres de virus o semilla básica en sus diferentes grados.

7. PLANTACION O SIEMBRA

Labor cultural principal, base de buenos rendimientos y calidad principalmente si lo hacemos en primavera o verano en costa central.

La Plantación llamado también criadero o plantío consiste en depositar la semilla sexual o asexual en un ambiente adecuado y así emerja o germine una nueva planta de la misma especie (yuca).

7.1.- ÉPOCA DE PLANTACIÓN

Raíz reservante que en nuestro país se siembra todo el año principalmente en zonas agrícolas con regadío y no se presenta las heladas (bajas temperaturas).

- a) Plantación en Costa Norte
Principalmente en los departamentos de Tumbes, Piura y Lambayeque todo el año por temperatura media alta como exige esta especie.
- b) Plantación en Costa Central
Se acostumbra y recomienda sembrar entre los meses de Julio, Agosto o Setiembre, es cuando la temperatura media va aumentando; así la primavera y el verano aceleran las actividades, habrá menor incidencia de enfermedades.
- c) Plantación en la Sierra (valle interandino)
Donde no se presenta heladas, la temperatura es importante para su crecimiento y desarrollo.
- d) Plantación en la Selva
Por su clima y disponibilidad de agua, en la selva se planta todo el año, por ello también cosecharemos todo el año. La selva le brinda un clima adecuado para hacerlos más productivos y mayor oportunidad de procesamiento.

7.2.- DENSIDAD DE PLANTACIÓN

La densidad de plantación ha ido variando con los nuevos clones (plantas ideales), ahora se utiliza menores distanciamientos entre surcos y entre plantas.

En décadas pasadas una sola planta ocupaba entre 2-4 m² por mucha ramificación. Ahora se siembran a distanciamientos entre 90 cm c 90 cm y precoces.

Densidad: Distanciamiento entre surcos 0.8 – 1.0 m

Distanciamiento entre plantas 0.8 – 0.9 m

Esto nos indica que se trabajan con clones sin ramificación, la planta adquiere forma de cilindro con entrenudos bastante cortos.

$$\text{Densidad siembra/ha} = \frac{10.00 \text{ m}^2}{0.9 \text{ m} \times 0.9 \text{ m}} = \frac{10000 \text{ m}^2}{0.81 \text{ m}^2} = 12,300 \text{ plts / Ha}$$

7.3.- FORMA DE PLANTACIÓN

Existen muchas formas de plantaciones y como toda labor cultural tiene sus ventajas y desventajas, determinado por el carácter varietal, la textura del suelo, el objetivo de la cosecha, etc. También varían las formas por las zonas o regiones donde se ejecuta la plantación

a) En la Selva (fig. 13)

- Se hace siembra directa
- No se hace preparación de suelo o labranza
- Generalmente en los meses de Octubre-Noviembre
- Se utilizan estacas de 40-60 cm. de longitud
- Se planta en hoyos, forma inclinada: 1/3 enterrado y 2/3 libre con estaca madura.

Si la plantación es en terreno descansado o virgen, se tiene que tener el suelo disponible haciendo la labor complementaria llamado rozo o matada del bosque de la siguiente manera:

- Rozo o tumbado. talado de toda la vegetación.
- Secado. - por unas semanas de follaje
- Juntado. - de las ramas secas, troncos etc.
- Quemado. - de las ramas secas
- - plantación o siembra directa (sobre densidad)

Si la plantación es para producir estaca-semilla se tiene que hablar del número total de tallos principales por área, para ello se recomienda colocar en la plantación las estacas-semilla (e-s) en posición horizontal; de tal manera que dispondremos entre 20 a 22 mil tallos por hectárea.

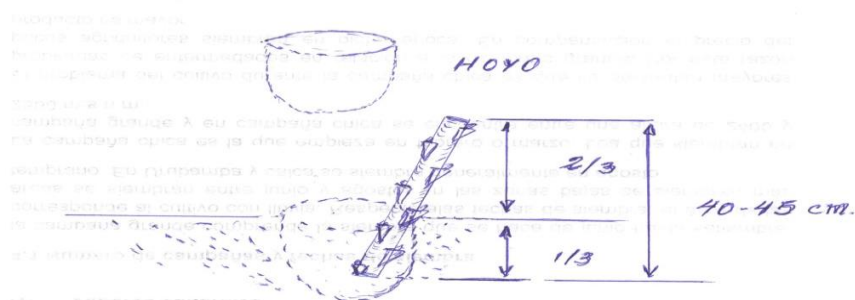
Cuando se produce estaca-semilla por soca, se debe hacer raleo o desahije porque habrá exceso de tallos delgados. Este raleo se practica a los 2 a 3 meses de la etapa de crecimiento y cuando los tallos tengan entre 25 a 40 centímetros (cm) de altura.

Ahora las densidades de plantación más utilizadas de plantas por hectárea; para el mercado son:

Densidad siembra	Nº de plantas por hectárea
0.80 x 0.80 m	15,625
0.80 x 0.90 m	13,888
0.80 x 1.00 m	12,500

0.90 x 0.90 m	12,346
0.90 x 1.00 m	11,111

Plantación en la selva



Conte de estaca



Figura 13 Forma de plantación en la Selva

b) En Costa y Valles Andinos

Las formas de plantación o colocación de las estacas en el suelo para su comercialización o procesamiento después de la cosecha son varias.

Son tres las formas más conocidas (fig.14) de colocación de la estaca-semilla, sea en el camellón, en el costillar del surco o en el fondo del surco.

La plantación para la producción de estaca-semilla (principalmente en otros países) tendrá que ser en forma vertical, con ello tendremos plantas de mayor tamaño que nos proporcionará mayor número de estacas-semilla con 3-5 nudos cortadas de plantas maduras.

Cada zona yuquera del país tiene preferencias de formas de plantación como de tamaño de estaca-semilla a usar.

Sistemas de plantación y rendimiento por planta en kg/ha de yuca

Posición de las estacas	Raíces tn/ha	Peso por plantas/kg	Nº de yucas Comerciales por planta	Nº de tallos por plantas
Horizontal	20.8	2.930	6.0	1-4
Oblicua	24.9	3.506	8.0	1
Vertical	19.3	2.717	6.0	1

Fuente: A. Montaldo 1979

7.3.1. Posición Horizontal

Es la forma de plantación o colocación de la estaca-semilla tanto en el costillar como en el fondo del surco, se debe cubrir totalmente la estaca con tierra a una profundidad promedio de 3-5 cm por cualquiera de sus lados.

Ventajas de la plantación horizontal

- Produce enraizamiento superficial
- Facilita la absorción de nutrientes
- Facilita el arrancado o cosecha de las RR

Desventajas

- Produce abundancia o muchos brotes
- Produce RR pequeñas
- Produce muchos retoños

Cuando se hace plantación horizontal y en el fondo del surco, se puede acompañar de la fertilización inorgánica, desinfección en base a pesticidas entre golpe y golpe; se termina con el tapado superficial y un medio surco para los riegos:

- Surcado en terreno con humedad a punto
- Colocación de las estacas-semilla en golpes
- Aplicación de los fertilizantes inorgánicos, en base al análisis de fertilidad del suelo.
- Aplicación por aspersion de la mezcla de insecticida, fungicida sobre la semilla y el lecho.
- Tapado a mano con palana recta (3-5 cm de tierra).

Formas de Plantación

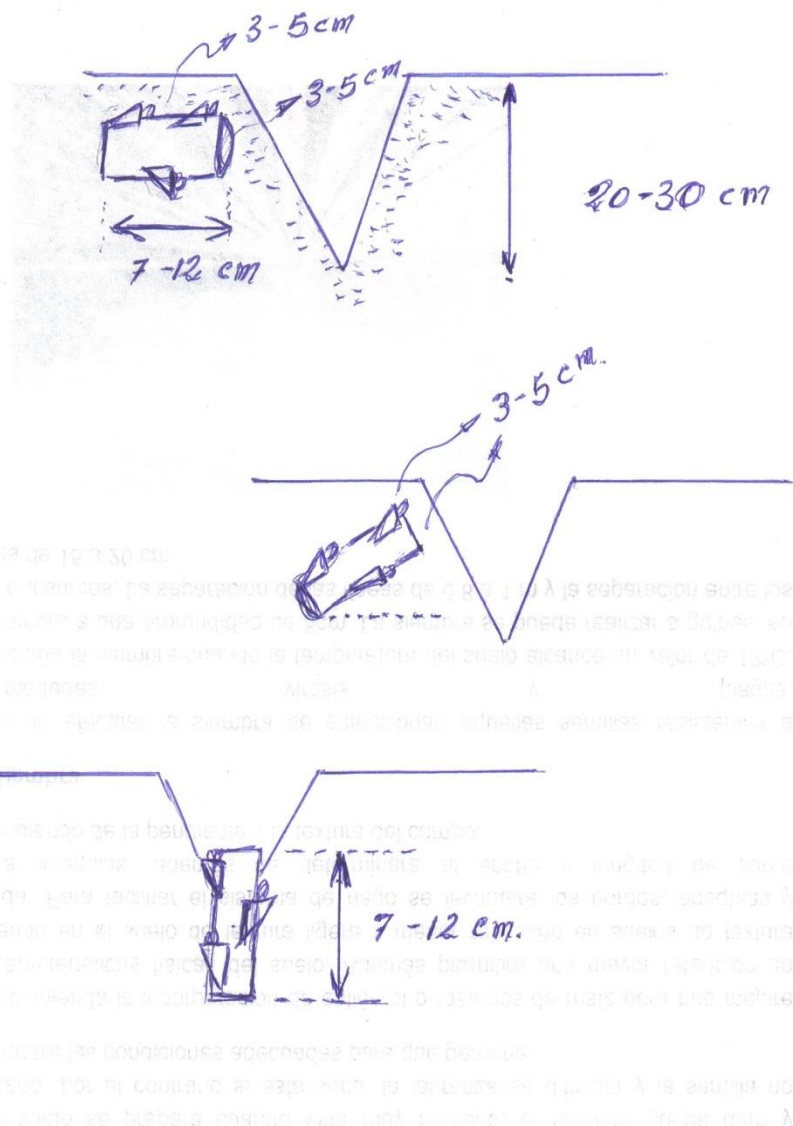


Figura 14 Tres formas de plantación de estacas en surco

7.3.2. Posición Oblicua

Forma de siembra o plantación que consiste en colocar la estaca-semilla en forma oblicua con un ángulo agudo de (45°) con la horizontal. Esta forma se puede hacer en el costillar o en el fondo del surco a una determinada densidad.

Ventajas de Posición Oblicua

- La posición oblicua o inclinada facilita la labor de siembra; se hace sencilla la introducción de la estaca-semilla en el suelo.
- Habrá dominancia apical, cuando se presentan brotes aéreos.

Desventajas

- Dificulta la labor del arrancado o cosecha, porque las raíces reservantes (RR.) se rompen con facilidad en la posición que están.

- Existe la tendencia de formar tallos delgados con crecimiento desuniforme
- También se presentan desarrollo desuniforme de las raíces reservantes (RR)

Cuando se hace este tipo de plantación en el fondo del surco; facilita de alguna manera efectuar aporque, pero dificultara bastante el arrancado o cosecha. Se quebrarán o se deterioran las RR perdiendo su valor comercial.

La siembra oblicua en el fondo del surco facilita también incorporar el abonamiento en base al análisis de fertilidad.

7.3.3. Posición Vertical de Plantación

Esta forma de plantación o siembra se efectúa tanto en el costillar o fondo del surco. En el costillar es bastante pegado al camellón o lomo. En esta forma algunas veces se cubre toda la estaca y otras veces se deja al descubierto parte (hasta 1/3) de la misma.

Ventajas de la plantación Vertical

- Facilita la labor de siembra o plantación
- Produce raíces reservantes más uniformes

Desventajas

- Existe el peligro de sembrar invertido, sino se tiene experiencia.
- Se tienen brotes solo en la parte terminal de la estaca-semilla.
- Se presenta dificultad en el arrancado o cosecha, esto sencillamente por el crecimiento bastante profundo de las raíces reservantes.

La labor cultural principal de plantación o siembra se puede hacer simplemente a mano o con la ayuda de otra estaca dura que termina en punta (de cualquier madera). Todo esto dependiendo en gran parte de la preparación del terreno y la humedad del mismo.

Numero de Estaca-semilla por golpe

Para nuestro país el número de estaca-semilla por golpe es una, que tenga entre 3-5 nudos proveniente de planta madura.

En otros países yuqueros latinoamericanos utilizan entre 2-3 o más estacas-semillas por golpe. Después practican el “desahíje” para uno por golpe.

Cuando la plantación es con varias estacas-semilla por golpe se necesita muchos estacones para cortar estacas, necesita mayor mano de obra y con ello elevan los costos de producción.

Pasos o Etapas de Plantación

Los pasos a seguir en la plantación de yuca, están relacionados con la zona o lugar donde se practica esta labor. Plantación de la costa es completamente diferente a la

selva. Para el caso de la costa y los valles interandinos cálidos es necesario una buena preparación del suelo; mientras que en la selva no es indispensable, se hace siembra directa principalmente en suelos vírgenes.

Época de siembra y rendimiento t/ha. en la costa central, cultivar “Negra Mochera”

Época de siembra (mes)	Rendimiento de RR
23 de junio	17.500
23 de Julio	23.750
23 de agosto	21.250
23 de Setiembre	18.00

Fuente: Brambilla 1970

8. RIEGOS EL AGUA EN LA PRODUCCIÓN DE YUCA

Por las condiciones climáticas de nuestro país se plantan yucas todo el año en cualquiera de las regiones (costa, sierra y selva), con abastecimiento hídrico por riego o en terreno secanos con la lluvia.

En áreas donde no hay humedecimiento y son de secano se observa rangos de precipitación de 500 a 2000 mm, considerándose como optimas rango de 750 – 1,250 mm de precipitación.

Las plantaciones de yuca en nuestra selva no se riegan, generalmente se espera que la época de máxima precipitación coincida con plantas jóvenes de 20 o más centímetros, para que puedan competir con las plantas voluntarias de rápido crecimiento.

Por ser la yuca generalmente un cultivo de secano (tropical); por ello las plantaciones se instalan 1- 1.5 meses antes de la temporada. La yuca no es cultivo económico (con rentabilidad) si se produce bajo condiciones de ausencia o deficiencia hídrica.

Los cultivares tolerantes (poco resistentes) a condiciones adversas producen mayor rendimiento económico; por ello recomiendan plantar dos o más cultivares (clones) separadas o mezcladas que sean tolerantes a exceso de déficit hídrico.

Los rendimientos más altos de esta especie cultivada se han encontrado cuando las plantas en etapa de crecimiento y desarrollo sufren deficiencia relativa de humedecimiento.

La frecuencia de riegos en la costa central, está determinada por el clima (estación del año), por la textura del suelo (con M. orgánica) y el tamaño de la planta (profundidad de raíces).

8.1.- RIEGOS EN EL MANEJO

El número de riegos por campaña agrícola es relativo por depender de factores externos.

En costa los riegos más conocidos son:

- Riego de machaco. - que se aplica antes de la preparación del terreno. Este riego pesado hasta humedad a punto, estado propicio para la preparación del suelo.
- Riego de enseño. - es el que se aplica o da después de la plantación o siembra. Es ligero y con poco caudal para evitar la erosión.
- Riegos de crecimiento. - puede ser uno o más dependiendo del periodo vegetativo o la estación del año.
- Riegos de Desarrollo. - también puede ser uno o más por los mismos factores, son riegos pesados.
- Riego precosecha. - o arrancado se aplica 24-48 horas antes de la labor cultural importante, se le aplica:
 - a. *Para facilitar la labor y cuidar la calidad de las raíces reservantes.*
 - b. *Evitar el deterioro o quebrado de las RR y sean comercializados.*

9. MANEJO DE PLANTAS VOLUNTARIAS, PLAGAS Y ENFERMEDADES

9.1. PLANTAS VOLUNTARIAS O ARVENSES

En el país los rendimientos promedios actuales están por encima de las 10 t/ha, estos pueden pasar de los 20-30 t/ha; con la aplicación de la tecnología principalmente con clones mejorados de un solo tallo (semillas de calidad), adecuado manejo de los suelos y la aplicación oportuna de las labores culturales. En el transcurso del crecimiento de la yuca, aparecen las plantas voluntarias constituyéndose en uno de los factores importantes por su alta competencia.

La abundancia de las malas hierbas en el manejo de las especies cultivadas forma las malezas o plantas voluntarias. La presencia de estas y la necesidad de controlarlas es la causa directa de elevar los costos de producción principalmente en la yuca.

La presencia de las plantas voluntarias (malezas) en una especie cultivada crea los siguientes perjuicios:

- Cada vez, aumenta el costo total de la producción
- Por la alta competencia disminuye los rendimientos
- Propicia la presencia de las plagas y las enfermedades por ser muchas veces hospederas de estas.

Casi siempre se tiene la presencia de las plantas voluntarias por su altísima rusticidad frente a las especies cultivadas:

- Tienen o se propagan por todas las formas de reproducción
- Soportan extremos de climas
- Crecen y se desarrollan en todo tipo de suelos
- Se dispersan con facilidad o diversos medios
- La viabilidad de sus semillas dura muchos años.

Previa evaluación recomienda, tomar decisiones en el periodo crítico de la planta, esta es cuando son plantas tiernas.

Control de las plantas voluntarias

Se debería de empezar a hacerse en la primera etapa del crecimiento: como esta etapa dura de 3-5 meses desde la plantación; se deja de controlar las plantas espontaneas cuando la planta forma la figura de un “parasol” en los clones ramificados y en complemento sombreamiento (cobertura) para los clones de un solo tallo. Al presentarse el fenómeno de sombreamiento es muy difícil que prosperen las plantas voluntarias. Para que esto se cumpla es importante que:

- Plantar clones adecuados o altamente competitivos.
- Plantar a la densidad adecuada para que sufra menos por la competencia de las plantas voluntarias.
- Aplicar el nivel de fertilización adecuado en base al análisis de fertilidad.
- Hacer buena preparación del suelo, limpio y mullido por la sanidad y crecimiento uniforme de las raíces reservantes.

El cumplimiento de las anteriores recomendaciones, será motivo suficiente para la bajísima incidencia de plantas voluntarias y las formas de control también bajo. Además de proteger el suelo de la erosión en la selva donde la precipitación es alta.

La yuca en estado de plántula (tiernas) es muy susceptible a la competencia por parte de las plantas espontaneas. El crecimiento inicial post emergencia es muy lenta.

En todo suelo bien preparado y limpio de rastrojos y plantas voluntarias, una población baja de la especie cultivada yuca pueden rendir tanto o igual que una población mayor o normal.

Generalmente se efectúan dos o tres deshierbos manuales (raspado con palana recta) para compensar una aplicación de herbicidas.

Por lo general, los rendimientos finales de la yuca, cuando no se efectúan ninguna de las formas de control de plantas voluntarias, son muy bajas y aumenta significativamente cuando la densidad de siembra se incrementa; también aumenta la competencia para bien.

Planta voluntaria más importante

Gramma china (*Sorghum halepense* L.)

Es llamado también sorgo de Alepo, es la especie más agresiva, perenne en la costa del país: también lo encontramos en otros países Sudamericanos y en USA.

Considerada la sexta planta voluntaria en importancia e introducida en nuestro territorio como forraje. Su presencia en los campos de yuca es su alta competencia y los bajos rendimientos. Se multiplica por las dos formas sexual y asexual.

El daño más común que produce es con sus rizomas que cubre y aprieta las raíces de las especies cultivadas, sus hojas y tallos producen sombreado, en estado juvenil entre 40-60 cm de altura es utilizado como forraje verde.

El control de las plantas voluntarias reduce las pérdidas de las cosechas en su rendimiento y calidad. El control se basa en principios que no alteren el manejo integral de la especie cultivada. Los principios son:

1. Prevención. - consiste en evitar que nuevas plantas voluntarias se establezcan en el campo agrícola.
2. Erradicación. - buscar la forma de la completa eliminación de las plantas voluntarias de una zona agrícola.
3. Control.- medida utilizada para bajar la población y con ello la competencia, previa evaluación.

9.1.1. Métodos de Control de Plantas Voluntarias

1. **Control Cultural.** - quizá el más barato y eficiente porque hacer bien las labores culturales es aplicar el control cultural como:
 - a. Utilización de semillas de calidad, adaptación y competencia.
 - b. Buena preparación del suelo-limpio de rastrojos
 - c. Buena plantación, en su época
 - d. Empleo de clones o cultivares rústicos (tolerantes)
 - e. Rotación de cultivos, etc.
2. **Control Mecánico.** - empleo adecuado de los implementos agrícolas para eliminar plantas voluntarias. Los implementos pueden ser:
 - . los arados
 - . segadoras para el rozo
 - . la cultivadora
 También las palanas rectas para el raspado
3. **Control Químico.** - empleo de los pesticidas llamados herbicidas; producto químico que mata o detiene el crecimiento de las plantas voluntarias.

Es necesario indicar que el uso de los herbicidas por los pequeños y medianos productores es muy limitado por:

- El alto costo de los agroquímicos en los mercados
- La poca disponibilidad y desconocimiento en el manejo de los pesticidas.
- Los sistemas o método de cultivo para su explotación tanto en la costa como en la selva

Los productos herbicidas más usados son:

- Atrazina (Gesaprin). - es bueno para controlar las dicotiledóneas y las gramíneas
- Diuron (Diuron o Karmex). - producto de control selectivo y pre emergente. Controla las gramíneas y las de hoja ancha (capulí cimarrón).

- Fluometuron (Cotoran). - herbicida de amplio espectro, controla las monocotiledóneas (gramíneas) y las dicotiledóneas.
- Linuron (Afalón o Lorox). - también es un herbicida selectivo contra las plantas voluntarias de hoja ancha.

HERBICIDAS

Son agroquímicos que penetran a las plantas por las raíces o las estomas de las hojas.

Los herbicidas actúan de diferente forma en las plantas:

- Por el tipo de hojas, por su hábito de crecimiento, por el tamaño de los estomas, el grado de translocación, etc.
- Herbicidas Sistémicos. - se movilizan por toda la planta
- Herbicidas Esterilizantes del suelo. - evitan el crecimiento de las plantas mientras permanecen en el suelo.

Ventajas del Control Químico

- Reducen los costos de producción
- Disminuye necesidad de mano de obra
- Facilita la mecanización. - para la cosecha
- Menor daño de la estructura del suelo.

9.2. PLAGAS

La yuca especie cultivada de altos rendimientos y múltiples usos, con alto potencial para la alimentación humana y animal. Sin embargo, los rendimientos promedios son bajos por causa de las alteraciones bióticas que conforman las plagas.

Indicamos en esta las plagas consideradas de mayor importancia económica; muchas plagas atacan a la yuca, todas ellas identificadas que causan diferentes formas de daños; alterando en la calidad y rendimiento de las raíces reservantes.

Se indicarán los daños que producen en las plantas y las formas de control.

Cachudo de la yuca *Erinnyis ello* I. Lepidóptera: sphingidae

Conocido también como “Gusano Cachón”, “Cornigacho”, “Gusano de la hoja”, etc.

Es calificada como la plaga más importante de la especie cultivada yuca, en la América tropical: porque puede dejar sin hojas en el menor tiempo la planta, sus brotes y plántulas.

Se la encuentra en todas las zonas yuqueras del país. Sus daños pueden disminuir los rendimientos entre el 10 a 50% y hasta 100% con alta incidencia

Las hembras con sus hábitos nocturnos ovipositan en el haz de las hojas, de las que nacen las larvas voraces que conforme avanzan en edad son más dañinas. Las larvas bajan al suelo para empupar en cualquier lugar con sombra (hoja-rascas) y luego emerge el adulto.

Daños

La defoliación durante la etapa de crecimiento puede ocasionar pérdidas en el rendimiento final y hasta la muerte de las plántulas. En condiciones favorables para la plaga producen hasta un 80% de defoliación en plantas adultas; pero sin reducir un rendimiento de raíces reservantes. Es vector de la bacteriosis de la yuca, en otros medios.

Control

En zonas productoras donde la población plaga es baja se hace poco uso de plaguicidas; esto favorece la acción de los enemigos naturales, manteniendo bajo control las poblaciones enemigas.

Control Biológico

Parásitos de huevos:

Hymenoptera: *Trichogramma* spp; *Telenomus dilopphonotae*,
Telenomus monolicornis.

Parásitos de larvas:

Hymenoptera: . *Polistes canadiensis*
. *Polistes erythrocephalus*

Predadores de larvas:

Hymenoptera: . *Apanteles americanus*
. *Apanteles congregatus*

Insecticida biológico: *Bacillus thuringiensis* Es efectivo contra las larvas

Control Cultural

En el manejo de la especie cultivada, la aplicación adecuada y oportuna de todas las labores culturales principales y complementarias pueden ser:

- Uso de semillas. - estaca de calidad y tratadas
- Buena preparación del suelo. - campo limpio
- Manejo adecuado de plantas voluntarias

Control mecánico

- Recojo a mano, se pueden hacer perfectamente bien cuando la población es baja, recogidos y destruyendo principalmente larvas y pupas.
- Con el raspado de la palana recta, se elimina muchas pupas alojadas en el suelo.

Control Etológico

Con las trampas de luz ultravioleta, para determinar la población adulta, principalmente en épocas abundancia. Esta forma de control se basa en el comportamiento de la plaga.

Barrenador de tallos y ramas, *Coelosternus* spp. Coleoptero – curculionidae

Conocido también como larvas taladradoras de estacas o estacones (tallo cosechado)

Cada zona agrícola o ecosistema (la planta y su medio) contiene su complejo de insectos y otras plagas que atacan la yuca.

En este género se han determinado siete especies para América, constituyéndose en plagas en algunos países del continente.

Son insectos pequeños con el cuerpo cubierto de escamas. Los aductos ovipositan en los orificios de las ramas.

Daños

Las larvas producen los daños tanto en los estacones como en las estacas construyendo galerías.

Control Cultural

Es el aplicado paralelo a las labores culturales principales y complementarias mediante:

- Rotación de cultivos, con especies de distinta familia.
- Quemado de estacones y gramas
- Usar para la siembra estacas sanas y desinfectadas
- Evitar sequias prolongadas
- Utilizar estaca-semilla variedades tolerantes a los barrenadores, cosecha para el procesamiento y consumo humano

Barrenador de los brotes *Silba péndula* B. *Lonchaea chalybea*

Dipetera, Lonchaeidae

Denominada también: . “Barrenador de los cogollos”
 . “Mosca del cogollo”

Plaga de importancia económica en la yuca en todo el continente, en nuestro país lo encontramos en la costa, selva y valles inter-andinos cálidos.

Es de color azul brillante, la hembra oviposita en los brotes, las hojas tiernas mueren y se detiene el crecimiento, planta joven segrega jugo gomoso (Látex)

Daños

- Las larvas perforan los brotes y seguido las barrenan.
- Los brotes dañados son cubiertos con látex y excrementos
- Hay mayor daño en plantas jóvenes y pueden provocar enanismo.
- Plantas dañadas producen raíces pequeñas, menor rendimiento
- En ataques de consideración se nota brotes marchitados y formación de brotes secundarios que también son atacados.

Control

Para hacer un buen control recomiendan hacer que se determine con precisión, el efecto del daño de la plaga sobre los rendimientos del cultivo.

- Eliminación o quemado de restos post-cosecha
- Recojo manual y destrucción de brotes atacados.
- Época de siembra: recomiendan antes de las lluvias, en la costa central a fines del invierno.
- Aplicar alguna forma de control cuando se observan las primeras moscas.
- Sembrar clones o cultivares tolerantes.

Hormigas . *Atta sexdens Acromyrmex sp.*

Hymenoptera.- Formicidae

Llamada también: . "Hormiga cortadora"
 . "Hormiga coqui"
 . "Bachaco rojo"
 . "Bachaco sabanero"
 . "Basurera"

Es una plaga común a varios cultivos tropicales (exclusivos de la selva), se las encuentra distribuidas en toda América. La yuca es un hospedero preferencial en su etapa juvenil por la consistencia de sus hojas (o foliolos).

Daños

Los bachacos o coquis pueden defoliar totalmente las plantas jóvenes, inclusive dañando las yemas. Hacen cortes en las hojas en forma de media luna, es decir, las saca o corta en pedazos semi-circulares.

Esta plaga posee hábitos nocturnos y viven en colonias subterráneas, se aprovechan de las plantas jóvenes para atacarlas y de preferencia en la estación seca.

Control Cultural

- Detectar y destruir sus nidos subterráneos, especialmente a la reina
- Efectuar araduras profundas en la preparación del terreno, para atacar o destruir los nidos

- Utilización de las trampas (plantas) o repelentes como los cítricos, coca, piña y plátano.

Trips de la Yuca *Scirtothrips manihoti* B. Thysanoptera, tripidae

Es llamado también como “piojillo”, “raspadores”

De preferencia son plaga de la estación seca, se caracterizan por atacar a la especie cultivada en cualquier etapa de su crecimiento. Los adultos son de color marrón y las larvas blanco-amarillento.

Daños

Los daños son ocasionados por las larvas y los adultos, las cuales raspan el tejido vegetal en el envés de las hojas, también en los puntos o brotes de crecimiento, chupan el exudado.

En las hojas producen clorosis, deformación de los bordes foliares y disminución de su área.

Control

- Recomiendan uso de cultivares tolerantes
- Manejo adecuado de la humedad del suelo (riegos)
- Control químico.- cuando la población plaga es muy elevada
- El control biológico en base a:
 - . *Chrisopa* sp
 - . *Orius* sp
 - . los *Coccinellidae*

Ácaros *Tetranychus urticae* K. *Mononychellus tanajoa* B. Acarina – tetranychidae Llamada también “Arañita roja” “Arañita de dos manchas”

Es una plaga cosmopolita, donde las hembras son más grandes que los machos, con un amplio rango de plantas hospederas como las hortalizas, forrajes, frutales, forestales y plantas voluntarias. El ciclo de esta especie es rápido 10-20 días, las hembras ovipositan en el envés de las hojas. Su presencia es marcada en épocas calidad y secas, en el envés forman manchas rojizas las colonias.

Esta especie desarrolla con rapidez resistencia a los plaguicidas (control químico).

Daños

La presencia de esta plaga reduce el vigor de las plantas porque succionan la savia, esto empieza en las hojas inferiores y emigran a las partes superiores.

Producen daños también en brotes foliares, frutos y en toda la planta. Hojas dañadas muestran puntos amarillos, luego color rojizo a medida que el daño aumenta. Con daños fuertes las hojas caen y las plantas pueden morir, por lo mismo los daños

reducen calidad y cantidad de raíces reservantes. La presencia de las lluvias ejerce cierto control.

Control Cultural

- Uso de cultivares tolerantes, en base a ensayos
- Destrucción de residuos de cosecha
- Deshierbos oportunos
- Buen manejo del agua (riegos oportunos)

Control Biológico

- Coccinelidos del género *Stethorus* sp
- Estafilínidos del género *Oligota minuta*
- Cecidomyiidae
- Thysanoptera
- Anthocoridae – *Orius insidiosus*
- Coleoptera – *Somatium* sp
- Diptera – *Karschomia* sp

9. 2.1. las plagas y su manejo

El manejo de las plagas, enfermedades y las plantas voluntarias se enmarcan dentro del manejo integrado de la especie cultivada yuca forman parte del sistema de producción agrícola.

Las plagas que atacan a la yuca son muchas que afectan el rendimiento por diferentes formas:

- La muerte de plantas jóvenes
- Pérdida de raíces o reducción de área foliar
- Reducción de la tasa fotosintética
- Daño a los tallos

El objetivo del buen manejo es suprimir, mantener las poblaciones de plagas por debajo del umbral de daño económico. Esto con un mínimo de insumos – pesticidas (A. Bellotti). Esto se debe basar más en el control biológico:

- Se deben realizar buenas prácticas culturales
- Seleccionar el material de propagación
- El uso de variedades tolerantes
- El control biológico, los atrayentes o feromonas.

La resistencia o tolerancia varietal dependen de la capacidad genética de los clones, para resistir las presiones. Un clon puede ser bueno para un ecosistema y no lo es para otro.

Para el control biológico, el hecho de tener el ciclo de producción comercial largo, más la alta capacidad de recuperación, hace que el control biológico funcione muy bien. Se tiene identificado los enemigos naturales que reducen las poblaciones de plagas.

Enemigo natural para controlar el gusano cachón (E. ello) es el baculovirus. Larvas infectadas con virus se maceran, mezclados con agua se aplican con bombas (se le llama bioinsecticida).

Las prácticas culturales no son todas universales, algunas son específicas, por ellos son mejor “prevenir que curar”, las más aplicadas son:

- Selección de estacas, principalmente por su sanidad.
- Época de la fuerte época de lluvia.
- A veces cultivos intercalados con frijol o caupí
- Limpieza de campo de socas, tallos y raíces de desecho contra los barrenadores, escamas y piojos.
- Rotación de cultivos – interrumpir siembras por meses, uno o dos ciclos del cultivo.
- Control de las plantas voluntarias, por ser poco competitiva.

Control Químico

Debe ser muy restringido, no hacer aplicaciones discriminada, desaparecen los enemigos naturales. Emplear para tratamiento de la estaca-semilla.

9.3. ENFERMEDADES

La yuca es atacada por un sin número de micro organismos, entre ellos las bacterias, hongos, virus, que le causan enfermedades y pérdidas económicas. Atacan diferentes órganos de la planta, disminuye su vigor, su capacidad fotosintética y su almacenamiento de almidones en las RR.

El conocimiento de las enfermedades sigue siendo poco conocido o difundido por ser una especie cultivada marginada en muchas partes. La presencia de las enfermedades generalmente reduce rendimiento, la calidad con pérdidas económicas para el productor.

Al mismo tiempo esta especie cultivada es bastante tolerante o convive con las enfermedades como los hace con las plagas y plantas voluntarias hasta cierto grado.

Un adecuado manejo integrado de la especie exige seguir trabajando en mejoramiento genético y agronómico (especialmente en la sanidad).}}En la yuca, las enfermedades causan pérdida en:

- El establecimiento del cultivo. - en los campos o zonas.
- Disminuyen el vigor de las plantas (ej. Cloróticos)
- Reducen capacidad fotosintética
- Provocan daños o pudriciones aéreas y subterráneas.

Las enfermedades más comunes o conocidas son:

Añublo Bacteriano *Xanthomonas manihotis*

Llamada también “Pudrición” es la enfermedad de hojas, ramas y tallos; es la más importante y grave donde el patógeno penetra en los hospederos por las estomas y las heridas de tejido epidermal, invade las zonas vasculares necrosándolos.

Síntomas

Se observan a los 10 días de la infección, produciendo manchas foliares (hojas) de aspecto acuoso y posterior necrosamiento

En las ramas se observa la muerte regresiva y en el tallo se observan chancos, la brotación es muy pobre y las pocas ramas que tienen marchitamiento. Exudan goma y necrosan el sistema vascular.

La perpetuación de la bacteria en el suelo es a través de los restos de cosecha, también la precipitación fluvial influye en la severidad de la enfermedad.

Control

- Recomiendan el empleo de cultivares tolerantes para su plantación
- Usar para la plantación estacas-semillas sanas y desinfectadas con mezcla de insecticidas más fungicida.
- Hacer descartes en el campo, erradicando y quemando las plantas enfermas (con síntomas)
- Uso de productos quimioterápicos: como el dehidroestreptomicina.

Bacteriosis del Tallo *Erwinia carotovora* sp. C.

Los síntomas más notorios de esta enfermedad la marchitez a nivel del cogollo (brote o yema), seguido de pudrición acuosa y olor desagradable.

Externamente en el tallo se forman chancros o lesiones corchosas. Se presenta pudriciones del tallo y manchas oscuras en la pulpa de las raíces reservantes (RR).

Control

- Las mismas que para la otra bacteriosis.

HONGOS

Mancha blanca de la hoja *Cercospora caribae* *Phaeoramularia manihotis* (sinónimo)

La presencia del hongo es con manchas pequeñas circulares blancas o marrón amarillentas.

Síntomas

Presentes en las zonas yuqueras de costa y el trópico, causan caída de hojas de consideración.

Preferentemente las encontramos en las hojas basales. En las lesiones de las hojas se forman los estromas, compuestos de las conidias hialinas.

El centro de la mancha adquiere un color grisáceo o bruno, en ambas caras y de forma irregular.

Mancha Parda de la hoja Cercospora henningsii Cercosporidium henningsii (sinónimo)

Hongo que afecta las hojas mayores (viejas) formando manchas visibles de tamaño pequeño de color amarillento al principio y luego parda, se la encuentra en el haz como en el envés.

Síntomas

Los síntomas más comunes en zonas cálidas y poco húmedas, manchas amarillentas luego pardas.

Cuando la enfermedad es más intensa las hojas se vuelven amarillentas y luego se secan y caen.

Control

- Empleo de variedades (cultivares) tolerantes para su explotación en campo
- Manejo adecuado de la humedad en campo
- Selección adecuada del terreno: debe ser suelto, profundo y orgánico (bastante materia orgánica).
- Buena preparación del terreno, nivelado, mullido y sistema de drenaje
- Uso de semilla-estaca de calidad-de plantación calificado
- Tratamiento de semilla con mezcla de insecticida mas fungicida.

Oidiosis de la Yuca *Oidium manihotis* *Erysiphe manihotis* (estado sexual)

Llamado también “Ceniza”

Se caracteriza esta enfermedad por presentar manchas blanquecina-amarillentas deformes en las hojas del tercio inferior, más en la estación seca.

Síntomas

Aparecen micelios blancos en la superficie foliar, el hongo penetra en las células del hospedero por medio de sus haustorios; las células se hacen cloróticas formando lesiones amarillentas deformes.

Las hojas maduras son las más susceptibles al ataque del patógeno. Su presencia es marcada en zonas cálidas y estaciones secas.

Control

- Empleo de cultivares tolerantes para su manejo
- Adecuado manejo del agua (riegos)
- Limpieza de rastrojos y malas hierbas
- Rotación de cultivos con otras familias

Enfermedades Virósicas

Mosaico Africano

Enfermedad degenerativa establecida en el continente verde (El Africa), es muy agresiva causando pérdidas que varían del 20 al 85% del rendimiento.

Síntomas

Se observa en las plantas de yuca un mosaico característico, en plantas jóvenes se notan áreas cloróticas y la deformación de las hojas.

La deformación va acompañada de reducción de tamaño de las hojas, conforme avanza se nota el amarillamiento intenso como mancha en el color verde de las mismas

Este virus es transmitido por especies del género Bemisia (mosca blanca-Aleyrodidae)

Control

- Empleo de cultivares tolerantes a la degeneración.
- No permitir la presencia de insecto vector
- Hacer selección positiva o negativa en las plantaciones para disponer de semilla-estaca de calidad.
- Eliminar plantas hospederas

Mosaico Común

En el mosaico común encontramos síntomas similares al mosaico africano. Como el daño que se notan en las hojas, que se inicia con amarillamiento que se vuelven intensos, se deforman y reducen en su área.

La transmisión de esta enfermedad es mecánica o por contacto como por las estacas-semilla. No se tiene reportes de vectores naturales.

10. LABORES COMPLEMENTARIAS

En el manejo del cultivo es necesario tener en cuenta las labores que es un complemento de las principales para el adecuado manejo de la especie.

Están relacionados con la buena preparación del suelo, la plantación, los riegos, sanidad, cosecha, etc.

Con la eficiencia del riego está relacionado el champeo (limpieza de canales) y el Tomeo (acequias de cabecera y distribución)

Con la densidad de plantación está relacionada la labor complementaria de podas o los desahíjes.

Con el rendimiento y calidad final está relacionado las raspadas, los desmoches y los muestreos

A.- El Tomeo

Es una labor complementaria importante por estar relacionado con la eficiencia de aplicación del riego (agua), consiste en hacer adecuadamente las acequias de cabecera y distribución equitativa del agua por los surcos.

En la costa se hace el tomeo antes o después de la plantación para aplicar el riego de enseño y los siguientes.

En la selva generalmente no se hace el tomeo porque no se efectúan riegos, el crecimiento y desarrollo son con la lluvia.

B.- El raspado

Labor complementaria que se hace con la presencia de las plantas voluntarias o los cardos que entran en competencia con la especie cultivada (yuca). Puede hacerse en número de 2 a 3 veces y se operan o efectúan con palana recta o azada. En plantaciones de alta tecnología, con rentabilidad, la eliminación de las plantas espontaneas se efectúan con herbicidas en pre o post emergente de la especie cultivada.

C.- El Desmoche o Poda

Se recomiendan hacer esta labor complementaria cuando la cosecha o arrancado de raíces reservantes están orientados al almacenamiento.

Esta labor se hace 2-3 semanas antes a la cosecha o arrancado. Con esta operación bajara el nivel o por ciento de deterioro fisiológico (menor cantidad de escopoletina).

D.- Fertilización inorgánica

En el manejo de la especie cultivada (yuca) se incorpora la fertilización inorgánica inmediatamente después del primer control de plantas voluntarias (12-15 cm) de tamaño. Se aplica mucho en plantaciones destinadas a los mercados de RR frescas.

Cuando la agricultura en la selva es migratoria, no se acostumbra fertilizar con sales.

E.- Eliminación de hijuelos

Llamado también raleo, consiste en que las plantas modernas de yuca, deben tener un solo tallo (planta moderna), esto permite una mejor productividad como consecuencia de la actividad fotosintética.

La eliminación de brotes o hijuelos determinara la densidad de siembra, es decir el número de tallos (plantas/ha).

F.- Muestreos

Labores culturales complementarias de mucha importancia que se hace 1.5 – 2 meses antes de la cosecha o arrancado; y con una frecuencia de 10-15 días entre muestreo y muestreo.

El muestreo es cosechar una planta al azar para determinar lo siguiente:

- Peso total de las raíces reservantes
- Peso de las RR tamaño comercial, determinar el porcentaje
- Determinar la calidad (sanidad)
- Se puede estimar rendimiento total/ha
- Se puede estimar costos de producción de venta, la rentabilidad.

11. COSECHA O ARRANCADO

La cosecha es una actividad principal que consiste en retirar o recoger del campo todas las partes útiles: hojas, tallos y raíces reservantes de la planta madura de yuca.

Los factores que determinan la época de cosecha:

- Rendimiento total de las raíces reservantes, expresados en tn/ha, de RR tipo comercial y descarte.
- Rendimiento total de materia seca de las raíces reservantes (RR) en tn/ha.
- Rendimiento de las hojas para determinar el porcentaje de proteína en húmedo y seco.

La cosecha o el arrancado de las raíces reservantes es una labor muy pesada del manejo de la especie cultivada yuca, sencillamente por el volumen o cantidad de tierra que se tiene que remover para no causar ningún tipo de deterioro.

Además, la cosecha depende de:

- Del cultivar o clon, teniendo cultivares tardíos, semitardíos y precoces. Cultivares para consumo en fresco, para procesamiento, etc.
- Duración del periodo vegetativo, las tardías que se cosechan a los 17-24 meses como especie perenne, las semi-precoces 8-10 meses y las precoces a los 6-8 meses.
- Las condiciones del medio ambiente, el clima que influirá en el rendimiento final, principalmente en el manejo agronómico.
-

¿Cuándo cosechar?

Cuando se den las condiciones más favorables para alcanzar rendimiento, calidad:

- Depende de la especie cultivada y de su periodo vegetativo
- Cuando se nota en los camellones resquebrajamiento pronunciado del suelo, esto alrededor del suelo de la planta.
- La ley de la oferta y la demanda del mercado, a partir de los 6-7 meses. Los muestreos previos indicaran la calidad, también las condiciones ecológicas.
- Cuando la producción o cosecha está dirigida para la industria del almidón y harina. Esto ocurre entre los 12 y 24 meses.

11.1. ETAPAS DE LA COSECHA

Para su consumo en fresco, la yuca debe cosecharse cuando ha complementado su madurez; esto dura un rango de 1 – 1.5 meses. Si se cosecha antes de tal la calidad de las RR no es tan buena por acumular alta concentración de látex (leche), o pasado la época por acumular alto por ciento de fibra y es para el procesamiento (alcohol-masato). Las fases de crecimiento y desarrollo son diferentes en costa y selva para un mismo clon

1^{era} Planta madura. - determinado por los muestreos en rendimiento y calidad.

2^{da} Deshojado. - debe ser en toda la planta, para que las hojas se procesen en harinas para la alimentación humana o concentrados para los animales por su alto contenido proteico. El peso de hojas puede variar entre 3-6 t por hectárea no desaprovechables.

3^{era} Corte del tallo.- (estacón), a unos 15-20 cm por encima del cuello, este pequeño tallo sirve para que el arrancador agarre y el estacón para la obtención de estacas de la parte basal y media

4^{to} Arrancado.- de las raíces reservantes, es la cosecha propiamente dicha, para cumplir con esta etapa:

- Suelo suelto o completamente húmedo
- El arrancador abre las piernas para estabilizarse
- De tallo con las dos manos jala cuidadosamente con ligero movimiento de péndulo y no deteriorar la RR tamaño comercial.

11.2. FORMAS DE COSECHA

El éxito de la cosecha depende del buen uso o aplicación de la forma de cosecha, para ello se planifica anteladamente como el humedecimiento previo del área por cosechar:

- A mano.** - consiste en arrancar o jalar las raíces reservantes (RR) con bastante cuidado en suelo suelto o previamente regado. A veces previamente se remueve o desaporca el terreno con palana recta o trinche.

- **A palanca.** - recomiendan usarlo en suelos de textura pesada (arcillosa):
 - . remover o descalza el terreno.
 - . colocar la palanca, con un sistema inter-apoyante.
 - . aplicar la fuerza hacia abajo; casi obligado cuando las RR son bastante largas.
- **Semi-mecanizado.** - la cosecha de las RR es una labor muy dura por la cantidad de tierra que se debe remover y no causar deterioro en los de tamaño comercial.

La cosechadora se acopla al enganche de tres puntos, la cuchilla va abriendo los surcos para aflojar el terreno, se levantan las RR; que se separan de la cepa madre en el pedúnculo. Las RR se recogen en jabas, canastas o cajones para trasladarlos.

- **Mecanizada.** - se está trabajando mucho se sigue en proceso de pruebas en zonas yuqueras como el Brasil.

La cosechadora levanta el tallo con las (RR) raíces reservantes. Es una cuchilla horizontal con deflector que afloja el suelo y levanta el íntegro de las raíces hasta una altura 0.20 m. para dejarlos sobre la superficie del suelo “interplan” – Brasil.

Cosechadora modificada

Es una máquina que arranca, sacude y limpia las raíces de la yuca (diseño de papa), acoplado al enganche de tres puntos, es de una hilera con cuchilla arrancadora de 0.80 m de ancho. Dirige las RR hacia la cadena transportadora. Engancha graduable a los perfiles de plantación y la trocha del tractor.

Cosechadora de Yuca

Se compone de:

- . cuchilla arrancadora
- . cadena para levantar y limpiar las raíces.

Maquina integrada al enganche de tres puntas, accionada por la TDF. La cuchilla horizontal, pantalla deflectora que alza las RR hasta la cadena (actúan la transmisión de ejes y cardanes con un reductor. Al accionar sacude la tierra unida a las raíces reservantes (RR).

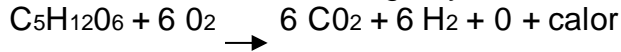
12. ALMACENAMIENTO

Las raíces reservantes de la yuca son productos altamente perecibles, a las 48 horas del arrancado sufren alteraciones en la pulpa o carne, haciéndolas inadecuadas para el consumo y la industria.

Las causas principales de esta alteración son:

1. **La respiración:** que consume azúcares y el oxígeno del medio ambiente.

- . libera anhídrido carbónico, agua y calorías.



2. **Transpiración:** ocasionando pérdidas en:

- . peso – baja aceleradamente
- . dureza – se pone dura
- . calidad – se altera

3. **Cambios químicos.** - . azúcares \longleftrightarrow almidones

- . pérdidas de ácido ascórbico (vitamina C)

Las técnicas sencillas que existen de almacenamiento propician la curación de las heridas (pedúnculo y raíz fibrosa).

Esto en nada es suficiente o apropiado para:

- Almacenar grandes cantidades de raíces reservantes.
- Almacenar por periodos prolongados

Cuando las raíces son frescas se vuelve problemático, ya que se producirán alteraciones en la pulpa (haces vasculares). Cuando la cosecha está destinada para el procesamiento (industria) se soluciona con la deshidratación. Hasta que el producto llegue a tener 10 – 12 % de humedad.

Se recomienda que antes del almacenamiento, las raíces reservantes (RR) tienen que ser sometidas al curado (proceso térmico) para que las heridas sequen (cicatricen) y de esta forma evitar el deterioro.

Como el secreto de la buena cosecha (arrancado), es no causar daño alguno a las RR; así el deterioro será menor y se podrá almacenar en mejores condiciones.

Se deben almacenar las raíces reservantes seleccionadas, lavadas (limpiadas), presenten óptimas condiciones, así como clones tolerantes a la deterioración para ponerlos en cualquiera de las formas de almacenamiento para que las RR permanezcan frescas: ***pueden ser silos, cajas, refrigeración, compuestos químicos.***

Curado de las RR

Cualquiera sea la forma de almacenamiento reduce la calidad de las RR y altera ciertas características como:

- Disminuye el contenido de HCN
- El sabor se pone más dulce

El curado consiste en someter o aplicar a las raíces reservantes temperaturas de 30 a 40 °C y humedad relativa (HR) de 80 a 85%: con el objetivo de sanar o cerrar las heridas, ventanas o puertas a la pulpa de las RR por el proceso de cicatrización o suberización.

La suberización en las raíces reservantes consiste en que las células próximas a las heridas tomen consistencia dura, que se forma entre los 3 a 5 días de cosechado. Por lo tanto, el proceso del curado de las raíces reservantes previene – evita la iniciación de la deterioración reduciendo las pérdidas.

Deterioro de las RR

Es muy importante el buen manejo post-cosecha de las raíces reservantes para no tener problemas serios en su uso fresco o procesado (industria).

- **Deterioro fisiológico.** - llamado también primario o rayado marrón (Venezuela).

Es una descomposición fisiológica que se inicia a las 48 horas de haber sido cosechadas las RR y consiste en un cambio de color de la pulpa (daño de los tejidos) del color blanco al café en forma de anillos o rayos; además se observan estrías azul-negras. Es un proceso enzimático. La coloración es producida por oxidación de polifenoles por la oxidasa (enzimas). La oxidación da origen a quinonas que forman complejos coloreados con los aminoácidos, los que, al depositarse en los haces vasculares de las raíces, producen el deterioro negro-azulado.

Con el rompimiento de los tejidos de las raíces reservantes por el daño mecánico, la polifenoloxidasa actúa sobre el sustrato acelerando el deterioro.

Los clones o cultivares de yuca difieren considerablemente, tanto en tiempo como en forma en la resistencia al deterioro fisiológico.

Compuestos fenólicos (sustrato) + oxidasa (enzimas) = oxidación de polifenoles color azul-negro (estrías)

Escopoletina

taninos

quinonas

- **Deterioro microbiano.** - llamado también secundario.

Ocurre o continúa al deterioro fisiológico, consiste en que los tejidos negro-azulados son invadidos posteriormente por diversas bacterias y hongos, que actúan como patógenos causando pudriciones; a partir de las heridas.

Se presentan o empiezan entre los 5 a 7 días de la cosecha. Esto depende mucho de los daños físicos ocasionados en la cosecha y la capacidad de la flora microbiana del suelo y el medio ambiente.

El síntoma inicial del deterioro microbiano es el estriado vascular, luego este se transforma en una pudrición húmeda con fermentación maceración de tejidos.

En las heridas afectadas por deterioro microbiano se han aislado:

- Hongos del género; Fusarium, Rhizopus, Penicillium, Aspergillus, Rhizoctonia
- Bacterias – diversas

Factores determinantes del Deterioro

a) Los daños mecánicos:

Ocurren generalmente a la cosecha, por la mala forma o mal uso de las maquinarias cosechadoras, golpes durante el transporte, golpes en la descarga, el pesado, lavado, etc.

b) Características varietales:

Los deterioros, principalmente el fisiológico han mostrado gran variabilidad debido a los distintos cultivares de la yuca. Existe correlación positiva entre el contenido de materia seca de las raíces reservantes y el grado de deterioro fisiológico.

c) Condiciones Edafológicas:

Los cultivares más tolerantes-resistentes son aquellos que son más afectados por las condiciones adversas de la zona como son:

- La sequía. - por la ausencia de precipitación
- Las enfermedades, propias o endémicas de la zona
- Insectos. - su presencia relacionada con la estación
- Plantas más defoliadas
- RR con bajo contenido de almidón, etc.

d) Efecto de la poda: antes de la cosecha

Esta plenamente demostrado que el nivel de deterioro fisiológico en post-cosecha se reduce mediante la poda en el tercio superior (parte aérea) de la planta. Realizado entre los 14 a 21 días antes del arrancado (cosecha). Esto porque en las plantas podadas se acumula menor cantidad de escopoletina después de la cosecha.

12.1. TIPOS DE ALMACENAMIENTO

Existen muchos métodos de conservación de las raíces reservantes, para diferente tiempo de conservación, diferentes costos, etc.

Los vendedores minoristas de Ecuador y Colombia, mantienen las raíces reservantes de yuca sumergidas en recipientes con agua, a la temperatura ambiente. Se cura de las magulladuras, pero expuestas al deterioro bacteriano.

El método más sencillo de conservación de las RR, consiste en cortar en rodajas y secarlas al sol, para lo cual bastan de 2 a 3 días en los trópicos.

a). - Almacenamiento Tradicional

Consiste en almacenar pequeñas cantidades de raíces reservantes (RR) y por corto tiempo, esto puede hacerse:

- Enterrando las raíces reservantes (RR) en arena fresca húmeda; contacto con el agua como una curación.
- Sumergiéndolas en los cursos (ríos, riachuelos) naturales de agua.

b). - Parafinado

Antes de someter las RR al almacenamiento se debe seleccionar, lavar y pelar las yucas:

- Sumergirlas en parafina líquida a temperatura 60-100°C.
- Agregar 2% de fungicida
- La inmersión dura de 10 a 18 segundos

Con este método se almacena un mes (4 semanas). El parafinado impide la entrada de oxígeno, la pérdida de agua es baja, rebaja la contaminación por microorganismos y controla la fermentación.

c). - Silos en el Campo

Para su construcción recomiendan: suelos secos y nivelados, dentro o fuera del campo de yuca.

- Hacer un lecho en forma circular, cubriéndolo o haciendo una cama gruesa con paja, hojas secas, etc.
- Las raíces reservantes (RR) seleccionadas se colocan con un orden sobre el lecho, dándoles una forma de cono (cónica) con 300-500 kg. de raíces reservantes.
- Se cubre la ruma o pila con una capa gruesa de paja.
- Encima de la paja se cubre con tierra húmeda, formando una capa gruesa de 10 a 15 cm. de grosor
- Finalmente se hace una zanja formando un anillo, alrededor de la base del cono, para cumplir la función de drenaje.

Con esta forma de almacenamiento se conserva las raíces reservantes (RR) de 1 a 3 meses. Esto sucede en periodos frescos y húmedos. También con esta forma se produce una ligera disminución del contenido de almidón y un aumento proporcional de azúcares.

d) Refrigeración

Por este método las raíces reservantes almacenadas requieren de temperaturas de 2 a 5°C. Esto es necesario para inhibir la acción de las enzimas que favorecen el deterioro fisiológico con 85 a 90% de humedad relativa. Esto permite una conservación de 2-3 días; la refrigeración debe realizarse inmediatamente después de la cosecha.

Las bajas temperaturas inhiben los procesos enzimáticos, se presenta pérdida de peso y desmejora la calidad.

e) Cajas de Madera

Método que consiste en almacenar las raíces reservantes en cajas de madera por el tiempo de 4 semanas (1 mes), con un 75% de raíces reservantes en buen estado. Se procede de la siguiente manera:

- Se construye una caja de madera tipo jaula de 1 metro por un metro, para que en ella se empaquen las RR.

- Se agrega al fondo de la caja aserrín con 50% de humedad; el aserrín favorece la curación de las heridas y controla la pérdida de humedad de las raíces reservantes.
- Se recomienda colocar las cajas bajo sombra o en el campo en lugar fresco.

f) **Compuestos Químicos**

Es la labor que consiste en la inmersión de las raíces reservantes (RR) en soluciones de: ácido ascórbico, glutatión y Cianuro de potasio por uno o dos minutos.

g) **Bolsas de Polietileno**

Operación que consiste de colocar las raíces reservantes (RR) en bolsas de polietileno de poca capacidad 4-6 kg/bolsa.

Otra forma es almacenarlas en bolsas de polietileno (plástico) al vacío (selladas para evitar la entrada del aire), así las RR se almacenan en buenas condiciones por 2-3 semanas; conservando su calidad culinaria (Montaldo-1996).

El almacenamiento en cualquiera de sus formas produce cambios en la calidad de las raíces reservantes.

Esto son por lo general: *. endulzamiento - mas azucares*
. ablandamiento - por deshidratación

La calidad permanece aceptable

12.2. PERIODOS DE DURACIÓN DEL ALMACENAMIENTO

a) **A corto plazo**

- Esto facilita el mercadeo
- Disminuye las pérdidas por deterioro
- El tiempo puede durar de 7 a 10 días

b) **A mediano plazo**

- Es costoso y complejo
- Es necesario efectuar el curado
- Elimina el deterioro fisiológico y microbiano
- Dura de 2 a 4 semanas (0.5 – 1 mes). Ejm. El parafinado y en las cajas de madera, etc.

c) **Almacenamiento a largo plazo**

- Es poco factible por su alto costo
- Es difícil mantener la calidad de las RR
- Dura más de cuatro semanas. Ejemplo: congelamiento que es muy costoso, los silos.

13. PRODUCTOS O VALORES AGREGADOS DE LA YUCA

La yuca tiene múltiple utilización en la alimentación humana, animal y en la industria cada vez más es útil como materia prima en diferentes actividades.

Aunque las raíces reservantes de la yuca se pueden consumir en estado crudo. Para que sea sabrosa, digestible y eliminar el ácido cianhídrico o brusico (HCN), es necesario someterlo a alguna forma de preparación.

Se recomienda que a la yuca recién cosechada se debe:

- Eliminar el pedúnculo, por su alto contenido de HCN
- Descortezar o pelarla
- Ponerla en agua. - evita el deterioro.

Uso Alimentario

En zonas productoras de yuca hay potencial económico en aprovechar el follaje de la planta en la elaboración de harinas para consumo humano. Se pueden ingerir en sopas, pastas. Esto por la probada calidad nutricional de las hojas; alto contenido proteico entre los 17-25%.

Harina: Es muy utilizada en la cuenca de las amazonas Sudamericano. En promedio una tonelada de yuca fresca produce de 250 a 300 kilogramos de harina. Para su elaboración se emplea la yuca amarga y la dulce.

Los pasos de su elaboración comprenden:

- Recepción y pesado
- Lavado y pelado
- Trozado o picado, o rayado
- Secado
- Molienda
- Tamizado

Se elabora harina de las raíces reservantes y de las hojas como fuente de proteínas.

La harina panificable, representa alto potencial para su comercialización, porque puede representar o sustituir cerca de 20% de la harina de trigo en cualquiera de sus formas: de raíces reservantes o del follaje.

Almidón: Es un producto que después de la celulosa, el carbohidrato de mayor abundancia en la naturaleza (F. Alarcon-1995). Es una reserva de alimento de las plantas (carbohidrato) de mayor importancia en la alimentación. Su aplicación en la industria y el comercio en general.

Consiste en separar los granos de almidón del resto de las raíces reservantes, los granos y las proteínas están dentro de las células; luego terminan extraídas y purificadas.

El contenido del almidón en las raíces reservantes es variable y depende de:

- Factor varietal. - esto es hereditario
- Condiciones del clima. - suelo, humedad, etc.

- Estado de maduración.

Los almidones se clasifican en primera y segunda por:

- Grado de uniformidad, blancura, finura, impurezas, alteraciones y viscosidad.
- Porcentaje de humedad 12% y un máximo 15-20%.

Pasos para la elaboración de almidón:

- Recepción y pesado
- Trozado y picado
- Rallado, molido aprensado (produce líquido lechoso)
- Tamizado. - decantado (en canales o tanques)
- Secado. - hasta 12% de humedad.

En términos generales 100 kilogramos de raíces frescas de yuca, producen 22.6 kg de almidón agro. (F. Alarcon-1996).

Enriquecimiento Proteínico

Existen muchos trabajos orientados al enriquecimiento proteínico de la yuca (Carrizales y Marcano-1982), indican que es posible obtener yuca deshidratada con un contenido del 13% de proteínas, a través del cultivo semisólido de *Aspergillus niger* y/o *Candida utilis*, sobre yuca picada y precocida.

Diagrama del Proceso

- Lavado y picado
- Pre cocción
- Formulación. - microorganismos
- Fermentación – aire
- Secado.

Producción de Vinagre

El vinagre es un condimento que se produce por la fermentación alcohólica de vinos. Es un tipo de fermentación de almidón, es fácil porque no se requiere del destilado previo: se requiere solo de una fermentación aeróbica (Propler-1967).

Proceso

- Lavado – pelado
- Molienda – sacarificación –enzimas amilo líticas
- Fermentación – filtración

Proceso Industrial

El proceso agroindustrial artesanal o local, no genera residuos líquidos o gaseosos que afecte el medio ambiente. El proceso comienza con la recepción de RR (materia prima).

Alcohol: La yuca es un producto fermentable para producir alcohol. Una raíz reservante contiene en promedio 30% de almidón y un 5% de azúcares. Las RR secas contienen en promedio 80% de sustancia fermentables (casi equivalente al arroz).

Pasos para la elaboración del alcohol:

- Recepción y pesado
- Lavado y pelado
- Molido o aplastado (para tener pulpa fina)
- Tamizado
- Sacarificación: ácido sulfúrico en cocedores a presión.
- Ajuste del pH empleando Na_2CO_3
- Fermentación – que dura 3-4 días
- Destilación. - separación del alcohol por destilación

El rendimiento aproximado de esta operación es de 70 a 100 litros de alcohol por toneladas de raíces reservantes frescas.

Industria Papelera

En la industria del papel y del cartón se usa el almidón en grandes cantidades en los tres puntos de su elaboración.

- a) Extremo húmedo. - la fibra celulósica básica se bate hasta dar pulpa adecuada y aumentar la fuerza del papel
- b) Prensa de encolado. - se forma el papel-cartón y se secan parcialmente. El almidón se añade a ambos lados de la hoja que se ha secado
- c) El almidón actúa como agente de revestimiento y como adhesivo.

Cartón Ondulado o Corrugado

Incluye la fabricación de cartones, cajas y otros envases. Con la suspensión de almidón en solución de forma gelatinizada. El cartón se prensa entre rodillos calientes dándole adhesión muy fuerte. Para este fin son adecuadas las harinas de calidad. La dextrina se usa para la fabricación.

Perforación de Pozos petroleros

Son los almidones y almidones modificados mezclados con arcilla los que se usan para dar viscosidad correcta y la capacidad de retención de agua en taladros para perforar pozos de petróleo o de agua.

Industria de la Fundición

El almidón se usa como adhesivo, revistiendo los granos de arena y pegándolos entre sí en la fabricación de núcleos que se colocan en moldes en la manufactura de colados para metales.

Industria Textil

Los almidones son importantes en la industria, como en el encolado de curtiembre, aprestando y empastado de tejidos. Hay que aplicar un revestimiento protector para impedir que se desintegren las fibras individuales durante la tejeduría. El almidón de yuca se usa también para estampado de tejidos o producir diseños de colores sobre la superficie del tejido.

Industria de la Glucosa

La fabricación de azúcares de glucosa a partir de almidón, se hace en forma de jarabe o de un sólido, la propiedad del jarabe es casi equivalente de dextrosa. Glucosa es el nombre común de jarabe y la dextrosa para el azúcar sólido. La D-Glucosa es obtenida por la hidrólisis completa del almidón.

Industria de la Conversión del Almidón

La industria de la conversión de almidón (glucosa y dextrosa) consume mucho almidón, consume para ello alrededor del 60% del total de la producción.

El jarabe de glucosa y la dextrosa cristalina compiten con la sacarosa y se usa en cantidades en la industria de frutas en conserva, confitería, compotas, jaleas, mermeladas, mantecados, helados, productos de panadería, etc.

Industria Farmacéutica

En forma directa son utilizados la dextrosa y el almidón, ya sea como suero o edulcorante con la dextrosa o como medio para la fabricación de alimentos, también como gel de las píldoras.

- Por hidrogenación de la glucosa se forma sorbitol
- Sorbosa – azúcar que se forma por acción de la bacteria de la sorbosa el sorbitol
- Vitamina C (ácido ascórbico).- se obtiene por síntesis de la sorbosa fundida.

Otras Industrias

- Industria de jarabe de fructosa
- Producción de caramelo comercial
- Productos de panadería
- Confitería
- Conservas de frutas, compotas y mermeladas

14. COMERCIALIZACION

En la actividad económica que viabiliza el consumo de la población de tal manera que cubra las necesidades eficientemente. Está formado o se compone de varias operaciones que se cumplen a fin de que los consumidores de las raíces reservantes o sus derivados queden satisfechos. La producción y la comercialización de la especie cultivada son dos sistemas relacionados al gran problema alimenticio. Ambos forman

parte del sistema “mayor alimentario” que en nuestro país es ineficiente en lo que a comercialización se refiere; este se mantiene por décadas dentro de las prácticas tradicionales.

La comercialización de la yuca se hará eficiente cuando:

- a. Que satisfaga adecuadamente el gusto del consumidor
- b. Si el producto esta donde y cuando uno lo necesita
- c. Cuando los costos del mercado son bajos
- d. Cuando sean las RR de buena calidad
- e. De fácil almacenamiento y las perdidas sean bajas

Manejo post-cosecha

El rendimiento final de la especie está determinado por la variedad (carácter genético) y las condiciones agroclimáticas (medio ambiente).

La eficiencia de la cosecha está dada en la rapidez con el que se saca las RR de la chacra a su lugar de comercialización y almacenamiento.

La cosecha empieza con la planificación anticipada en lo mínimo, las etapas de la cosecha o arrancado propiamente dicho, selección en campo (2 a 3 categorías), el empaque en costales (lo menos recomendable), el cargado o traslado fuera de la chacra.

En el manejo post-cosecha también se debería incluir a los tallos (estacones) y especialmente a las hojas secas y las verdes que todavía están en el tallo. La producción de yuca está en el camino de productos o materia prima para la industria del procesamiento o utilización en almidón modificado e hidrolizado.

14.1.- ETAPAS DEL PROCESO DE COMERCIALIZACIÓN

1. Acopio

Primera etapa de la comercialización también comúnmente llamada recepción o acopio, esto se cumple o sucede en la chacra (lugar) de producción y consiste en:

- Limpieza de las RR
- Clasificación en dos a tres categorías de RR
- Envasado, ensacado, enjabado en sacos de 80-110 kg.
- Embarque (traslado en camiones), dentro de la chacra.

2. Mayorista

Es la segunda etapa de la comercialización, es llamado también de recepción o almacenamiento, esto sucede en los centros denominados “mercado mayorista” (en la parada o en el nuevo santa Anita). Este mayorista recepciona o compra camionadas del producto (según su especialidad)

3. Minorista

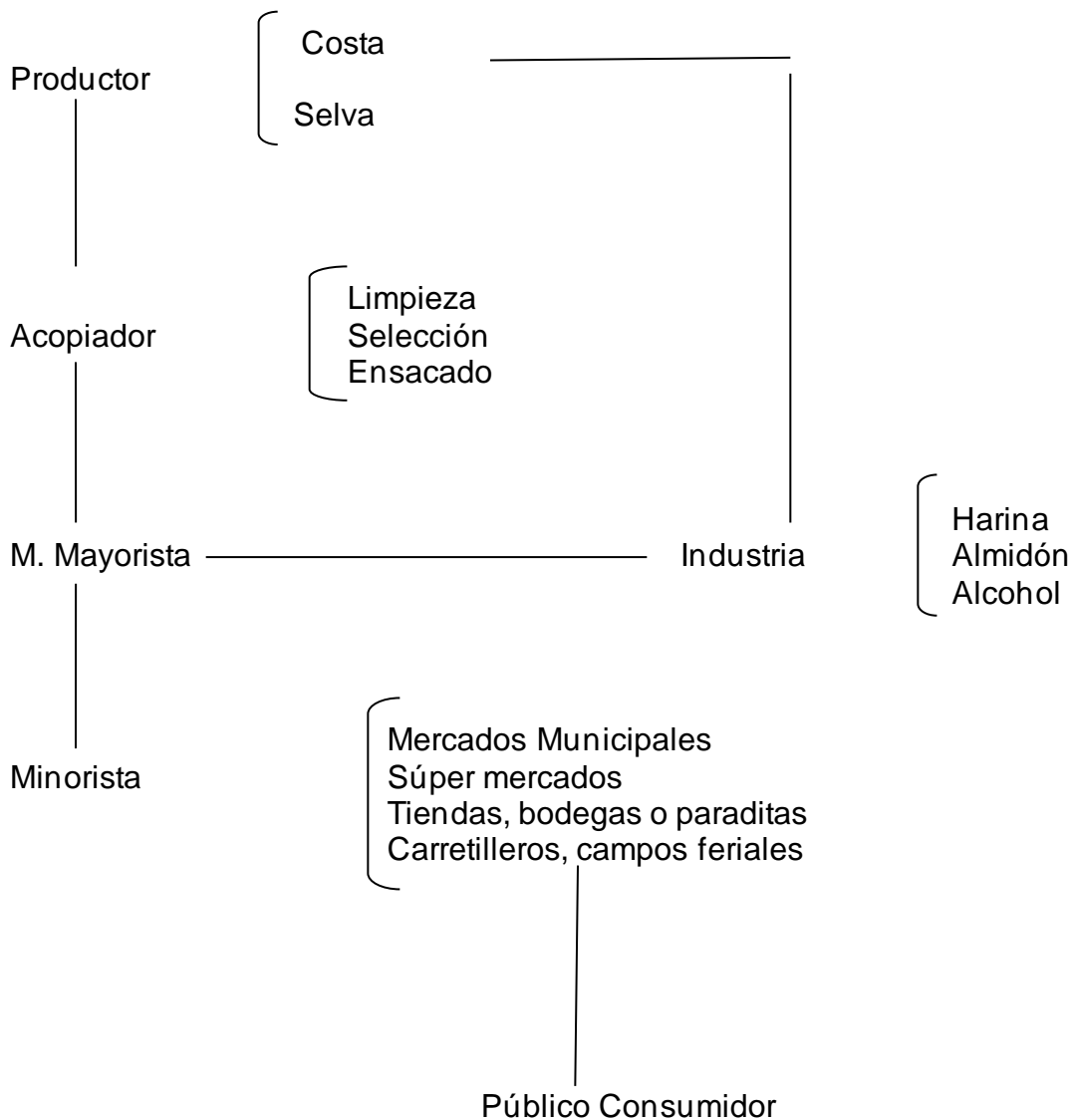
Es la tercera etapa de la comercialización, es la última, lo llaman “minorista”, también “detallista” porque comercializan la yuca en:

- Mercados minoristas o mercados municipales
- Los súper mercados (metro, wong, plaza vea) etc.
- Tiendas, bodegas o paraditas
- Carretilleros o ambulantes

Canales de Comercialización

En el esquema se grafica los canales de comercialización donde se distribuyen los agentes en las etapas, las zonas productoras como son Costa, Selva y algunos valles interandinos cálidos, la direccionalidad de las RR para consumo en fresco o procesamiento

15.- CANALES DE COMERCIALIZACION



Problemas de la Comercialización

- a. La falta de información de las propiedades del cultivar:
 - Poca aceptación en el consumo de follaje fresco
 - Producto perecible
 - Fletes altos de traslado-peso y volumen
- b. Cosecha Manual y su relación con la RR
 - El tiempo de cosecha afecta la calidad de RR
 - Consumir o procesar de inmediato
 - Falta de buenas vías-hay demora en el tiempo
- c. Estacionalidad de la oferta
 - Por la lluvia la cosecha se concentra en épocas
- d. Limitantes
 - Sus altos costos de producción, bajos rendimientos y técnicas inadecuadas.
- e. Industrialización
 - Mejoraría la rentabilidad de la cadena agroindustrial.

Entre la producción de la yuca y el consumo o utilización por los pobladores se presenta el problema de la comercialización que es compleja.

- f. Otro problema mayor es la falta de infraestructura de comercialización en el centro de producción, en el mayorista y minorista. Ejemplo. El juego de la oferta y la demanda.

La movilización del producto en nuestro país es preocupante por no existir una red vial operativa, especialmente en los meses de alta precipitación de la selva. Ejemplo. No llegan las RR en buen estado, como también las frutas.

- g. Mercados inadecuados
Los mercados utilizados para la recepción, almacenamiento y venta no cuentan:
 - Con los ambientes adecuados. - en tamaño, limpieza
 - Seguridad. - para el producto, el dueño y el comprador
 - Almacenes. - con la adecuada ventilación, temperatura.
 - Sistema de refrigeración, esto acelera los deterioros.
 - Higiene. - es lo más preocupante porque las RR llegan de la chacra a los mayoristas sin lavarse; mezclado con tierra, arena, etc. Por supuesto sin lavarse.

Posibles Soluciones

Se debe cosechar o arrancar el peso de RR que se comercializará y consumirá en el menor tiempo posible; ya que las raíces reservantes son muy perecibles. Por ello se consume o se procesa pronto.

Para cooperar en el problema de la comercialización se requiere:

- La capacitación de los productores y elevar la productividad: así se hará más rentable el cultivo.
- Someter las RR al procesamiento. - es necesario transformar la materia prima.
- Disponer de locales adecuados de almacenamiento en lugares estratégicos para evitar mermas, deterioros y pérdidas.
- Urgente construcción y buen mantenimiento de las carreteras o vías para transportar las RR cosechadas de lugar de producción a los centros de consumo o procesamiento.

16.- COSTO DE PRODUCCION DE YUCA EN SOLES, AÑO 2,016 TECNOLOGIA MEDIA - ALTA COSTA CENTRAL Jornal: S/.40.00 Tractor/hora: S/.80.00

ACTIVIDADES	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)
A. Costos Directos			
1. Gastos de Cultivo			
Terreno	10-12 meses	1	2,500.00
Riego machaco	2 jornales	40.00	80.00
Arado,rastra,gradeo y surc.	5 horas	80.00	400.00
Despaje	3 jornales	40.00	120.00
Siembra	10 jornales	40.00	400.00
Abonamiento	2 jornal	40.00	80.00
Deshierbo	15 jornales	40.00	600.00
Riegos	8 jornales	40.00	320.00
Agua riego-año	1	160.00	160.00
Control fitosanitario	4 jornales	40.00	160.00
Cosecha-deshoja-selec.-carguío	25 jornales	40.00	1,000.00
Insumos:			
Semilla	10-12,000 est	0.50	500.00
Fertilizantes (100-60-70)			
Urea	4 sacos	70.00	280.00
Súper triple de Ca	3 sacos	115.00	345.00
Cloruro de potasio	2 sacos	70.00	140.00
Pesticidas			
Insecticidas-fungicidas	1	350.00	350.00
			Gastos de Cultivo
			7,435.00
2. Gastos Generales			
Imprevistos 5% de G.C.			371.75
Otros			200.00
		C.D. =	8,006.75
B. Costos Indirectos			
Asistencia técnica			150.00
Gastos financieros			700.00
Gastos administrativos y sueldos (5% de C.D.)			400.00
		C.I. =	1,250.00
RESUMEN:			S/.
. Costo Directo (C.D.)			8,006.75
. Costo Indirecto (C.I.)			1,250.00
. Costo Total (CD + CI)			9,256.75
ANALISIS ECONOMICO Y RENTABILIDAD			
Rendimiento Promedio/ha			30 tn
Precio de venta en chacra (Kg-cañete)			0.70
Ingreso Bruto (precio venta en chacra y rendimiento)		S/	21,000.00
Beneficio Neto (ingreso bruto - costo total)			11,700.00
Indice de Rentabilidad (B.N./C.T.) x 100			126.1%

Fuente: Programa de Raíces y Tuberosas-UNALM-2013

17.- REVISIONES BIBLIOGRAFICAS

- ARRAUDEAU, M. 1970.** Métodos para la obtención de nuevos clones de yuca (Manihot esculenta Crantz) IICA de la OEA, Lima.
- BELLOTTI A.C. 1981.** Insectos y ácaros de la yuca y su control. In: Manual de producción de yuca. Cali, Colombia. CIAT. H1-H22.
- CAPINPIN, J.M. y W.C. BRUCE. 1955.** Floral biology and cytology of Manihot utilissima Phillip. Agriculturist. 39: 306-316.
- CARLOS E., DOMINGUEZ. CIAT.** Yuca, investigación, producción y utilización. Programa de yuca. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Pág. 44-45; 54-56.
- CIAT, 1990.** Desordenes nutricionales de la planta de yuca. Guía de estudio. CIAT. Cali-Colombia. 31 pág.
- CIAT. 1974.** Control de malezas. Informe anual, Cali, Colombia.
- CIAT. Serie 04SC-06-02.** "Selección y preparación de estacas de yuca para siembra". Guía de estudio. 26 pág. Cali, Colombia
- CIAT. 1979.** Un tipo ideal de planta de yuca para máximo rendimiento, Técnicas de estudio. CIAT, Cali, Colombia. 31 p.
- CIAT. Boletín Informativo.** "Material de siembra de yuca". Vol. 8, N° 1, Mayo de 1984. Cali, Colombia.
- DARLINGTON y E.K. JANAKI,** Chromosome atlas of cultivated plants, George Allen and Unwin Ltd. Londres. 307 p.
- DOMINGUEZ, C. 1980.** Yuca. Cali, Colombia, CIAT. p. 425-431.
- DOMINGUEZ, C. 1981.** Yuca: investigación, producción y utilización. Cali, Colombia, CIAT. 660 p.
- DOMINGUEZ, C. 1985.** Yuca investigación, producción y utilización. Cali, Colombia. CIAT
- Fuente.- Rangel, P.O. 1980. Mecanización del cultivo de yuca, cosecha, Seminario de Yuca. Maracay. P.P. 135-141.*
- GEPLACE, 1984.** Experiencias y perspectivas en América latina sobre el alcohol carburante. 448 p.
- GRACE, M.R. 1977.** Elaboración de la yuca. Roma, FAO
- HOWLER. 1983.** Nutrición mineral y fertilización en yuca. Cali, Colombia. CIAT.
- IITA/IDR. 1972.** Cassava mosaic workshop, Proceedings International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria, P. 48.
- LINNEMAN, A.R. 1981.** Preservación de algunos tubérculos tropicales. Editorial Acribia. Zaragoza-España.
- LOZANO, J. BOOTH, R. 1975.** Enfermedades de la yuca. Serie DS-5. CIAT. Cali, Colombia. p. 48
- LOZANO, J.C. 1981.** Problemas en el cultivo de yuca. Cali, Colombia. CIAT. p. 72-119.
- LUIS FERNANDO. 1980** Descripción de las plagas que atacan a la yuca. Cali, Colombia. CIAT.
- MARTIN F.W. 1976.** Cytogenetics and plant breeding of cassava a Review Plant Breeding Abstracts 46: 909-916
- MENESES, J.; Corrales C.M. et al, 2007.** Síntesis y caracterización de un polímero biodegradable a partir del almidón de Yuca. Revista EIA N° 8.
- MONTALDO A. 1996,** "La yuca frente al hambre del mundo tropical". Universidad Central de Venezuela, Facultad Agronomía y Ciencias Veterinarias. CECOTUP-FEDEAGRO-F.C.A. Maracay-Venezuela. 570 Pág.
- MONTALDO, A. 1979.** La yuca o mandioca IICA, San José, Costa Rica, 386 págs.

- MONTALDO, A. 1983.** Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. IICA. San José. Costa Rica.
- MONTALDO, A. 1985.** La yuca o mandioca. San José, Costa Rica. IICA.
- MONTALDO, A. 1996.** **La yuca frente al hambre del mundo tropical.** Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía y Ciencias Veterinarias, Maracay, Venezuela. 561 pág.
- MONTALDO, A. 1973.** Cultivo de raíces y tubérculos tropicales IICA de la OEA, Lima. 284 págs.
- MONTALDO, A. 1996.** La yuca frente al hombre del Mundo Tropical. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía y de Ciencias Veterinarias. CECOTUP – Maracay – Venezuela. 570 pág.
- MONTALDO. 1996.** La yuca frente al hambre del mundo tropical. 570 pág. Venezuela
- PACHECO, C. 1974.** Herbicidas pre-emergentes en cultivo de yuca. San José. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía.
- RICHARD, J.R., 1984.** El deterioro en las raíces de yuca. Boletín informativo. Vol. 8, Nº 2.
- VAVILOV, N.I. 1951.** The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants, Ronald Press, New York, 364 págs.
- WHEATLEY, CH., 1984.** Almacenamiento de raíces frescas de yuca. Cali, Colombia, CIAT.