

**Universidad de Sancti Spíritus  
“José Martí Pérez”.**

**Tesis para optar por el título académico de máster en  
Ciencias Agrícolas  
Mención raíces y tubérculos**

**Título: *Propuesta de un sistema de manejo de clones para la  
producción continua de Yuca (Manihot sculenta Crantz.) en el  
municipio de Trinidad***

**Autor: Ing. Osdany de la Caridad Pérez González.**

**2011**

**“Año 53 de la Revolución”**

**Universidad de Sancti Spíritus  
“José Martí Pérez”.**

**Tesis para optar por el título académico de máster en  
Ciencias Agrícolas  
Mención raíces y tubérculos**

**Título: *Propuesta de un sistema de manejo de clones para la  
producción continua de Yuca (Manihot sculenta Crantz.) en el  
municipio de Trinidad***

**Autor: Ing. Osdany de la Caridad Pérez González.**

**Tutor: Dr. C. Miguel Salvat Quesada.**

**2011**

**“Año 53 de la Revolución”**

## ***Pensamiento***

## ***Dedicatoria***

## **Resumen**

En la provincia espinosa hay limitaciones en el potencial de siembra de yuca (*Manihot sculenta Crantz.*) con rendimiento que no garantizan el abastecimiento alimentario a la población, esto se refleja con mayor dimensión en el municipios como Trinidad, uno de las aristas que puede resolver este problema es un manejo de clones que garantice un autoabastecimiento del municipio, por lo que el objetivo de esta investigación es instrumentar un sistema de siembra escalonada en el cultivo de la yuca utilizando diferentes clones existentes en la provincia teniendo en cuenta sus ciclos y características agroproductivas, que permita elevar los rendimientos por hectárea y elevar los volúmenes de producción en correspondencia con la población en el municipio de Trinidad. Se tuvo como resultado una producción en toneladas por hectáreas del tubérculo satisfactoria utilizando cuatro clones: CMC 40 de 6 a 8 meses de consumo, pertenecientes a plantaciones de ciclo corto, INIVIT Y-93-4 y CENSA 74-725 de los 8 meses de sembrada hasta los 11 meses, pertenecientes a plantaciones de ciclo corto y medio respectivamente y la Señorita de consumo a los 10 hasta los 11 meses de sembrada de ciclo tardío, esto satisfizo en las diferentes épocas del año la producción de yuca para el consumo de la población en el marco de la finca CPA Cooperativa de Producción Agropecuaria "Pedro Lantigua". Lo novedoso de la investigación está en introducir un sistema de siembra escalonado con diferentes clones de yuca comerciales existente en la provincia, sustentado sobre un soporte teórico para el conocimiento de técnicos y el campesinado en el área.

## Índice

Contenido	Páginas
Introducción	1
<i>CAPÍTULO I.</i>	6
1.1. <i>Un acercamiento al cultivo de la yuca (Manihot esculenta Crantz.)</i>	6
1.2. Importancia económica y distribución geográfica	7
1.3. Requerimientos edafo-climático	9
1.4. Mejora genética	9
1.5. Particularidades del cultivo	10
1.6. Plagas y enfermedades	13
1.7. Recolección	15
1.8. Poscosecha	16
1.9. Valor nutricional del cultivo	18
1.10. Procesado de la yuca	19
1.11. Estrategia clonal en el cultivo de la yuca	21
<i>CAPÍTULO II. Materiales y métodos de la investigación</i>	25
2.2. Análisis de los resultados.	29
2.3. Valoración económica	34
2.4. Tecnología propuesta para su producción continua	35
2.5. Representación esquemática de la estrategia clonal propuesta	43
Conclusiones	44
Recomendaciones	45
Bibliografía	46
Anexos	

## **INTRODUCCIÓN**

La yuca o mandioca (*Manihot sculenta* Crantz.) es una especie de origen americano, las especies silvestres de este género *Manihot* tienen dos centros de origen principales: un centro en México y el resto de América Central y el otro en el noroeste de Brasil.

Esta planta ha sido utilizada durante siglos en los trópicos por sus raíces almidonosas que proveen un alimento energético y gran fuente de carbohidratos, por su importancia en la alimentación humana y animal se dedican en Cuba grandes esfuerzos en fomentar áreas de este cultivo, extremando las medidas para la buena labor de plantación que garantice el éxito de la producción y los altos rendimientos. (Compendio, 2008)

Hoy las diferentes variedades se han extendido en una amplia área de los trópicos americanos y de otras partes del mundo, donde constituye uno de los alimentos fundamentales, especialmente en aquellas zonas con déficit alimentario, gracias a su importante contenido proteico y energético.

No obstante, hay zonas en el mundo donde este cultivo tiene potencialidades, y que se dedican al cultivo de la yuca para la producción de materias primas fundamentalmente para la elaboración del almidón de yuca, como es el caso de Japón que supera a China como principal productor y comprador de almidón en el 2008 (Instituto Nacional de Viandas Tropicales. INIVIT, 2009).

Mozambique, Brasil y Nigeria, prescriben la inclusión del 10% de harina de yuca en la harina de trigo. Algunos países del Caribe también han promovido esta iniciativa y el sector bioenergético, ya que se pueden producir alrededor de 280 litros (l) de etanol puro al 96% con una 1 t. de yuca que contiene 30% de almidón. Se pronosticó que China produciría en torno a 1 millón de toneladas de etanol de yuca en el periodo 2008-2009. (INIVIT, 2008)

En Cuba se produce yuca en todas las regiones del país, los productores han seleccionados clones que por sus características que se han adaptado muy bien a los diferentes ecosistema donde han sido plantadas. La base genética ha sido enriquecida con los híbridos obtenidos en los programas de fitomejoramiento, mediante la

introducción de clones foráneos y la selección de los más promisorios en los ensayos ecológicos zonales realizados en todas las zonas productivas del país, como base para la regionalización clonal.

Como resultado de este trabajo existen en Cuba un grupo de clones que ocupan actualmente más del 91 % del área productiva del país. (INIVIT, 2003)

Estos se han cultivado a través de los años y permiten un surtido de raíces y tubérculos tropicales que el pueblo cubano denomina "viandas" y cuya tradición de consumo se remonta a épocas antes de la conquista. Su amplia distribución, debido a su notable adaptabilidad a las diferentes condiciones edafo-climáticas, hace que esta raíz tuberosa ocupe un lugar destacado, fundamentalmente como fuente de carbohidratos, tanto para la alimentación humana como animal.

Pezo, en el 1999, indica que los rendimientos de yuca son muy diversos y dependen de la naturaleza de las variedades, la duración del período vegetativo, las condiciones del medio ambiente y la forma del cultivo. Establece según referencia de estudios realizados con agricultores de la Costa Central del Perú, que con la variedad de tonos "amarillos", se obtienen 15 t/ha; mientras que con la variedad de tonalidades "blanca", se obtiene un rendimiento de 25 t/ha, en estas zonas, el autor a partir de trabajos realizados variedades de yuca en condiciones de suelo y clima de de Condado Trinidad a encontrado de forma empírica que el mayor rendimiento obtenido fue de 42,500 kg/ha para la variedad variedades de tonalidad blanca y menor de 8,150 kg/ha para la variedad de tonalidad "amarilla".

Sin embargo pese a la experiencia en los agricultores, en la provincia espirituana no se ha logrado un potencial de siembra y por tanto de rendimiento que garanticen el abastecimiento alimentario a la población fundamentalmente en municipios como Trinidad, todo ello a consideración del autor mediante la observación directa del proceso tecnológico que se lleva a cabo en las fincas productoras de este municipio, no se garantizan un manejo adecuado de las variedades que posibilite una siembra continua en todas las épocas del año, llevado a cabo por el uso de variedades de bajo potencial de rendimiento.

Además existen limitaciones en la cultura de siembra de yuca para lograr altas producciones, este cultivo se siembra en forma de “conucos” que pocos distan de lo tradicional hace más de 100 años, falta conocimiento técnico sobre los clones existente en el país y la provincia que pueden ser adecuados a las condiciones del municipio, así como el manejo que se le da a los existentes son inadecuados y no existe una estrategia ni en teoría y práctica en los directivos y unidades productivas para la producción continua de esta vianda.

Existen otros problemas que aunque se categorizan como secundarios están influyendo también en las producciones limitadas de yuca en el municipio: mal manejo de actividades aerotécnicas, mezclas de semilla (no se puede sembrar con más de 30d de cosechada por las excesivas perdidas de humedad de las estacas.) y acción de las malezas (competencia.)

Por lo que se ha llegado al siguiente Problema científico: ¿Cómo manejar el uso de clones de yuca (*Manihot sculenta* Crantz.) que garantice un autoabastecimiento del municipio Trinidad?

Objeto de investigación: fitotecnia del cultivo de la yuca

Campo de investigación: manejo agrotécnico de clones para la producción de yuca

Se establece el siguiente objetivo general que permite resolver el problema planteado: instrumentar un sistema de siembra escalonada en el cultivo de la yuca utilizando diferentes clones teniendo en cuenta sus ciclos y características agroproductivas, que permita elevar los rendimientos por hectárea y elevar los volúmenes de producción en correspondencia con la población en el municipio de Trinidad.

Objetivos específicos.

1. Fundamentar desde el marco referencial los sustentos teórico que posibiliten la sistematización de los aspectos necesarios del sistema agrotécnico para el cultivo de los diferentes clones seleccionados en la práctica agrícola con un adecuado manejo de estos que permita una producción continua durante una gran época del año en las condiciones de las fincas de Trinidad.
2. Identificar los diferentes tipos de suelo con posibilidad para el cultivo de la yuca.

3. Establecer un sistema de agrotécnico para el cultivo de los diferentes clones seleccionados, que posibilite su expresión productiva máxima.
4. Comparar los resultados productivos con respecto a las potencialidades de cada clon establecido, que posibilite hacer una valoración del comportamiento de estos clones en la zona de estudio.

Preguntas de investigación:

- ¿Cómo se sustenta en la teoría el cultivo de la yuca a partir de los sistemas de manejo de clones diferentes para garantizar la producción sistemática del tubérculo?
- ¿Cuál es el estado productivo del tubérculo en el municipio Trinidad?
- ¿Qué características debe tener un sistema agrotécnico de cultivo de clones diferentes de yuca que garanticen una producción continua en los diferentes tipos de suelo de la zona del Condado en Trinidad?
- ¿Cómo se comporta el sistema de manejo agrotécnico propuesto en la producción del tubérculo?

A partir de la siguiente proposición general se enuncia la hipótesis de la investigación.

Si se introduce un sistema agrotécnico que incluya un manejo adecuado de forma escalonada de las variedades de yuca existente en la provincia de Sancti Spiritus, entonces se elevará los rendimientos de producción del tubérculo en las diferentes épocas del año.

Variable independiente: sistema agrotécnico que incluya un manejo adecuado de las variedades de yuca existente en la provincia Sancti Spiritus.

La dimensión de esta variable está dada en que se diseña un sistema que incluye la introducción mediante un proceso escalonado de diferentes variedades de yuca existentes en la provincia, fundamentalmente en el municipio Trinidad con requerimientos y exigencias de cultivo diferentes

Los clones a sembrar serán:

CMC 40 de 6 a 8 meses para su consumo, este pertenece a plantaciones de ciclo corto, el INIVIT Y-93-4 y CENSA 74-725 de consumo los 8 meses de sembrada hasta

los 11 meses, pertenecientes a plantaciones de ciclo corto y medio respectivamente y Señorita de consumo desde los 10 a 11 meses de sembrada, que pertenece a plantaciones de ciclo tardío

La variable dependiente: elevará los rendimientos de producción del tubérculo en las diferentes épocas del año.

La dimensión de esta variable está dada en la producción en toneladas por hectáreas del tubérculo en las diferentes épocas del año: poco lluvioso y lluvioso. La primera época se extiende desde noviembre hasta marzo y la de lluvia desde abril a octubre.

La novedad científica de la investigación está en introducir un sistema de siembra escalonado con diferentes clones de yuca comerciales existente en la provincia, sustentado sobre un soporte teórico que fundamente la propuesta agrotécnica en los diferentes tipos de suelos de la Cooperativa de Producción Agropecuaria “Pedro Lantigua” de la Empresa Agropecuaria FNTA, Trinidad, que posibilite la producción continua de este cultivo con buena calidad, en las distintas época del año.

# CAPÍTULO 1: REFERENTES TEÓRICOS QUE PERMITEN UN SUSTENTO DE LA ESTRATEGIA CLONAL PARA EL CULTIVO DE LA YUCA (*MANIHOT ESCULENTA CRANTZ*)

## **1.1. Un acercamiento al cultivo de la yuca**

El cultivo de la yuca en Cuba se realiza fundamentalmente por pequeños y medianos productores como las cooperativas, este en muy pocas veces se hace en cultivos intensivos, toda la producción se destina al consumo nacional a diferencias de los países productores de América Latina que exportan harina como materia prima, hacia los países desarrollados (Iglesia, C., 2003).

### **1.1.1. Taxonomía y morfología** (Montaldo, 1989)

Familia: Euphorbiaceae, Género: Manihot, Especie: *Manihot esculenta* Crantz.

Ésta es la especie cultivada, aunque según estudios taxonómicos, son sinónimos de *Manihot esculenta* como: *M. utilisima*, *M. aipi*, *M. dulcis*, *M. flexuosa*, *M. flabellifolia*, *M. difusa*, *M. melanobasis*, *M. digitiformis* y *M. sprucei*. (Vega, 2006)

Características botánicas de la planta (Torres, 2008)

- Planta: la yuca es un arbusto perenne de tamaño variable, que puede alcanzar los 3 m de altura. Se pueden agrupar los cultivares en función de su altura en: bajos (hasta 1,50 m), intermedios (1,50 - 2,50 m) y altos (más de 2,5 m).

- Tallo: el tallo puede tener posición erecta, decumbente y acostada. Según la variedad, el tallo podrá tener ninguna, dos, o tres o más ramificaciones primarias, siendo el de tres ramificaciones el mayoritario en la yuca. Su posición puede ser erecta semirrecta y ramificada. Las variedades de ramificación alta, es decir, a más de 100 cm, facilitan las labores de escarda. El grosor del tallo se mide a 20 cm del suelo y puede ser delgado (menos de 2 cm de diámetro), intermedio (2 - 4 cm) y grueso (más de 4 cm). Al carácter del grosor del tallo se le ha asociado el alto rendimiento en raíces de reserva. Los entrenudos pueden ser cortos (hasta 8 cm), medios (8-20 cm) y largos (más de 20 cm).

- Hojas: de forma palmipartida, con 5-7 lóbulos, que pueden tener forma aovada o linear. Son simples, alternas, con vida corta y una longitud de 15 cm aproximadamente. Los pecíolos son largos y delgados, de 20-40 cm de longitud y de un color que varía entre el

rojo y el verde. La epidermis superior es brillante con una cutícula definida. Según la defoliación que sufren en la estación más seca del año, las variedades de yuca se pueden ser determinadas por retener algo de follaje, o gran parte de el (60% aproximadamente).

- Flores: es una especie monoica por lo que la planta produce flores masculinas y femeninas. Las flores femeninas se ubican en la parte baja de la planta, y son menores en número que las masculinas, que se encuentran en la parte superior de la inflorescencia. Las flores masculinas son más pequeñas.

- Sistema radicular: comprende la corteza externa, la corteza media y la corteza interna y el cilindro central, estela, pulpa o región vascular. La corteza externa llamada también súber o corcho, corresponde un 0,5-2,0% del total de la raíz. La industria del almidón prefiere aquellas variedades de adherencia débil. La corteza media está formada por felodermis sin esclerénquima. Posee un contenido en almidón bajo y en principios cianogenéticos alto. Constituye un 9-15% del total de la raíz. La corteza interna está constituida por parte del parénquima de la corteza primaria, floema primario y secundario. El cilindro central está formado básicamente por el xilema secundario. La raíz de reserva no tiene médula y pueden ser raíces de pulpa amarilla, crema y blanca. El rendimiento de raíces por planta suele ser de 1-3 kg, pudiendo llegar en óptimas condiciones hasta 5-10 kg/planta.

## 1.2. Importancia económica y distribución geográfica

En la siguiente tabla mostramos distintos indicadores del cultivo de la yuca en la población mundial en el año 2008 al 2009: (<http://www.ciat.cgiar.org/es>, 2010)

Tabla 1. Producción por superficie y rendimiento del cultivo en diferentes continentes.

Continentes	Producción (t.m)	Áreas cultivadas (ha)	Rendimiento (kg/ha)
América	37.041.521,00	2.806.835,00	13.196,90
África	122.088.128,00	12.110.694,00	10.081,02
Asia	67.011.365,00	3.673.235,00	18.243,15
Oceanía	196.382,00	17.560,00	11.183,49
Total	226.337.396,00	18.608.324,00	52.726,27

De la tabla anterior podemos observar, como África es el continente con mayor producción mundial, alcanzando el 53,94% del total mundial, siendo Nigeria el mayor

país productor con 45,7 millones de toneladas, que ya de por sí supera a la producción de América y Oceanía juntas. Asia produce el 29,6% de la yuca mundial, destacando Tailandia con 22,6 millones de toneladas, seguida de Indonesia con 19,9 millones. No obstante apreciamos como, a pesar de las cifras de producción de África, es Asia el continente que consigue un mayor rendimiento de sus plantaciones en kg/ha, quienes obtienen casi el doble de rendimiento al cultivo (18.243,15 t frente a 10.081,02 t). No es de extrañar que el país americano que más yuca produce es Brasil, con 26.713.038 t, representando el 72,16% de la producción americana.

La Tabla 2, muestra la tendencia en la producción de yuca en el periodo 2000-2006: (Anónimo, 2006)

AÑO	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
producción (t.m)	178470.3	185222.8	187081.3	192893.4	205620.1	211255.7	226337.4

Se sabe que la producción de yuca ha ido aumentando progresivamente desde mediados del siglo pasado, la tabla anterior se refleja cómo se mantiene esta tendencia en el siglo actualmente. Esto se debe entre otras cosas a que se trata de un cultivo que se adapta a suelos pobres o tierras marginales donde no se pueden producir otros cultivos y no requiere de muchos fertilizantes, plaguicidas o agua. Además, el autor considera que la yuca puede recolectarse en cualquier momento desde los 8 a los 24 meses después de ser plantada, puede permanecer en el terreno como defensa contra una escasez de alimentos inesperada.

Se ha podido consultar en diferentes literaturas que gracias a los planes de acción llevados a cabo por la FAO (Organización para la Alimentación y la Agricultura) para fomentar el cultivo de la yuca, y luchar contra el hambre en muchos países en desarrollo. Por ejemplo, Ghana logró reducir la desnutrición más rápidamente que cualquier otro país entre 1980 y 1996, aumentando la producción y el consumo de yuca.

### **1.3. Requerimientos edafo-climático** (Torres, 2008) (INIVIT, 2001) (Rodríguez, 2005)

- Temperatura: los rendimientos máximos se obtienen en un rango de temperatura entre 25-29° C, siempre que haya humedad disponible suficiente en el periodo de crecimiento. Aunque puede tolerar el rango 16-38° C. Por debajo de los 16° C el crecimiento se detiene. Por este motivo en los climas tropicales-húmedos se alcanzan altas productividades, mientras que en otras regiones subtropicales, al descender de los 16° C se paraliza el crecimiento. Conforme la temperatura disminuye el desarrollo del área foliar se hace más lento, y el tamaño de las hojas más pequeño.

- Luminosidad y fotoperíodo: la yuca crece y florece bien en condiciones de plena luz, siendo un factor importante de cara al rendimiento de la planta. La longitud del día afecta a varios procesos fisiológicos de la planta. Es una planta típica de fotoperíodo corto: 10-12 horas de luz, propio de las regiones tropicales.

- Suelo: no es un cultivo exigente en cuanto a suelo, se da desde en suelos muy pobres en elementos nutritivos hasta en aquellos con una alta fertilidad. Preferiblemente los suelos han de tener un pH ligeramente ácido, entre 6 y 7, con una cierta cantidad de materia orgánica y han de ser sueltos, porosos y friables, evitando suelos con excesos de agua o desérticos.

Es conveniente controlar la erosión de los suelos arenosos de sabana expuestos a erosión eólica, en los que debe realizarse el cultivo en franjas alternadas con pastos naturales o artificiales.

### **1.4. Mejora genética**

La mejora genética en la yuca tiene que ir encaminada fundamentalmente a aumentar el rendimiento en raíces de reserva y contenido en materia seca total, aumentar la calidad y la resistencia a enfermedades y plagas. Un adecuado rendimiento se obtiene con una planta que pueda cultivarse a distancias cortas y que a la vez haga un eficiente uso de la luz. (Harsey C., 1991)

Debe tener un tallo vigoroso, así como con una ramificación a partir de 1 m. Índice de área foliar óptimo, en torno a tres punto cinco ramas con entrenudos cortos; de ocho a 10 raíces de reserva por planta; hojas con posición vertical que permitan un mayor

captación de la luz por la parte baja de la planta, etc. Para mejorar la calidad hay que tener en cuenta el destino de la cosecha. Puede dirigirse al consumo humano, en el que se utiliza cocida, procesada o en forma de harina; o bien al consumo animal. En el caso de utilizarse sin procesamiento industrial, el contenido en HCN (ácido cianhídrico) no debe ser superior a 100-200 µg/g de peso fresco de raíz. (Brien O., 1992)

En cuanto a la resistencia a plagas y enfermedades, han de utilizarse clones o cultivares de *Manihot esculenta* como fuentes de resistencia.

En Cuba se tiene el tercer banco de germoplasma de América con más de 600 clones, desde hace más de 25 años en el (información directa en el INIVIT, 2010) dentro de los clones más importantes por sus resultados están: (Conferencias, 2010)

Señoritas, CMC- 40, CENSA 74- 725, CENSA 74- 6329, CENSA 15- 19, Pinera, Señora Blanca, Africana, Baraguá, Especial, Siboney, Habanera Oriental entre otros menos conocidos y con nombres propios de las zonas cultivadas.

## **1.5. Particularidades del cultivo**

### **1.5.1. Preparación de la tierra (Torres, 2006)**

Se realizarán dos pases de grada pesada, en cruz y un pase de gradas ligera, en suelos de sabana, cubiertos de pastos naturales, francos o franco arenosos. En suelos de pH ácido, por debajo de cinco, tras la labor anterior se aplicará 1 t.m de cal viva por hectárea. Si se aplica carbonato de calcio, no se podrá realizar la plantación hasta uno a dos meses después. En suelos francos o franco-arcilloso-limosos o ácidos, se llevará a cabo un pase de arado integral o de tiro, seguido del encalado y de dos rastreos livianos con grada, o como alternativa, dos pases de grada pesada seguidos de dos pases de grada liviana.

### **1.5.2. Plantación**

Se recomienda realizar la plantación al comienzo de la estación de lluvias. En aquellas zonas en las que llueve durante todo el año, se podrá planificar la plantación de acuerdo a las demandas del mercado o las necesidades de la industria.

Si el cultivo de la yuca con fines industrial es preferible hacerlo en caballones. Dulong apunta tres diseños de plantación según (INIVIT, 2005):

- En platabandas convexas, de dimensiones 1,60 x 1,80 m de ancho sobre las que se plantan dos hileras de yuca. Cuando la precipitación anual supera los 1.300 mm.
- En caballones (camellones), a una distancia de 0,80 m, en suelos poco profundos o cuando hay riesgo de humedad permanente.
- En suelos planos, para suelos poco profundos y de estructura pobre. Es el más rápido y económico.

Tras varios estudios en los que se evaluaba la orientación y el tamaño de la estaca, a sí como su profundidad en el rendimiento del cultivo, parece ser que el sistema más indicado sería el de orientación horizontal y con estacas de unos 15 cm y colocadas a una profundidad de 5-6 cm. Así se permite la mecanización de la plantación.

### **1.5.3. Marcos de plantación**

Para la producción de raíces de reserva para la industria se recomienda utilizar marcos 1,20 x 1,00 m, (8.300 plantas por hectárea), ó 1,20 x 0,80 m (10.375 plantas / hectárea). Mientras que para la producción semimecanizada para casabe y almidón el marco será de 1,00 x 0,80 m (12.509 plantas / hectárea). (INIVIT, 2005)

### **1.5.4. Limpias y escardas**

Se llevarán a cabo las limpias cuando las plantas tengan entre 20-30 cm, siendo recomendable una segunda labor a los dos meses. En el caso que haya asociación de cultivos, se reducirán estas labores, y en el caso que sean leguminosas no se realizarán. (INIVIT, 2008)

Se lleva a cabo a los dos a tres meses de vegetación, en aquellos cultivos que no están mecanizados. Con esto se consigue que las raíces de reserva se puedan desarrollar bien, y se evita la acción perniciosa de los rayos solares, así como el ataque de roedores u otros animales.

### **1.5.5 Riego**

Según CIAT en 2003, donde hacen referencia que Sena y Campos realizaron estudios desde el siglo pasado, acerca de las exigencias hídricas de la yuca en Brasil, con una precipitación anual de 1.196 mm y una temperatura media de 24,4<sup>o</sup> C. Sometieron el

cultivo a tres frecuencias de riego diferentes: cada 10, 14 y 18 días, más un testigo sin riego. Se observó como el máximo rendimiento se obtuvo regando cada 14 días, seguido de cada 10 y por último cada 18. Las parcelas que no se regaron obtuvieron sólo el 20% de la producción correspondiente a las regadas cada 14 días. A pesar de ser un cultivo de secano, la yuca no produce económicamente en condiciones de deficiencia de humedad, aunque las plantas crezcan y puedan dar algo de producción.

#### **1.5.6. Malas hiervas**

Con una buena rotación de cultivos y una adecuada preparación de los suelos, se consigue una baja frecuencia de malas hierbas. Es importante controlarlas al comienzo del desarrollo de la yuca, puesto que al coincidir con el periodo de lluvias, se evita que las semillas de las malezas germinen.

El uso de herbicidas preemergentes resulta bastante eficiente, especialmente en cultivo en caballones, colocando las estacas en forma horizontal.

Las malas hierbas más comunes en las regiones tropicales y subtropicales de América con su nombre científico y común son: *Cyperus rotundus* Lin o corocillo o coquito, *Eleusine indica* o guarataro o pata de gallina, *Echinochloa* sp, arrocillo o paja americana, *Sorghum halepense* Lin, sorgo de halepo o millo, *Setaria geniculata* Lin, limpia botella o gusanillo, *Cenchrus brownei* Lin o cadillo, *Axonopus compressus* Lin o paja peluda, *Ipomea* spp, batatilla o camotillo, *Amaranthus* sp, pira o bledo, *Portulaca oleracea* o verdolaga y *Sclerocarpus coffeacolus* o flor amarilla o buba amarilla.

#### **1.5.7. Abonado** (Rodríguez, 2008)

El exceso de nitrógeno disminuye el contenido en almidón y aumenta las sustancias proteicas de las raíces de reserva, lo cual influye en la producción de harinas integrales de yuca para alimentación animal, pero no para la producción de almidones para uso industrial. Los abonos nitrogenados minerales pueden ser nítricos (nitrato potásico y nitrato amónico) o amoniacaes. En general se prefiere estos últimos al nítrico. Para evitar la lixiviación, el nitrógeno se aplica en dos veces: en el momento de la plantación y a los 2-3 meses de cultivo, siendo en esta última más recomendable la urea, aplicada vía foliar. Los abonos nitrogenados orgánicos son: abonos verdes, los estiércoles y los restos vegetales. La concentración de N<sub>2</sub> de distintos fertilizantes nitrogenados es:

Sulfato amónico 20,5%, Nitrato amónico 33,5 %, Urea 42 - 46 %, y Amoniaco anhidro 82,0%. Todos en estado sólido, salvo el último que es en estado gaseoso.

El fósforo se utiliza en el proceso de fosforilación, mediante el cual se sintetiza el almidón. Los síntomas de la deficiencia de fósforo son enanismo y un color de las hojas verde oscuro. Es preferible aplicar fosfatos de calcio insolubles, en vez de superfosfatos triples en cultivos de ciclo de 16-24 meses. La concentración de  $P_2O_5$  de distintos fertilizantes fosfatados es: Superfosfato triple 44 - 48 %, Superfosfato simple 16 - 20 %, Harina de huesos 23 - 25 %. En estado sólido.

El potasio influye en el rendimiento de las raíces de reserva y en el contenido en materia seca total. La deficiencia de este elemento provoca una coloración bronceada en las hojas con posterior quemadura de los bordes. Algunos autores lo han calificado como el principal elemento en el abonado. La concentración de  $K_2O$  de distintos fertilizantes potásicos es: Sulfato potásico 48 - 50 %, Cloruro potásico 45 %, Nitrato potásico 44 % en estado sólido. (Conferencia, 2010)

**1.6. Plagas y enfermedades** ([http://www.ciat.cgiar.org/es/metodos\\_herramientas](http://www.ciat.cgiar.org/es/metodos_herramientas), 2010)

### **1.6.1. Enfermedades fúngicas**

- Mancha parda de la hoja. Causada por *Cercospora henningsii*. Es una de las enfermedades más importantes de la yuca. Los síntomas que provoca son manchas marrones, más definidas en el haz y menos en el envés. Las venas cercanas a las lesiones circulares pueden aparecer de color negro. Las hojas situadas en la parte baja de la planta son más susceptibles de ser atacadas. Para controlar la enfermedad, lo mejor es utilizar variedades resistentes al hongo. Como control químico se recomiendan funguicidas a base de óxido de cobre y oxiclورو de cobre suspendidos en aceite mineral.

- Mancha blanca de la hoja. Causada por *Cercospora caribae*. Es una enfermedad frecuente en los periodos húmedos y frescos. Los daños que causan estas especies comienza por un amarillamiento en la hoja, en el centro aparece un color pardo en cuyo borde en ocasiones aparece una línea irregular pardo-violeta. En las hojas produce manchas irregulares, primero amarillas y posteriormente pardas de unos 5 - 10 mm. El

hongo penetra en la planta a través de los estomas, invadiendo posteriormente los espacios intercelulares. El hongo sobrevive en la época seca sobre los tejidos viejos infectados, para volver a iniciar su actividad en el periodo de lluvias. No se conoce ninguna variedad resistente específica.

- Ceniza o mildew. Causada por *Oidium* sp. Esta enfermedad aparece en la época seca. La ceniza de la yuca está causada por *Oidium manihotis*. Ataca preferentemente a las hojas más desarrolladas. Provoca lesiones amarillentas en las que en ocasiones aparecen áreas necróticas de color marrón. Pudiendo llegar hasta provocar la defoliación de la planta. En cuanto al control de la enfermedad, parece ser que existen variedades resistentes. También se recomienda la aplicación de productos a base de azufre por aspersión.

- Añublo pardo fungoso. Causada por *Cercospora vicosae*. Suele presentarse donde aparece la mancha parda. Los síntomas son manchas grandes de color marrón, siendo marrón grisáceo en el envés. Puede ocasionar defoliaciones severas en variedades susceptibles. No obstante, no es una enfermedad que ocasione grandes pérdidas. Para controlar la enfermedad se recomienda excesiva humedad en el suelo y el empleo de variedades resistentes.

- Pudrición seca del tallo y la raíz. Causada por *Diplodia manihotis*. Aparece una pudrición radical que conllevará a la muerte de la planta. También ataca el material de propagación almacenado, sobre todo en condiciones de alta humedad relativa, y a los restos de tallos que se han dejado en el terreno. Para controlar la enfermedad se recomienda la rotación con cultivos como maíz o sorgo. Se deben utilizar estacas sanas en la plantación desinfectando adecuadamente las herramientas.

### **1.6.2. Enfermedades bacterianas**

- Bacteriosis, pudrición. Causada por *Xanthomonas manihotis*. Es una enfermedad importante en Argentina, Paraguay y Brasil. Provoca el marchitamiento de las hojas y la exudación de goma. La enfermedad a veces aparece el extremo de las ramas, secándose las hojas nuevas. Existen variedades resistentes a la enfermedad. Se plantarán estacas sanas. (INIVIT, 2001)

### 1.6.3. Plagas

- El taladrador de tallos y ramas. *Coelostermus* sp. Existen cinco especies de este género que ataca a la yuca. Las larvas hacen galerías que pueden llegar a los 13 mm. El mejor método de control es la rotación de cultivos y la utilización de material de propagación sano.

- Gusano de la hoja. *Erinnyis ello*, Lepidoptera. Es una plaga importante que ataca por toda América y acaba con las hojas de la yuca y otras plantas. Como control biológico se han indicado las especies *Trichogramma* spp, *Telenomus dilopphonotae* y *Telenomus monolicornis*; *Apanteles americanus*, *Apanteles flaviventris* y *Belvosia williamsi*.

- "Mosquinha dos mandiocais" o "Broca dos brotes", *Lonchaea pendula*. Es una de las plagas más importantes de América. La mosca coloca los huevos en los brotes, llegando a acabar con las hojas en desarrollo. Existen variedades con resistencia genética.

- Ácaros. Provoca decoloración y deformación de las hojas, llegando a la caída de las mismas. Desorganiza todo el proceso de crecimiento de la planta, provocando acortamiento de los nudos y la muerte en los extremos apicales, incluso en toda la planta. Se observa una mayor proliferación en la estación seca. Son enemigos naturales *Somatium* spp, *Karschomia* spp de *Tetranychus bimaculatus*.

### 1.7. Recolección

Un indicador de que la yuca se encuentra próxima a la madurez es el resquebrajamiento del suelo alrededor de la planta. Suele cosecharse entre los 7 y los 10 meses, en función de la variedad. Es importante no adelantarse demasiado a la cosecha pues tendrá demasiado contenido en látex y no será apto para el consumo. Entre los 12-24 meses del ciclo de cultivo es el periodo óptimo para la recolección de la yuca cuando su destino es la industria del almidón, pues es cuando se alcanza el máximo rendimiento en raíces.

La recolección puede ser manual o mecánica. En ambos casos es importante no dañar las raíces. La cosecha manual, es la más común y resulta más sencilla en suelos con

una textura arenosa a franca. Previo a la cosecha, los tallos se cortan con un machete o una segadora rotativa, a una altura de 10 - 15 cm. Se necesitan aproximadamente de 18 a 20 jornales por hectárea. La cosecha semimecanizada se lleva a cabo con un arado de vertedera que abre los surcos a ambos lados del caballón, con el objeto de que sea más fácil el arranque de las raíces. Una vez arrancadas las raíces, es necesario cortar con un machete el pedúnculo para separarlas del esqueje plantado originalmente.

Aplicando buenas técnicas agronómicas se pueden alcanzar los 2,5 tm de raíces / ha y mes (30 tm de cultivo / ha y mes).

Indicadores de cosecha: (conferencias de la mención raíces y tubérculos, 2010)

1. Culminación del ciclo y características del clon.
2. Caída de las hojas en un elevado porcentaje.
3. Engrosamiento de las raíces tuberosas que pueden provocar el agrietamiento del terreno. Disminución del peso del tallo.
4. Debemos tratar que la cosecha coincida con el periodo de seca para evitar las pudriciones y consigo la merma de los rendimientos.
5. Debemos tratar que coincida con las bajas temperaturas para que aumenten las reservas de almidón en las raíces.
6. Otro factor es la forma de siembra si plantamos en cantero se acorta la cosecha esto esta relacionado con la compactación y el desarrollo de a tuberización.

### **1.8. Poscosecha**

El métodos tradicional de almacenamiento de la yuca es enterrando las raíces en el suelo. En la India y el Este de África, las raíces que no pueden ser consumidas o procesadas inmediatamente son amontonadas en pilas y regadas con agua.

Es una etapa muy importante debido a que se producen alteraciones de la pulpa, manifestándose como puntos o franjas, primero azules que posteriormente se tornan marrones a través de los haces vasculares. Los tejidos afectados se descomponen y acaban siendo invadidos por organismos saprofitos.

### **1.8.1. Daños mecánicos**

Los daños mecánicos son debidos fundamentalmente a una defectuosa cosecha mecánica. También está relacionado con daños físicos que ocurren por debajo de las raíces. Este tipo de daños dependerán de la variedad (adhesión de la cáscara), el tipo de suelo (los suelos pesados o en la época seca facilitarán los daños) y el método de cosecha. La recolección se deberá llevar a cabo en canastos o cajones, en los que se transportarán las raíces hasta su almacenamiento, donde se seleccionarán cuidadosamente.

### **1.8.2. Daños fisiológicos**

El deterioro fisiológico de la raíz puede reducirse mediante la poda de la parte aérea entre 2 y 3 semanas antes de la cosecha, a pesar de que ésta disminuirá el contenido en almidón y la calidad culinaria de la yuca. Estos daños consisten en pérdidas de peso debido a procesos de respiración, disminución de vitaminas, etc. Pueden ser debidas a un calentamiento excesivo de las raíces en el campo o bien excesivo calor y humedad en el almacenamiento. Para evitar este tipo de daños debe cosecharse en el momento de madurez óptima, el cual depende de la variedad, y se evitará en toda medida el exceso de humedad. (INIVIT, 2007)

### **1.8.3. Daños por patógenos**

El deterioro microbiano se produce como consecuencia del ataque de patógenos, bien sea durante el cultivo, en la cosecha o durante el almacenamiento. La superficie de corte de los pedúnculos durante la cosecha, es una puerta de entrada ideal de estos patógenos. Principalmente son del género *Rhizopus*, *Mucor*, *Choanephora*, *Lasiodiplodia* y *Fusarium*. Siendo las especies *Lasiodiplodia theobromae*, *Fusarium solani* y *F. Javanicum* las más destructivas. Tras esta infección le sigue la invasión de otros organismos saprofitos. Los insectos provocan importantes daños a la yuca almacenada y seca. *Prostephanus truncatus* ha sido una importante plaga en la yuca y maíz en África.

### 1.9. Valor nutricional del cultivo (INIVIT, 20902)

Tabla. 3. Composición nutritiva media (por 100 g de base seca)	
Valor energético (kcal)	132,0
Agua (%)	65,2
Proteína (%)	1,0
Grasa (%)	0,4
Carbohidratos totales (%)	32,8
Fibra (%)	1,0
Cenizas (%)	0,6
Calcio (mg)	40,0
Fósforo (mg)	34,0
Hierro (mg)	1,4
Tiamina (mg)	0,05
Riboflavina (mg)	0,04
Niacina (mg)	0,60
Ácido ascórbico (mg)	19,00
Porción no comestible (%)	32,00

#### 1.9.1. Toxicidad

La yuca es una planta cianogenética, es decir, que puede sintetizar bajo determinadas condiciones ácido cianhídrico. Los glucósidos cianogenéticos son tóxicos porque generan por degradación enzimático HCN. Otras plantas cianogenéticas son: el lino, el caucho, el sorgo, almendro, durazno. El ácido cianhídrico se forma cuando se cortan o

trituran las plantas o las partes que contienen glucósidos. En la yuca se han identificado los glucósidos linamarina y lotaustralina. (Brien O., 1992)

La toxicidad de la yuca ha recaído en el alto contenido de HCN generado en algunas variedades de la yuca. Esta sustancia es un potente inhibidor de la respiración celular. Su afinidad por iones metálicos como el cobre o el hierro, hace que al combinarse con el hierro de la hemoglobina y con el cobre de la oxidasa citocrómica, causan depresión neuronal de los centros moduladores, conllevando problemas respiratorios y según la intensidad provocando la muerte. Por tanto el HCN es un veneno para toda forma de vida, si bien las consecuencias dependerán de la dosis, la frecuencia de su ingestión, así como el estado nutricional del individuo. En animales el envenenamiento agudo se manifiesta con una respiración acelerada y profunda, pulso acelerado, movimientos espasmódicos, escasa reacción a estímulos.

La yuca dulce contiene hasta 50 veces menos proporción de cianuro. No obstante, la concentración de glucósidos cianogénicos en la raíces se puede ver afectada por las condiciones ambientales en las que se han cultivado, por tanto, el consumo de variedades no sólo amargas de yuca, sino también dulces pueden resultar peligroso para las personas o animales. Por tanto, las raíces han de ser sometidas a un tratamiento previo, para evitar cualquier intoxicación. Estos tratamientos varían de un país a otro, aunque existen tres tipos: - los que eliminan el glucósido, por lavado y/o prensado del material, o por degradación enzimático del glucósido; - los que destruyen la enzima; - combinaciones de los dos métodos anteriores. (Inga, 2002)

Para evitar cualquier intoxicación alimentaria es conveniente que esté procesada para ingerirla.

### **1.10. Procesado de la yuca**

De las raíces de la yuca se obtienen dos tipos de productos que son la yuca para harinas y "pelets", destinados especialmente para alimentación animal y el almidón de yuca, que se usará en industrias alimentarias (pan, pastelería, mermeladas, etc.) y no alimentarias (plásticos, pieles, etc.). (INIVIT, 2002)

### **1.10.1. Yuca para harinas** (Montaldo, 1989)

- Lavado: importante sobre todo en las que proceden de suelos arcillosos. Se eliminan los restos de tierra y arena que proporcionarían un mal color a la harina. El uso de lavadoras está justificado para un volumen 20 tm de raíces por día.

- Troceado: se puede llevar a cabo manualmente o mediante máquinas. Ya que el coste del troceado es inferior al del secado, conviene modificar este último para así minimizar el coste mediante trozos de menor tamaño.

- Secado: con el fin de extraer la humedad por evaporación. El secado al sol es uno de los métodos más comunes, especialmente en África. En éste los trozos de yuca se extienden en patios al sol y se mueven cada dos días, evitando siempre su exposición a la lluvia. Un inconveniente de este método es la duración del mismo que puede variar entre 7-12 días en la estación seca y algo más en la época de lluvias. La duración del secado dependerá de la insolación, época del año, condiciones de la atmósfera, etc. Por otra parte, existen varios sistemas para el secado forzado: secadores estáticos, secadores de fondo movedizo, secadores de fondo fluidizado, secadores rotativos, secadores neumáticos, etc. Con estos se logra un secado más homogéneo, se ahorra espacio y mano de obra y no depende de las condiciones meteorológicas. El secado al fuego también se lleva a cabo en determinados lugares.

- Molienda: tras el secado, se eliminan las impurezas, arena, tierra, etc. y a continuación el producto pasa al molino de martillo. La harina es aspirada por un ventilador situado en la parte superior del ciclón separador de harinas.

- "Peletización": a continuación la harina pasa a la unidad de peletización, donde es aglomerada por la acción del calor y la presión. En esta etapa se puede añadir melaza, urea y sal. Al salir de la unidad, se enfrían los pelets con objeto de evitar el quebrado de los gránulos.

En muchas ocasiones se prefieren los "pelets" a los trozos de yuca porque ocupan menos espacio, y su calidad es más uniforme.

### **1.10.2. Yuca para almidón** (Anónimo, 2006)

- Pesado: se determina el contenido en almidón, así como el estado de la yuca.

- Lavado y descascarado: el descascarado no se realiza cuando se va a procesar harina integral para alimentación animal. El agua se trata con sulfato de aluminio, para evitar que contenga óxido de hierro.

- Selección: la yuca pasa por una cinta transportadora en la que se eliminan las raíces dañadas o podridas no aptas para su procesado, así como aquellas con pedúnculos largos, que podrían romper los cilindros ralladores.

- Troceado y rallado o molido: las raíces entran en un tambor en el que giran una serie de aspas que las trocean se parten las raíces en trozos irregulares con la finalidad de facilitar el rallado de las mismas. La operación de rallado se lleva a cabo en los cilindros ralladores que desmenuzan la pulpa para así liberar los granos de almidón.

- Tamizado: tiene por objeto separar del almidón las partes fibrosas, que representa un 10-12% del producto. Se puede recuperar parte del almidón mediante un remolido y retamizado.

- Centrifugado: se lleva a cabo para separar los granos de almidón del líquido del que está en suspensión y de ciertas impurezas. Se añade agua potable, siempre teniendo en cuenta que no sea dura, puesto que dejaría oxalato de calcio en el producto final.

- Deshumidificación: en esta etapa la humedad se reduce hasta un 10-12%.

- Clasificación: la masa de almidón obtenida se pulveriza mediante rodillos. Esta operación se realiza mediante un tamiz de 100-200 mallas por pulgada con el que se separan los grumos de almidón, las fibras y otras partículas. Dicho material vuelve a reprocesarse y se almacena en un lugar seco.

- Empaquetado: la harina finalmente se envasa en sacos de papel de cubiertas múltiples.

### **1.11. Estrategia clonal en el cultivo de la yuca**

Es difícil proyectar la modernización de la agricultura, especialmente de los sectores tradicionales, sin una base de conocimientos mínimos que dominen esos productores, es por eso que el impacto que puedan tener los investigadores sobre los agricultores no sólo dependerá de la habilidad que tengan para transferir sus resultados, sino de la

estrategia con que programen y prioricen lo que deseen introducir y el nivel de participación que logren alcanzar de los productores. (Rodríguez, 2008)

En el INIVIT (Torres, 2006) ha introducido cambios conceptuales en la planificación y organización del trabajo, posibilitando con ello que además de la actividad científica para cumplir con nuestros perfiles tradicionales de trabajo, estamos enfrascados en la búsqueda de vínculos con los productores a través de la investigación participativa para la recomendación de nuevas variedades y tecnologías.

Para mantener el ritmo de una demanda creciente, se trabaja en la obtención de clones que se aproximen al potencial óptimo del ecosistema en el cual se desarrollan, ya que en los ambientes tropicales sobre todo, hace falta continuar investigando sobre nuevos sistemas de producción que se ajusten más a las condiciones edafoclimáticas de cada lugar.

La “investigación participativa” centrada en satisfacer las necesidades de los productores, requiere de modo insustituible, de la participación activa de ellos como cogestores y coautores del proceso de identificación de problemas y generación de conocimientos y soluciones en su propio beneficio.

Como línea fundamental de trabajo con los productores se ha desarrollado aquella de establecernos y permanecer en el terreno, es decir, en la región, para poder identificar, evaluar y aplicar en conjunto con ellos, las “potencialidades” más favorables para su desarrollo, para esto tenemos en cuenta lo siguiente:

- Hacer un diagnóstico preciso de la realidad local. Fundamentalmente suelo, potencialidades con el agua y nivel de preparación del campesinado.
- Seleccionar áreas que sean representativas de la región.
- Contemplar un crecimiento paulatino.
- Partir de un mejoramiento de las tecnologías existentes y del mejor uso de los recursos realmente disponibles para lograr más adelante y en forma global, la introducción de cambios más complejos y profundos.

Con el propósito de garantizar que la interfase no se convierta en una barrera insalvable, entre investigadores y productores se debe proceder de la siguiente forma:

1. Evaluar a escala comercial los resultados de la investigación (genotipos y prácticas culturales) desarrollados con la finalidad de conocer el potencial de sus beneficios técnicos y económicos bajo las condiciones reales del productor.
2. Contactar directamente con los productores y en su propio ecosistema el efecto del componente y/o conjuntos de componentes tecnológicos generados por la investigación en cuanto a:
  - Incremento de los rendimientos por unidad de superficie.
  - Reducción de los cortes de producción por unidad de producto obtenido.
  - Incremento de la calidad de la producción.
  - Reducción del esfuerzo humano en las actividades agrícolas.
3. Desarrollar toda una cultura agronómica que permita a los productores autoabastecerse de semilla.
4. Estimular el cambio de actividades (ampliación del horizonte del perfil de trabajo, autoconfianza para solucionar sus propios problemas y transformar realidades adversas).
5. Fomentar el intercambio tecnológico horizontal y de experiencias entre los propios productores. De manera que los resultados representen la verificación regional de cada logro investigativo.

Todos estos aspectos analizados juegan un papel determinante, para alcanzar los objetivos finales; en el caso no todo está resuelto y aún persisten elementos que debemos perfeccionar e incluso fortalecer; sin embargo, es evidente que existen avances significativos como son los siguientes: (diagnóstico realizado por el autor, 2009- 2010)

- ◆ Fincas para la producción de semilla básica con clones comerciales y registrados a partir de estacas procedentes de plantas obtenidas por embriogénesis somáticas o del INIVIT.
- ◆ Estructura clonal para producir yuca los 12 meses del año. (Tabla 4)

- ◆ Empleo generalizado del Manejo Integrado de Plagas para el control de la primavera de la yuca (*Erinyis ello*).
- ◆ Empleo de semilla de óptima calidad para realizar las plantaciones; entre otros.

De manera que resulta estimulante seguir avanzando en este sentido para lograr que los resultados de la investigación tengan su máxima expresión en la práctica productiva.

Estrategia Clonal que propone el INIVIT desde el 2007.

Tabla 4. Estrategia clonal para producir yuca los 12 meses del año.

<b>CLONES</b>	Epoca óptima de plantación	Ciclo de cosecha
' <u>CMC - 40</u> '	Noviembre – Diciembre	Julio – Octubre
' <u>INIVIT Y – 93 – 4</u> '		
' <u>CEMSA 74 – 725</u> '	Noviembre – Febrero/15	Octubre – Diciembre
'CEMSA 74 – 6329'		
' <u>Señorita</u> '	Noviembre – Febrero/15	Diciembre – Junio
'CEMSA 74 – 6329'	Noviembre – Diciembre	Durante todo el año

A esta estrategia podrán incorporarse los ecotipos locales aprobados, en dependencia de su ciclo de cosecha. En el caso de la investigación se tiene en cuenta las variedades subrayadas.

## CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS UTILIZADOS PARA EL DIAGNÓSTICO Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

### 2.1. Metodología experimental para el cultivo de la Yuca

El trabajo se realizó entre noviembre del 2009 a octubre del 2010 en la Cooperativa de Producción Agropecuaria “Pedro Lantigua” de la Empresa Agropecuaria FNTA., Sobre un suelo pardo con carbonato de textura arcillosa y topografía ligeramente llana, evaluándose 4 clones de yuca provenientes del INIVIT, siendo las cuatro comerciales: CMC-40 como testigo.

Se plantaron 16 parcelas en Cuadrado Latino con las siguientes variedades que entrarán en el experimento de la siguiente forma

1. Testigo: CMC-40
2. CEMSA 74-725 de ciclo medio
3. Señorita de ciclo tardío
4. INIVIT Y 93-4 de ciclo corto

4	2	1	3
3	4	2	1
2	1	3	4
1	3	4	2

Figura 1 Esquema del Cuadrado Latino

Las parcelas tendrán las siguientes dimensiones:

Cinco surcos de 7,20 m de longitud a 0,90 de separación, con una calle entre parcelas para un área de 32,40 m<sup>2</sup>.

- Cada surco contiene ocho plantas a 0,90 m de narión, o sea las plantas quedaran sembradas a 0,90 x 0,90 m. Se necesitan 160 semillas botánicas para el experimento, como se aprecia en la figura 1, son 4 parcelas por clon.

Se toman para el análisis experimental 16 plantas, a razón de 4 plantas por parcela en cada mes de cosecha pertenecientes a los 3 surcos centrales de cada parcela.

La muestra total en el análisis fue de 80 plantas por clón. Se realizó prueba de potencia para la significación de la muestra (anexo 1), la cual representó la muestra correcta.

La preparación de suelo consistente en pase de grada pesada, pase de grada ligera y surcada con arado de bueyes, y la plantación manual. El control de malezas se realizó con cultivos y aporque con equipos de tracción animal así como un pase de azadón las veces que fuera necesario hasta el cierre del campo.

Se realizó una fertilización ligera (50 % de la norma) y el riego fue tratando de satisfacer las necesidades hídricas del cultivo pero presentó irregularidades. En general todos los trabajos se realizaron en condiciones de producción.

La cosecha fue manual, evaluándose en el campo con una balanza portátil con una precisión de gramos. Los resultados fueron procesados mediante un análisis de varianza de clasificación doble aplicándose el análisis de comparación de medias de Duncan cuando las medias difirieron de forma significativa. Utilizando el paquete estadístico SPSS ver.19, los datos se organizaron en Excel.

Se harán los siguientes análisis:

1. A los 20 días de siembra % de población.
2. Cobertura del campo.
3. Incidencia de plagas: primavera, cautillo, talador del tallo y trips
4. Cosechar a razón de 4 plantas por clón y hacer las determinaciones que se muestran en la tabla 4 la que constituirá una ficha técnica:

Tabla 5 Matriz de recolección de datos.

Clón \_\_\_\_\_

Tiempo de cosecha	a. Peso de las raíces x plantas				b. No de raíces comestibles				c. No de raíces no comestibles				d. Prueba culinaria			
	Plantas				Plantas				Plantas				Plantas			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	3	1	2	3	4
8 meses																
9 meses																
10 meses																
11 meses																
12 meses																

Los valores de los registros de **a**, **b** y **c** son números a los que se le determina la media horizontal por meses y vertical en la culminación del experimento, los registro de **d** son traducciones de las categorías muy bueno (5), bueno (4), aceptable (3), regular (2) y malo (1), al cual se le saca el promedio horizontal y vertical posteriormente para hacer y los registros de **c** son valores porcentuales los cuales se le determina la media horizontal y vertical.

La extracción de las plantas para hacer las determinaciones anteriormente se hace por métodos aleatorios que permitan tomar plantas alternativamente que no influya en el desarrollo de los vástagos que quedan en el campo como se muestra:

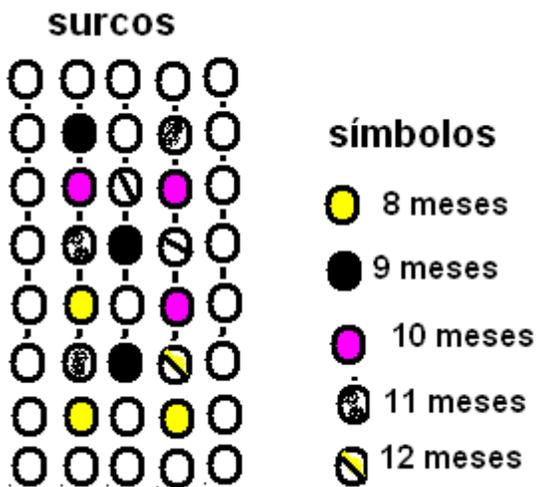


Figura 2. Esquema de extracción de las plantas

Tabla No.5 Descripción de los clones a utilizar. (INIVIT, 1995 y INIVIT, 2004)

<b>Descriptores / Clones</b>	<b>CMC-40</b>	<b>CEMSA 74-725</b>	<b>Señorita</b>	<b>INIVIT Y-93-4</b>
Posición de los Tallos	Semierecto	Erecto	Erecto	Inclinada
Ramificación	ramificado	Poco ramificado	Poco ramificado	Medio
Altura de la 1ra Ramificación	2.0 cm	Medio	Medio	Media
Color de los Tallos	Marrón	Verde rojo	Verde amarillo	Gris
Grosor del Tallo	Vigoroso	Intermedio	Vigoroso	Intermedio
Longitud de la Filotaxia	Largo	Largo	Largo	Largo
Altura total de la Planta	1.5 a 2.5m	1.5 a 2.5m	3 m	Medio
Forma del Lóbulo Central (hojas)	Simple	Simple	Simple	Lanceolada
No. de Lóbulos/Hoja	5 a 9	5 a 9	6 a 10	Medio
Color del Follaje Joven	Verde rojizo	Verde rojizo	Verde rojo	Ver. Cla.
Color del Follaje Adulto	Rosado	Verde	Verde Rojo	Ver. Cla.
Color de la Nervadura/ Haz	Rojizo	Verde	Rosado	Ver. Cla.
Color de la Nervadura/ Envés	Rojizo	Verde	Rosado	Ver. Cla.
Longitud del Lóbulo Medio	Medio	Simple	Medio	Medio
Ancho del Lóbulo Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
Pubescencia del Brote Terminal	Pubescente	Pubescente	Pubescente	Pubescente
Retención del Follaje	Medio	Medio	Medio	Medio
Color Pecíolo hojas jóvenes/ haz	Rojo	Rojo	Rojo	Ver. Cla.
Color hojas jóvenes/ envés	Rojo	Rojo	Verde Rojo	Ver. Cla.
Color Pecíolo hojas adultas/ haz	Rojo	Rojo	Rosado	Ver. Cla.
Color Pecíolo hojas adultas/ envés	Rojo	Rojo	Rosado	Ver. Cla.
Longitud de los Pecíolos	Inclinado	Regular	Medio	Medio
Punto de Inserción Limbo Pecíolo	Verde rojizo	Rojizo	amarillo rojo	Verde
Punto de Inserción Pecíolo Tallo	Rojo oscuro	Verde rojo	Rosado	Verde
Presencia de Flores a 240 días	No	No	No	No
No. de Raíces Comerciales/ptas	8 a 10	8 a 10	8 a 12	Alto
No. de Raíces no Comerciales/	2 a 3	2 a 4	2 a 4	Bajo
Textura de las Superficie (raíces)	Rugosa	Lisa	Rugosa	Rugosa
Dirección de Crecimiento (raíces)	Oblicuo	Oblicuo	Oblicuo	Oblicuo
Disposición de las Raíces	Asimétrica	Asimétrica	Asimétrica	Asimétrica
Forma de la Raíz	Cónicas	Cilíndricas	Cilíndricas	Cónica
Longitud/ Pedúnculo de la Raíz	-	Pedunculada	Corta	Corto
Color externo de la Raíz	Castaño oscuro	Rosado	Blanco	Castaño claro
Color de la Subepidermis	rosada	Rosada claro	Rosada claro	Crema
Color de la Pulpa o Xilema	Blanco	Blanco	Blanco	Blanaco Crema
Longitud de la Raíz	Largo	Medio	Medio	Medio
Anillos en las Raíces	Ausente	No	No	Ausentes

## 2.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

En la figura 3 se observa que en las diferentes épocas de siembra para suelos pardos con carbonato, en todos los clones se alcanzaron porcentajes de población a los 20 días superiores o iguales al 97,5%, por lo que no se considera este factor una característica diferencial entre los clones; Se observó que el testigo como de ciclo más corto puebla más rápido el campo a los 45 a 50 días días.

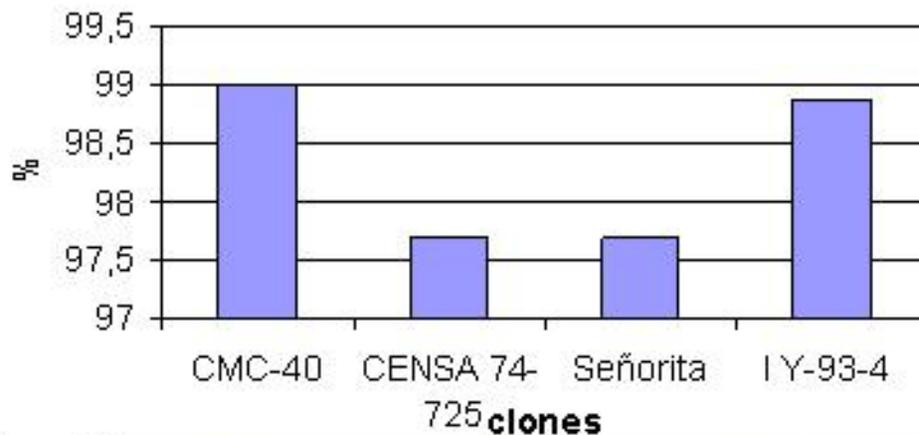


FIGURA: 3 Porcentaje de prendimiento de las semillas a los 20 días.

No apareció plaga en el contexto del cultivo, se hicieron todas las recomendaciones culturales según los instructivos técnicos para los clones que se estaban estudiando.

Aunque no es una variable a considerar se tubo en cuenta para poder tener una idea del comportamiento nutricional del suelo, el inicio de la tuberización, se aprecia que el clon mas precoz, para este parámetro fue el testigo CMC 40 (90 días) sin diferencia con el clon INIVIT Y 93-4 sin embargo los clones CENSA 74-725 y señorita de ciclos más largos comienzan a emitir tubérculos hasta 4 semana después los cuales se puede comprobar que el desarrollo de estos es más rápido. Se comportó como clon más tardío el señorita y el CENSA 74-725. Los resultados muestran que el inicio de la tuberización está regido más fuertemente por factores genéticos que ambientales (Hernández 2005).

Desde el anexo 2 al 5 aparece la media de los resultados de las evaluaciones de los componentes del rendimiento que aparecen en el diseño experimental

Se puede apreciar en la tabla que el carácter asociado al peso medio por raíces totales el las plantas, que es lo que indica el rendimiento final, se aprecia que los mejores

valores analizando en conjunto de estos factores son para INIVIT Y 93-4 seguido sin diferencias significativas para CMC 40 y CEMSA 74-725 ( $p \leq .05$ ). Esto significa que el número de raíces tuberosas por plantas no es un factor influyente en el rendimiento final; sino el tamaño y peso medio por raíz tuberosa alcanzado en este caso.

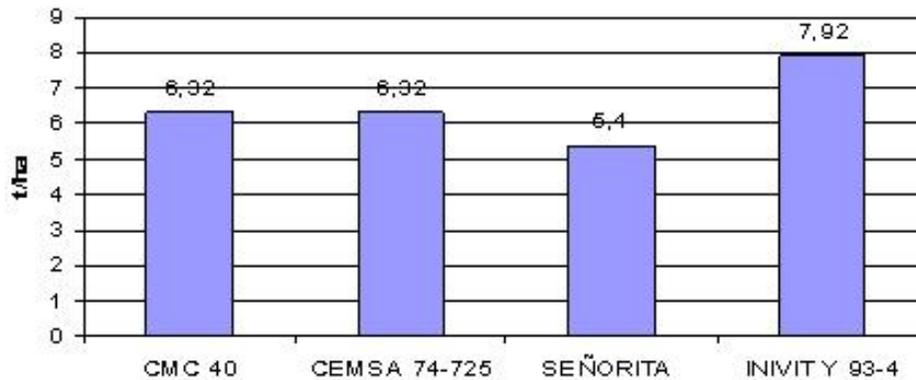


FIGURA 4: Media del peso de la raíces por plantas.

En el anexo 6 se puede constatar que entre el subconjunto señorita y CEMSA no hay diferencias significativas y el testigo de forma general se comportó mejor con diferencias para con los demás clones durante todos los meses.

No se ha podido esclarecer estadísticamente la interacción clones, tiempo de cosecha y suelo, se corroboró como combinación más satisfactoria que en comparaciones con datos estadístico proporcionado por otras investigaciones (INIVIT, 2007) que estos clones tienen diferencias en cuanto a los distintos momentos de cosecha y que son adecuados para una estrategia clonal de siembra continua como se recomienda posteriormente en esta investigación.

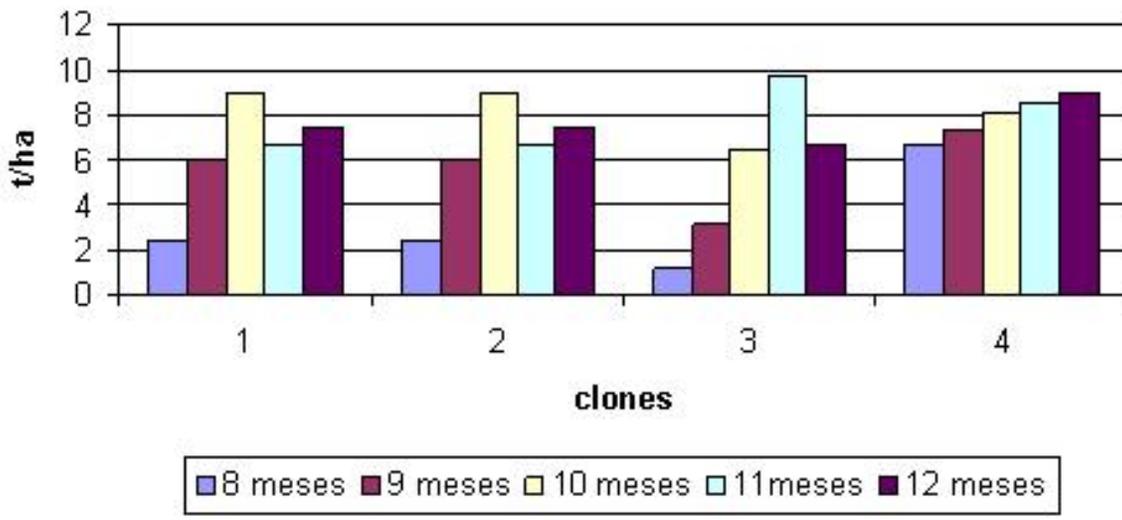
Tabla No 2. Comparación de medias de los rendimientos por clon.

	CMC 40			CEMSA 74-725			SEÑORITA			INIVIT Y 93-4		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Meses de cosecha												
8	2,4	1	8	2,4	1	8	1,2	0	9,9	6,7	7,3	2
9	6	9	3	6	9	3	3,1	0	10,5	7,3	8	0,75
10	9	9,5	2,3	9	9,5	2,3	6,5	10,8	1,5	8,1	8,8	0,6
11	6,7	8	3	6,7	8	3	9,7	11	1,75	8,5	8,8	0,9
12	7,5	7,75	1,5	7,5	7,75	1,5	6,7	11	0,5	9	9	0,5
MEDIA	6,32	7,05	3,56	6,32	7,05	3,56	5,4	6,6	4,8	7,92	8,38	0,95

1, peso de las raíces por plantas, 2. No. de raíces comestibles, 3. No. de raíces no comestibles

Comparación de los clones en diferentes momentos de cosecha.

Se hizo un análisis prospectivo con los resultados obtenidos en los diferentes momentos de cosecha aparecen en el anexo 6 y representado en la figura 5 en comparación con registro de investigaciones realizadas con las mismas variedades y arrojan que las producciones en los meses 10, 11 y 12 muestran diferencia significativa con los meses ocho y nueve, mostrándose como se aprecia diferencia clonal también entre los distintos clones experimentados, los que nos da un sustento experimental para el cumplimiento de los objetivos de esta investigación.



1. (CMC 40), 2. (CENSA 74 -725, 3. (Señorita), 4. (I Y-93-4)

FIGURA 5. Medias del peso de la raíces por plantas en los diferentes meses de cosecha.

El clon que presenta mayor potencial de rendimiento a los ocho meses fue el I Y-93-4, con diferencias con el resto de los clones que son de ciclos más largo, sin embargo ya a los nueve meses hay un crecimiento productivo en el resto de los clones excepto en el señorita como de ciclo más largo. Todos ellos a partir de los 10 mese aportan un potencial superior a los 6,0 t/ha por clon.

Los clones señorita y CENSA 74 -725 presentaron rendimientos muy inestables tanto en las réplicas durante las diferentes época de cosecha, esto pudiera estar justificado por diferencias ligeras genéticas, como en la producción de raíces comestibles y no comestibles figura 6.

El rendimiento comercial neto contempla la producción lista para ir al mercado, en la presencia de yucas no comestibles se aprecia que el clon INIVITB 98-2 presenta un comportamiento superior al resto, sólo superado por CEMSA 78-354 en la primera plantación, pero éste clon posteriormente no presentó un comportamiento similar, igualmente sucede con el INIVITB 98-2 lo cual les resta peso en el análisis, En cuanto a la cantidad de tubérculos por planta el INIVIT B 98-2 presentaron diferencias significativas con respecto al resto.

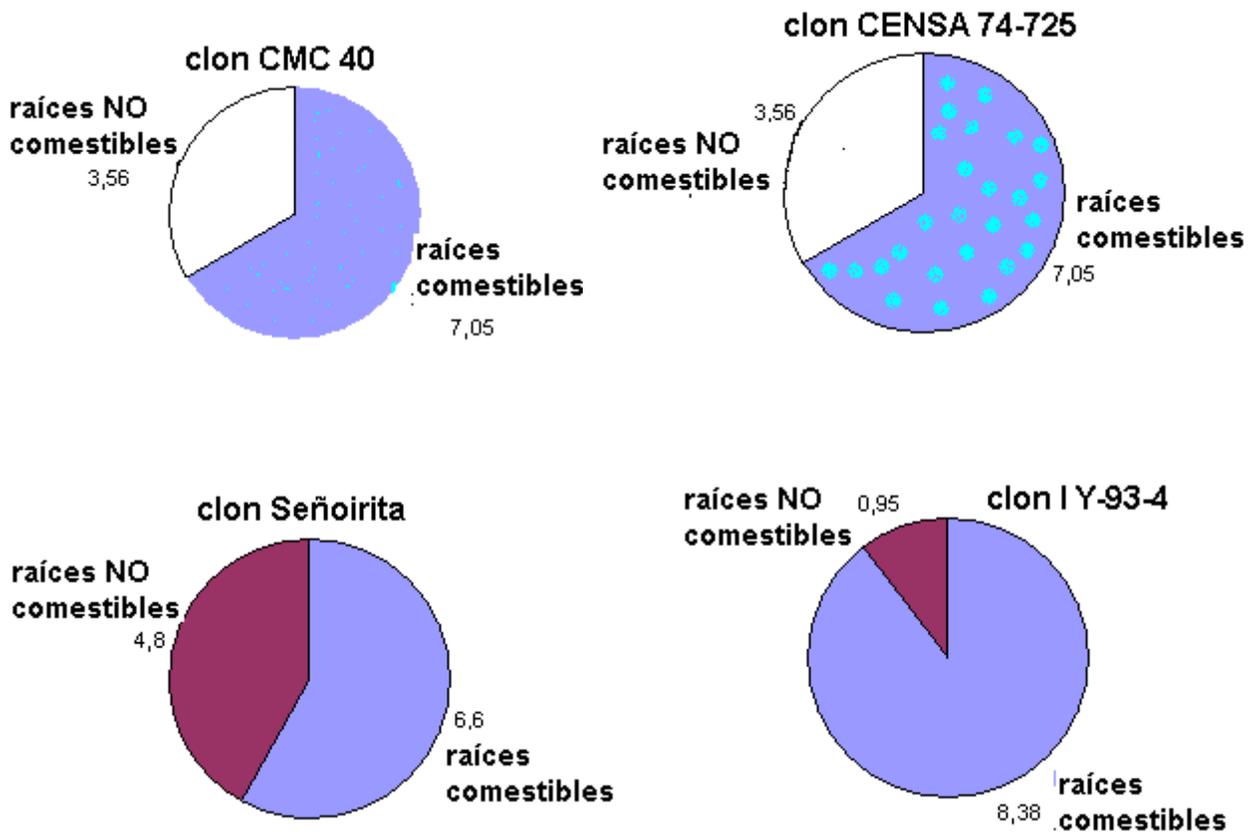


FIGURA 6: media del comportamiento del número de raíces comestibles y no comestibles.

Estas variaciones observadas aquí y que influye en el rendimiento comercial neto se determinó que aunque no puede atribuirse de modo directo a los factores ambientales ni a las prácticas culturales, puesto que en este último caso todos los clones han recibido el mismo tratamiento, sino debe presumirse a una capacidad de rendimiento de cada clon en primer lugar y en segundo lugar a variaciones ligera en el suelo. Estos

resultados demuestran a la vez la existencia de una variación clonal en el rendimiento de las yucas estudiadas, demostrando así mismo que es posible seleccionar clones de alta capacidad de rendimiento que permitiría aumentar la producción de yuca por unidad de superficie y de forma continua.

Tabla No 3 Comparación del comportamiento con el INIVIT durante los últimos tres años (Rendimiento expresado en t/ha); con las réplicas en la zona de estudios.

Lugar	INIVIT <sup>1</sup>			Zona experimental		
	2008	2009	2010	2008	2009	2010
CLONES						
'Señorita'	34,3	39,3	27,5	33	35,5	29,0
'CMC-40'	30,5	31,5	29,2	30,1	32,0	29,5
'C-74-725'	36,8	32,5	26,3	34,5	30,2	25,6
'INIVIT Y-93-4'	50,0	44,8	49,8	46,5	43,4	48,9

#### 1. Comunicación personal y revisión de estadísticas en el INIVIT

Tabla No 4 Comparación de los rendimiento estimados promedio de raíces comerciales (t/ha) en diferentes provincias del país, según datos de ensayos ecológico zonales. ANÓNIMO, (2009)

PROVINCIAS	Señorita	CMC-40	I-Y-93-4	'CEMSA 74 – 725'
Cienfuegos	32,1	27,0	41,1	36,5
Las Tunas	26,8	22,8	33,2	26,5
Granma	28,1	23,2	32,2	30,7
Sgo. de Cuba	36,2	32,7	51,5	36,5
Guantánamo	25,19	23,85	39,35	32,0
Trinidad (Sanct Sptus) Experimento (2010)	32,2	30,1	39,0	33,7

Tabla No 5 Resultados de los análisis bromatológicos a los 12 meses de efectuada la plantación.

Contenidos	CMC-40	CENSA 74-725	Señorita	I-Y-93-4
Materia Seca (%)	25,2	22,3	28,5	No se obtuvo

### 2.3. Valoración económica

El clon INIVIT B. 98-2 aportó un potencial de rendimiento superior en 7 t/ha al CEMSA 78-354 que es uno de los clones empleados por la producción en el municipio, por otra parte su adelanto en la fecha de cosecha permite a los 9 meses obtener un rendimiento potencial medio de 9 t/ha similar al clon testigo, sin contar el tiempo que el campo queda disponible para iniciar la siembra de otro cultivo.

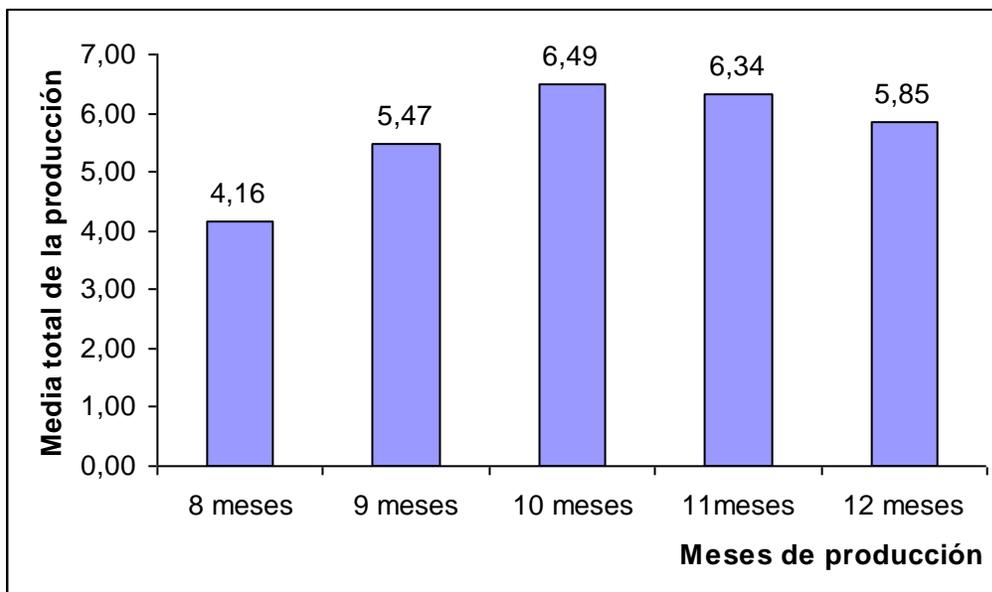


FIGURA . 7 Media de producción por meses.

Como se aprecia teniendo un adecuado manejo de los clones estudiados, se puede tener producciones por encima de 4 t/ha alcanzándose picos de producción a los 10 meses que luego van decreciendo y se puede extender hasta los 12 meses con buenas producciones, que puede dar a 9000 personas semanalmente, sembrando solo 4 hectáreas.

## 2.4. TECNOLOGÍA PROPUESTA PARA SU PRODUCCIÓN CONTINUA .

**Clones comerciales a utilizar** (INIVIT, 2001, 2000)

CMC-40: posee más de 10 raíces por planta, de ciclo corto de 7-10 meses.

CEMSA 74-725: Híbrido obtenido en el INIVIT. Posee generalmente más de ocho raíces por planta, ciclo de cosecha a partir de los 9 meses.



Señorita: Raíces cortas, cada planta produce un promedio de 8 – 12, bastante superficiales, lo cual facilita la cosecha. El ciclo es largo, más de 10 meses.



INIVIT Y – 93 – 4':

Híbrido obtenido en el INIVIT, posee más de ocho raíces por planta,. Ciclo de cosecha a partir de los ocho meses.



#### 2.4.1. PREPARACION DEL SUELO

La preparación debe facilitar la conformación de un cantero de 25 cm de altura como mínimo y un plato superior de 10 cm.

Requisitos agronómicos y manejo de la semilla:

Las estacas procederán de plantas que tengan de 10-15 meses de edad. Cuando las plantas tienen más de 15 meses, los dos tercios inferiores de sus tallos se encuentran altamente lignificados y poseen una notable latencia de las yemas, incrementando el número de días para la brotación.

La "semilla" debe proceder de tallos primarios cuando sea de clones cuya primera ramificación se produzca a más de 1,20 metros de altura, cuando las plantas hayan ramificado a una altura inferior a la planteada anteriormente y sea necesario tomar las ramas secundarias, es necesario que éstas presenten los entrenudos cortos y que el diámetro de la médula oscile entre el 45 y 60 % del diámetro total de la "semilla" tanto para estacas procedentes de tallos primarios como de ramas secundarias.

En las plantas que no ramifiquen o que la ramificación se produzca más tardía a más de 1,50 m de altura se utilizarán las 4/5 partes del tallo principal tomado desde la base.

El corte de estaca se debe realizar en el aire, lo más uniforme posible, evitando desgarrar la corteza o astillar el leño, para lo cual debe hacerse un pequeño corte en el aire, girar el tallo 180° y realizar el otro corte.

La longitud de la estaca será de 15-20 cm para plantación por el método horizontal y de 25 cm para el método inclinado; y deben tener como mínimo de 7-9 yemas.

La planta de yuca para semilla puede almacenarse con o sin tocón.

Tabla 6. El tiempo de almacenamiento en días puede ser diferente según las variantes siguientes:

	Con ramificación		Sin ramificación	
	Sombra	Pleno sol	Sombra	Pleno sol
Con tocón	45 - 50	30 - 40	20 - 25	15 - 20
Sin tocón	15 - 20	10 - 15	12 - 15	10 - 12

Para determinar si la vareta posee condiciones para ser utilizada como material de plantación, el latex debe emitirlo a los 3 segundos como máximo, una vez realizado el corte de las estacas.

Las plantas se colocarán de forma vertical formando un círculo alrededor de un punto fijo. El círculo que se forme tendrá como máximo de 4 a 6 m de diámetro.

El árbol o punto fijo que se tome no podrá ser hospedero de agentes nocivos a las varetas, las que deben separarse 10 m entre un clon y otro.

Entre el momento del corte de las estacas y su utilización para la propagación no podrá mediar un período mayor de 3 días, conservando las semillas a la sombra.

### **Época de plantación**

La época óptima de plantación es desde Nov. hasta Feb./15. No obstante puede plantarse yuca aunque con resultados menos favorables durante todo el año.

### **Distancia de plantación (INIVIT, 2005)**

La densidad de población está en función de varios factores tales como: el hábito de crecimiento del clon, la fertilidad del suelo, etc.

En nuestras condiciones las distancias de plantación que se establecen son las siguientes:

Clon	Camellón	Narigón
Erecto	0,90 m	0,90 m
	1,20 – 1,40 m	0,70 m
Ramificado	0,90 m	1,0 – 1,10 m
	1,20 – 1,40 m	0,80 – 0,90 m

### **Forma de plantación**

La yuca debe plantarse en suelos con buen drenaje interno y superficial, sobre el cantero, el cual debe tener una altura de 20-25 cm (suelos de buen drenaje) o de 30-40 cm (si el drenaje es deficiente).

### **Posición de la semilla**

La plantación se realizará colocando las estacas en forma inclinada u horizontal, y se procederá de la forma siguiente.

a) *Método inclinado*: Cuando se utiliza esta forma de plantar, la estaca quedará formando un ángulo de 45° con el suelo, dejando fuera de la tierra una sola yema que será tapada con los aporques que se realicen posteriormente.

Es importante que las estacas no queden con las yemas invertidas, ya que ésto retarda considerablemente la brotación.

b) *Método horizontal*: Este método favorece la siembra mecanizada, la que se puede realizar con máquinas TR-4M o similares. Es fundamental se tenga mucho cuidado en que la semilla no quede muy profunda y que el tape sea entre 5 y 8 cm.

Con la plantación debe lograrse como mínimo un 90 % de población, para evitar la labor de resiembra.

#### 2.4.2. LABORES DE CULTIVO

##### **Cultivo**

Las labores de cultivo se realizarán cada siete días utilizando arado de doble vertedera y tracción animal hasta que lo permita la plantación.

##### **Limpias**

Cuando se realizan con la guataca o azadón debe lograrse mantener el cantero.

##### **RIEGO**

Resulta imprescindible garantizar la humedad para facilitar la brotación de las estacas. Un riego antes de la plantación (mine) y otro posterior a ésta (vivo) con norma que puede oscilar entre 200 - 300 m<sup>3</sup>/ha en dependencia del tipo de suelo y continuando con intervalos de 12 - 15 días en suelos negros y de 10 a 12 días en suelos rojos e igual norma hasta completar 4 ó 5 riegos, son suficientes para una eficiente brotación. En caso de poder continuar regando el área, debe hacerse con los mismos intervalos y normas hasta los 120 - 135 días de realizada la plantación.

##### **FERTILIZACION**

##### ***Materia orgánica***

Aplicar a razón de 1 a 1,5 lb/planta localizada en el surco (200 a 250 t/cab).

Pueden utilizarse diferentes fuentes como la cachaza, gallinaza, humus de lombriz, compost, etc. según se disponga.

##### ***Biofertilizantes*** (INIVIT, 2007, 2008)

- Micorrizas: 50 g/planta en la plantación debajo de la estaca.
- Azotobacter: 20 L/ha en la plantación e igual dosis a los 50 ó 60 días con la solución final de 400 L/ha.
- Fosforina: 20 L/ha en la plantación con una solución final de 200 L/ha.

El Azotobacter y la Fosforina deben aplicarse con humedad en el suelo y en horas de poca incidencia de los rayos solares.

### **Fertilizante químico**

- Fórmula Completa: 0,7 - 0,8 t/ha (8 – 10 t/cab). Antes de la plantación o los 60 - 70 días después en bandas a ambos lados del cantero, con una relación de 2:1:3 (N- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>- K<sub>2</sub>O) .

### **PLAGAS**

#### **Primavera de la yuca (*Erinnyis ello* (L.) Lepidoptera, Sphingidae)**

La primavera de la yuca es la plaga más importante de este cultivo en Cuba, producto de su alta capacidad de consumo foliar, ya que en su estado larval (12-15 días) puede consumir 1,1 m<sup>2</sup> de follaje. Además, pueden presentarse altas poblaciones porque el total de huevos que la hembra oviposita durante su vida (19 días) puede llegar a 1 850, con un promedio superior a 440 huevos.

Metodología a seguir para su control:

Para reducir los daños de la primavera de la yuca, debemos poner en práctica lo siguiente:

#### 1) Control Cultural

- Eliminación de malezas en la plantación o alrededores (especialmente las euforbiáceas: *Euphorbia heterophylla* (hierba lechosa), *Chamaesyce prostrata* (hierba de la niña) que pueden servir como hospederas a la plaga.
- Arar inmediatamente después de la cosecha, para eliminar las pupas del insecto.
- Rotación de cultivos para desaparecer el hospedante más prolífero (también se ha reportado atacando plantas económicas como tomate, tabaco y fruta bomba).

#### 2) Control Mecánico

- Cuando se presentan ataques no muy intensos se puede realizar la recolección manual de las larvas y su destrucción inmediata o inmersión en cualquier sustancia que las destruya.

#### 3) Control Biológico

- Realizar liberaciones del parásito de huevos *Trichogramma* spp.

Estas deben efectuarse desde que aparecen los primeros huevos de la plaga, independientemente de la edad de la planta, y deben mantenerse hasta que el porcentaje de parasitismo sea superior al 90 %.

Se dispersan cada 25 m los parásitos contenidos en los sobres, preferiblemente se utilizan dosis inundativas (30 000 individuos/ha).

Las liberaciones deben hacerse en horas frescas del día y a favor del viento para facilitar la distribución y evitar las altas temperaturas.

Si se producen lluvias intensas debe reiniciarse el ciclo de liberación del parásito.

Tanto para los muestreos de la plaga como para las liberaciones de *Trichogramma*, debe recorrerse más del 50 % del área, para evitar que queden focos sin detectar o aplicar. El muestreo debe realizarse en sentido cruzado hasta que la altura de las plantas y las ramificaciones permitan la entrada al área y/o alrededor del campo cuando los clones ramifiquen e impidan entrar al área.

- Realizar aplicaciones del biopreparado *Bacillus thuringiensis* a razón de 10 litros/ha (cepa LBT-24).

Se efectuarán hasta que la altura de la plantación permita su realización de forma preventiva y con una frecuencia semanal; pero si aparecen los primeros huevos de la plaga serán cada 4 días.

A partir del momento en que la altura de la plantación impida la entrada al campo, se realizarán con igual carácter y frecuencia, alrededor del campo.

- Efectuar un manejo adecuado del parásito de larvas *Apanteles americanus* (algodón de la yuca).

Esto consiste en recoger los algodones recién formados y conservarlos en frascos apropiados hasta que comiencen a emerger las avispidas, momento en que se llevan al campo, se liberan y se destruyen los algodones.

#### **ENFERMEDADES**

**Pudrición del tallo y las raíces** (*Phytophthora* spp., *Pythium* spp., *Sclerotium rolfsii*, *Diplodia nataliensis*, *Cladosporium* sp., *Mucor mucedo*, *Fusarium* spp., *Aspergillus niger*, *Rhizopus* sp.).

#### Sintomatología:

Aparece en suelos mal drenados y en suelos pesados con alto contenido de materia orgánica. Se manifiesta más en épocas lluviosas, pues se trata de un complejo de hongos habitantes del suelo.

Las pudriciones tienen un mal olor característico, las raíces se deterioran y exudan un líquido de olor repugnante.

Puede aparecer en cualquier etapa del cultivo, originando por tanto diferentes síntomas según el estado de desarrollo de la planta atacada, estos van desde necrosamiento de los brotes en estacas germinadas infestadas y plantas jóvenes, marchites similar al estrés causado por la sequía, hasta la pudrición acuosa, blanda y con olor fétido de las raíces en plantas adultas.

Se han encontrado en diferentes localidades del país, raíces afectadas con una coloración pardo-oscura, de consistencia acuosa, que se extiende desde el centro hacia los bordes. En clones más susceptibles, se ha producido el deterioro completo de la raíz.

Al utilizar material de plantación afectado, su puede presentar síntomas en las plantas jóvenes, recién sembradas, que asemejan un estrés causado por la sequía. Se observa como un necrosamiento de los brotes más tiernos y marchites.

### Control

- Buena preparación del suelo.
- Plantar en canteros altos y suelo apropiado
- Rotaciones con otros cultivos o dejar de sembrar yuca, manteniendo la limpieza del terreno y del drenaje del mismo por un período no menor de seis meses.
- Selección de plantas vigorosas y sanas para ser usadas como semilla.
- Evitar el transporte de estacas para ser usadas como semilla desde zonas afectadas por la enfermedad.
- Erradicar y quemar las plantas afectadas.
- Tratamiento a las estacas durante cinco minutos con mezclas de fungicidas sistémicos e insecticidas autorizados en la lista oficial de plaguicidas.
- Uso de microorganismos supresores de la enfermedad, como el antagonista *Trichoderma*, que puede aplicarse al suelo después de la plantación siempre con abundante humedad o en el tratamiento a las estacas.

### COSECHA (INIVIT, 2001)

El momento de la cosecha estará en función fundamentalmente de las características del clon. Para realizar esta labor, ha de tenerse presente que exista un grado de

humedad óptimo que facilite la extracción de la raíz tuberosa, evitándose desgarraduras en la corteza de la misma.

Es importante destacar que según se van cortando y seleccionando, se irán colocando en pequeñas filas en forma vertical evitando que permanezcan en el campo por un tiempo mayor de 24 horas.

Una vez realizada la cosecha, deben efectuarse como mínimo un resaque con arado de una vertedera y pasándolo en doble sentido.

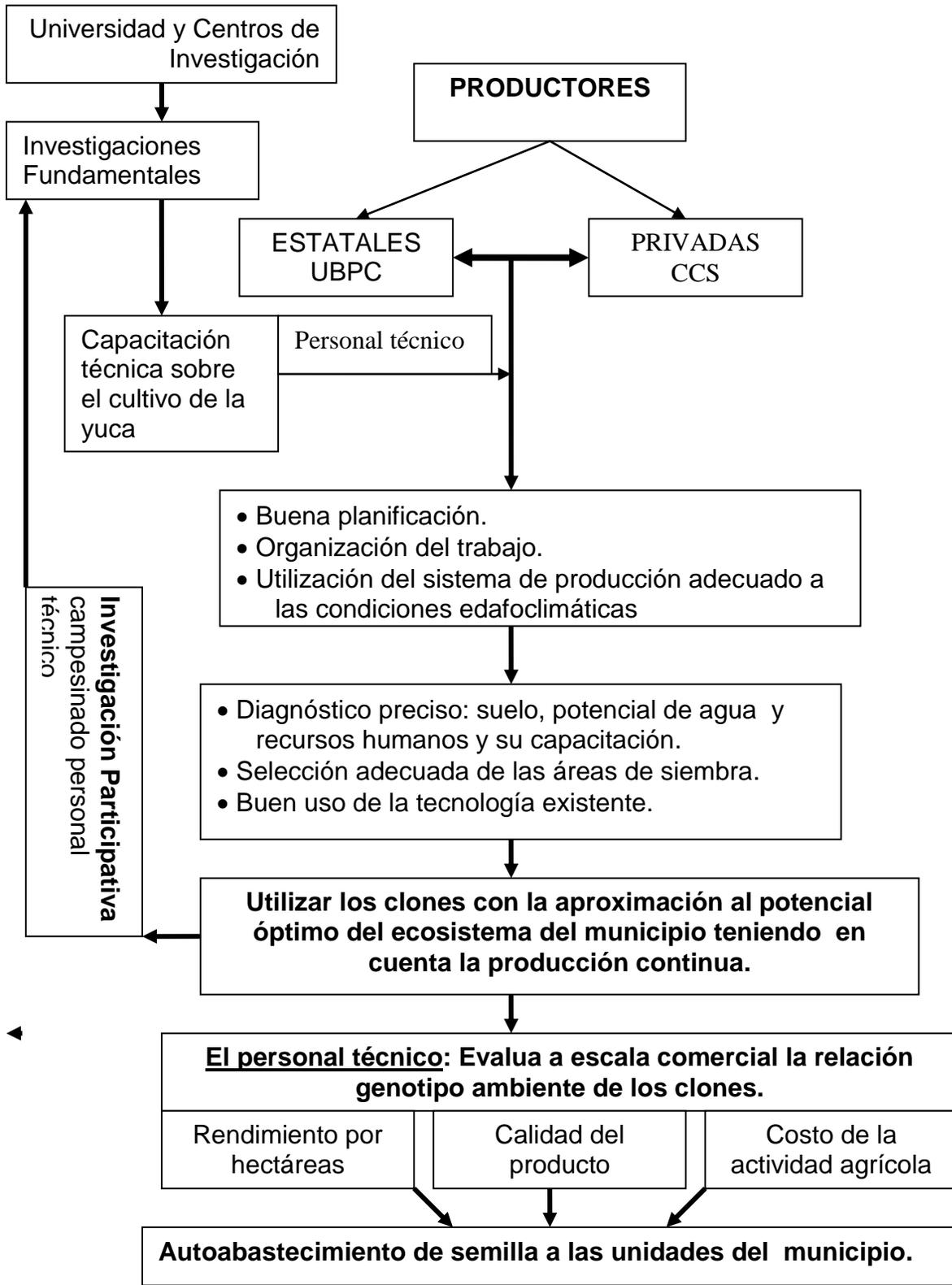
Para producir yuca los 12 meses del año debe ponerse en práctica la estrategia clonal siguiente:

Tabla 7. Estrategia clonal propuesta para la finca de la CPA “Pedro Lantigua”.

CLONES	Época óptima de plantación	Ciclo de cosecha
'CMC - 40' 'INIVIT Y – 93 – 4'	Noviembre – Diciembre	Julio – Octubre
'CEMSA 74 – 725'	Noviembre – Febrero/15	Octubre – Diciembre
'Señorita'	Noviembre – Febrero/15	Diciembre – Junio

A esta estrategia podrán incorporarse los ecotipos locales aprobados, en dependencia de su ciclo de cosecha.

## 2.5. REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LA ESTRATEGIA CLONAL PROPUESTA



## CONCLUSIONES.

- Los presupuestos teóricos sistematizados permitieron una adecuación de los sistemas agrotécnico recomendados para la producción continua de yuca con los clones existentes en el territorio de Trinidad Sancti Spiritus, en suelos pardos con carbonato de textura arcillosa y topografía ligeramente llana en la Granja de cultivo protegido de “Condado”.
- Se constató con respecto al rendimiento de las raíces tuberosas, que es uno de los carácter más importante en el análisis y constituye una característica clonal, aunque influenciado por los factores ambientales y culturales; en la zona de Trinidad por ejemplo, los agricultores siembran cuando menos más de un clon de yuca, sin ningún cuidado o técnica, en tales condiciones los rendimientos son bajos.
- Se identificaron y pusieron en prueba de producción 4 clones comerciales de forma escalonada: CMC-40, que fungió como testigo, Señorita, INIVIT Y-93-4 y CEMSA 74-725. Los dos últimos clones; resultaron los mejores del estudio, superiores al testigo y al señorita, sin embargo deben estos ser intercalado para producciones continuas. Aunque el clon señorita tiene una mayor aceptación.
- Se evidenció por comparación con estudios realizados por otros autores, que con una agricultura agroecológica utilizando un adecuado manejo agrotécnico de los clones, los rendimientos pueden ser favorables para los tipos de suelos donde se realizó el estudio.

## **RECOMENDACIONES.**

Realizar estudios de estabilidad en otros ambientes del territorio trinitario

## **Bibliografía**

- ANÓNIMO. (2009). Yuca (*M. esculenta* Crantz) /Sergio Rodríguez Morales, Magalis García.-- Santo domingo. INIVIT /s.a/ 7h.
- ANÓNIMO. (2006). Situación actual y potencial futuro para el desarrollo de la yuca en Cuba.-- Santo Domingo. INIVIT, 1991. 17p. Tab.
- Arias Bernardo et al (2008) Control biológico y microbiológico del gusano cachón de la yuca (*Erinnyis ello*). Contenido científico desarrollado por: CIAT
- Brien O., G.M. (1992). Evaluation of rapid semi-quantitative assay for cyanogens in cassava.-- Cali, CIAT. Colombia
- Calzada Benza J. 1970. Métodos Estadísticos para la Investigación. 3a. ed. Lima: Editorial Jurídica. 645p.
- CIAT. Centro Internacional de Agricultura Tropical. (2003). Yuca: Lo último acerca de un cultivo milenario.-- Cali, Colombia.
- Conferencias del curso de sobre raíces y tubérculos de la maestría en Ciencias Agrícolas de la Universidad de Sancti Spiritus. Impartidas por Dr. Rafael Sanzo Mancebo y MSc Manuel Rodríguez Glez, 2010
- Enfermedades de la Yuca. [http://www.ciat.cgiar.org/es/metodos\\_herramientas/](http://www.ciat.cgiar.org/es/metodos_herramientas/) consultado en diciembre del 2010.
- García, M. (2003). Técnicas de multiplicación de semilla, material de siembra de yuca y su almacenamiento. INIVIT, Santo Domingo. 14p/
- Hershey. C. Mejoramiento genético de la yuca en América Latina. CIAT. Cali, 1991.
- Iglesias, C. A. et al. (2003). Interfase entre los programas de mejoramiento. Los campos de los agricultores y los mercados de la yuca en Latinoamérica. Memorias de la 3ra Reunión Panamericana de Fitomejoradores de yuca.-- Cali. CIAT, /s.a/ 279p. Colombia.
- Inga Sánchez H. López Parodi J. (2002). Diversidad de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en Jenaro Herrera, Loreto – Perú, DOCUMENTO TÉCNICO N° 28, febrero, IQUITOS - PERÚ
- Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales, INIVIT (2008): Instructivo Técnico para el cultivo de la Yuca. Cuba, [plegable digital](#).

\_\_\_\_\_, (2007): Instructivo Técnico para el cultivo de la Yuca. Cuba, plegable digital.

\_\_\_\_\_, (2005): Distancias de siembra para el cultivo de la Yuca. Cuba, plegable.

\_\_\_\_\_, (2001): El cultivo de la yuca, Cuba, Plegable

\_\_\_\_\_, (2003): "INIVIT Y-93-4": Nuevo clon de yuca para Cuba, Cuba, plegable digital.

\_\_\_\_\_, (2002): "INIVIT Y-93-4": Nuevo clon de yuca para Cuba, Cuba, plegable digital.

\_\_\_\_\_, (2002) Alimento su cerdo con yuca. Instrucciones para pequeños y medianos productores. plegable digital

\_\_\_\_\_, (1995): Descripción de clones promisorios de yuca (*Manihot esculenta* Crantz), Cuba, plegable

López Zada, M. (1999): Raíces y tubérculos. Editorial Pueblo y Educación, Ciudad de la Habana.

Montaldo, A. 1989. La yuca o mandioca. San José (Costa Rica): Ed. IICA, 386 p.

PLANTACIÓN DEL CULTIVO DE LA YUCA. Compendio elaborado por especialistas del INIVIT, 2009

Rodríguez Morales, S. (2009). Aspectos Básicos para la producción de yuca (*M. esculenta* Crantz).--Santo Domingo, INIVIT. 14p.

Pezo P. N. W. Vásquez R. \*(1999). Comparativo de rendimiento de ocho clones de Yuca (*manihot esculenta*, crantz) folia amazónica VOL. 7 (1-2) IIAP 69

Ríos, S. O. 1981. Fertilización orgánica con suplemento mineral en el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta*, Crantz), en Iquitos. Tesis Ingeniería Agrónoma. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Programa Académico de Agronomía, 69 p.

Rodríguez Morales, S. 2005 Aspectos Básicos para la producción de yuca (*M. esculenta* Crantz).-Santo Domingo, INIVIT. 14p.

Rodríguez Morales, Sergio et al. (2008). Desarrollo del cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en Cuba. Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales (INIVIT), Santo Domingo, Villa Clara, Cuba.

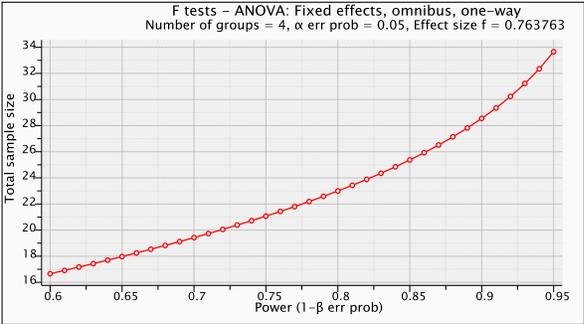
Torres González Yamila et al (2008) Conozca mejor la planta de yuca. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN VIANDAS TROPICALES, INIVIT. Plegable digital.

\_\_\_\_\_ (2006) Plantación de la yuca. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN VIANDAS TROPICALES, INIVIT. Plegable digital.

Vega Corea E, J. Isabel Arbusto Rizo. (2006). Evaluación de 29 clones de yuca (*Manihot esculenta*), Instituto de Tecnología Agropecuaria, Nicaragua.

Anexo 1

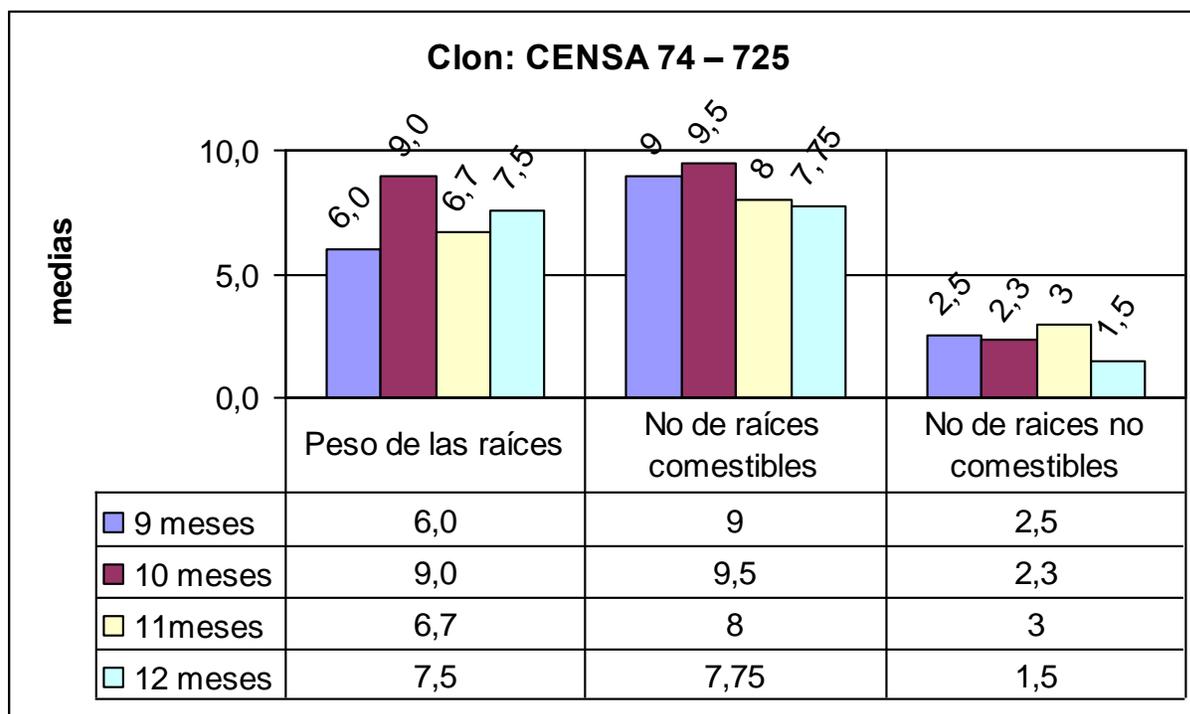
Grafico de potencia para la significación de la muestra.



Anexo 2

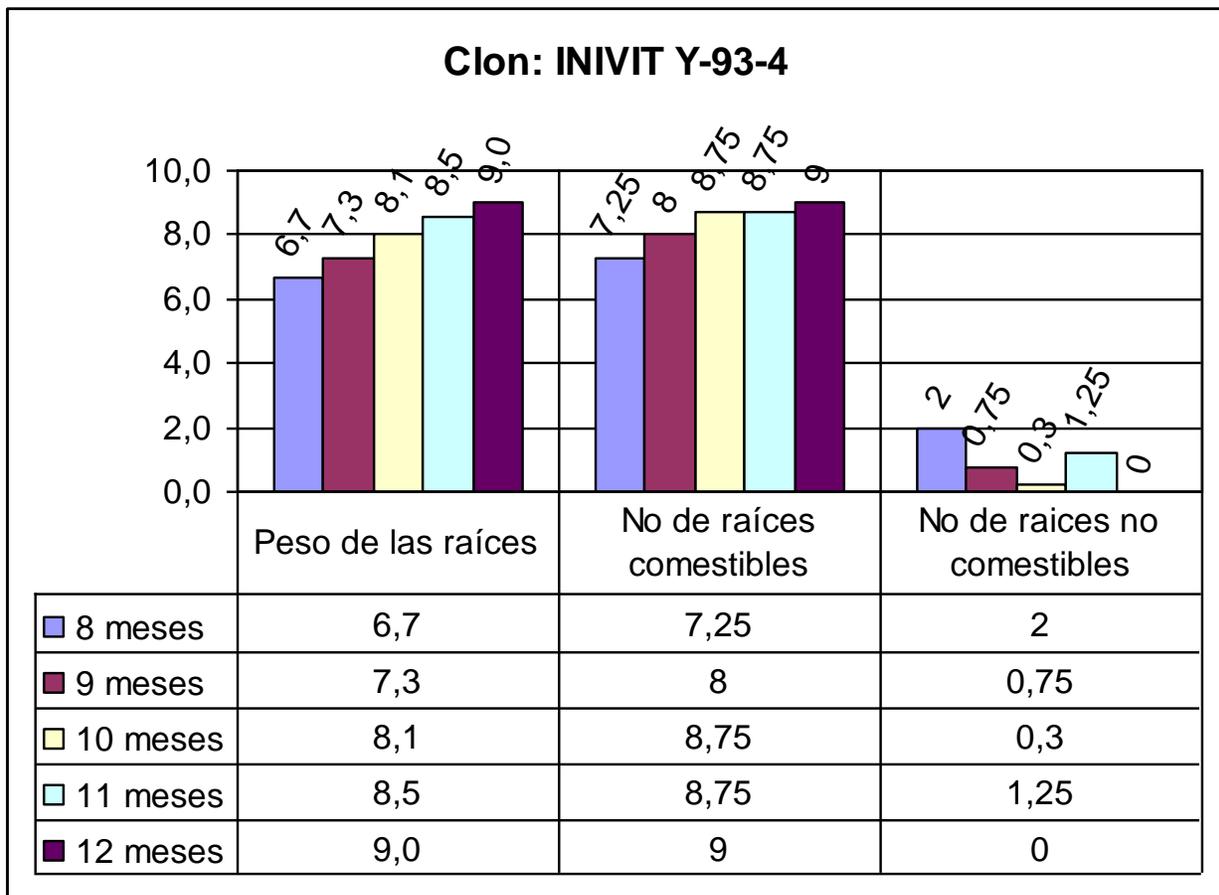
Clon: CENSA 74 – 725

Tiempo de cosecha  En meses	(1) Peso de las raíces por plantas (kg)				(2) Números de raíces comestibles				(3) Números de raíces no comestibles				Prueba culinaria			
					plantas				plantas				plantas			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
8	1,2	1,0	1,4	1,1	0	0	0	0	6	8	6	6	NE	NE	NE	NE
9	5,4	5,9	6,7	6,1	8	8	9	11	3	3	2	2	B	B	B	B
10	6,4	7,2	11,3	11,0	10	9	11	8	2	1	-	4	MB	MB	MB	MB
11	10,3	6,1	7,1	3,3	12	7	4	9	-	-	3	3	B	B	B	B
12	5,5	7,9	9,9	6,8	8	6	7	10	2	1	-	-	B	B	B	B



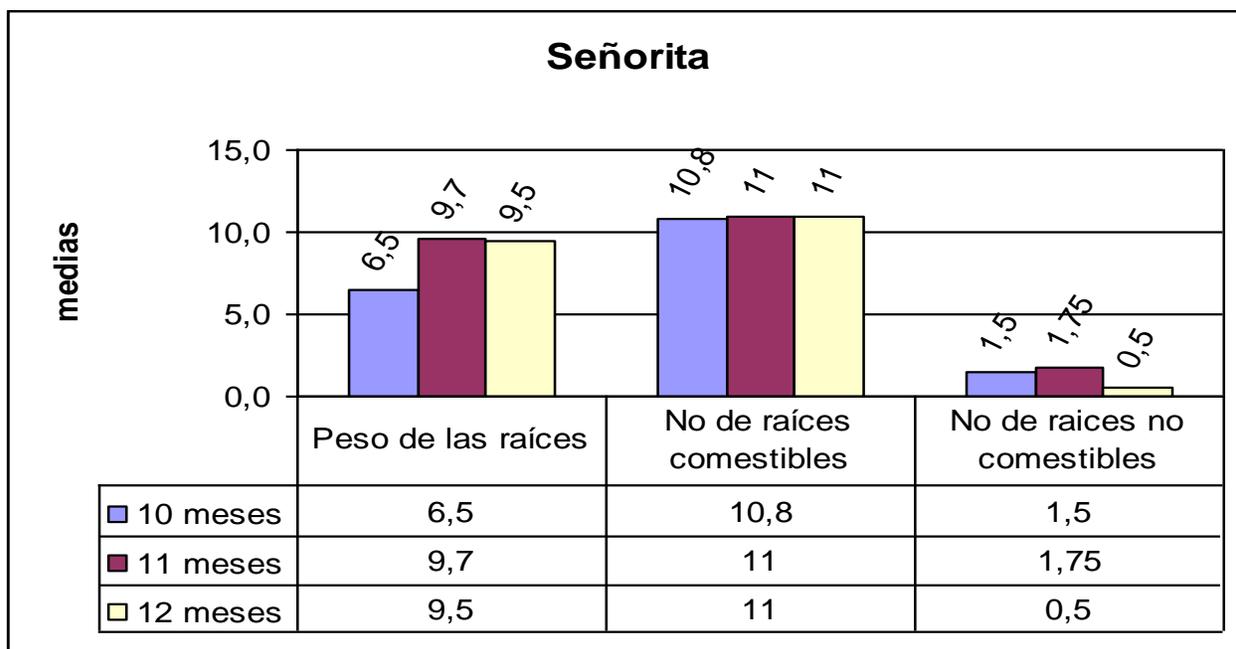
Anexo 3 Clon: INIVIT Y-93-4

Tiempo de cosecha en meses	Peso de las raíces por plantas				Números de raíces comestibles				Números de raíces no comestibles				Prueba culinaria			
	plantas				plantas				plantas				plantas			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
8	5,2	6,9	7,4	7,2	6	8	6	9	3	2	2	1	MB	MB	MB	MB
9	5,9	7,7	7,0	8,4	8	8	9	7	1	2	0	0	MB	MB	MB	MB
10	6,6	7,7	8,7	9,2	10	10	7	8	0	0	1	0	MB	MB	MB	MB
11	6,8	8,3	9,1	9,9	9	8	8	10	1	1	2	1	B	B	B	B
12	9,3	9,0	9,0	8,7	9	9	11	7	0	0	0	0	B	B	B	B



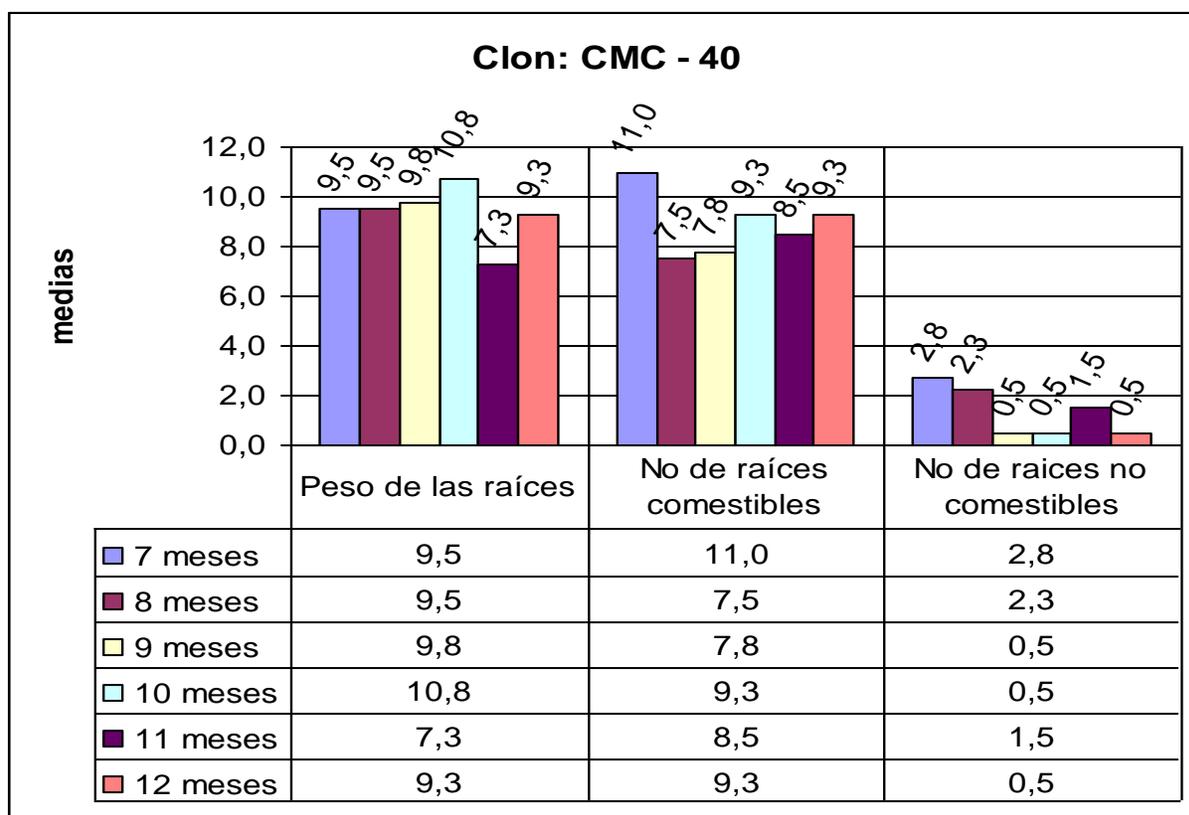
Anexo 4 Clon: señorita

Tiempo de cosecha	Peso de las raíces por plantas				Números de raíces comestibles				Números de raíces no comestibles				Prueba culinaria			
	plantas				plantas				plantas				plantas			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
8	1,2	1,0	1,4	1,1	0	0	0	0	10	12	10	11	NE	NE	NE	NE
9	2,3	3,0	3,2	3,9	0	0	0	0	11	11	13	10	NE	NE	NE	NE
10	7,9	5,0	9,0	4,2	10	10	11	12	2	2	2	0	MB	MB	MB	MB
11	6,0	12,0	13,1	7,5	11	12	12	9	3	1	0	3	MB	MB	MB	MB
12	12,2	11,1	7,8	6,7	12	11	11	10	0	1	0	1	MB	MB	MB	MB



Anexo 5 Clon: CMC - 40

Tiempo de cosecha En meses	Peso de las raíces por plantas				Números de raíces comestibles				Números de raíces no comestibles				Prueba culinaria			
	plantas				plantas				plantas				plantas			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
7	10	10	11	7	10	11	11	12	3	2	3	3	B	B	B	B
8	10	8	9	11	11	7	3	9	2	4	3	0	B	B	B	B
9	11	8	8	12	6	7	9	9	1	0	0	1	B	B	R	R
10	7	11	12	13	12	7	5	13	0	2	0	0	B	R	M	R
11	9	6	8	6	8	8	8	10	1	1	3	1	M	R	M	R
12	8	8	11	10	13	7	8	9	0	2	0	0	R	M	M	M



Anexo 6 Matriz del procesamiento estadístico

**Análisis de varianza univariante**

**Pruebas de los efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: Peso de las raíces (kg)

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	591,875(a)	25	23,675	7,794	,000
Intersección	4289,521	1	4289,521	1412,188	,000
Clon	151,050	3	50,350	16,576	,000
Tiempo	194,387	4	48,597	15,999	,000
Clon * Tiempo	215,123	12	17,927	5,902	,000
Fila	12,803	3	4,268	1,405	,251
Columna	18,513	3	6,171	2,032	,120
Error	164,025	54	3,038		
Total	5045,420	80			
Total corregida	755,900	79			

a R cuadrado = ,783 (R cuadrado corregida = ,683)

**Peso de las raíces (kg)**

	Clon	N	Subconjunto		
			2	3	1
Student-Newman-Keuls(a,b)	señorita	20	5.980		
	CENSA 74-725	20	6.100		
	I-Y-93-4	20		7.910	
	CMC-40	20			9.300
	Significación		,828	1,000	1,000
DHS de Tukey(a,b)	señorita	20	5.980		
	CENSA 74-725	20	6.100		
	I-Y-93-4	20		7.910	
	CMC-40	20		9.300	
	Significación		,996	,068	
Duncan(a,b)	señorita	20	5.980		
	CENSA 74-725	20	6.100		
	I-Y-93-4	20		7.910	
	CMC-40	20			9.300
	Significación		,828	1,000	1,000

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = 3,038.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 20,000

b Alfa = ,05.

**Peso de las raíces (kg)**

	Tiempo de cosecha(meses)	N	Subconjunto		
			2	3	1
Student-Newman-Keuls(a,b)	8	16	4.644		
	9	16		6.531	
	11	16			8.031
	10	16			8.575
	12	16			8.831
	Significación			1,000	1,000
DHS de Tukey(a,b)	8	16	4.644		
	9	16		6.531	
	11	16		8.031	8.031
	10	16			8.575
	12	16			8.831
	Significación			1,000	,122
Duncan(a,b)	8	16	4.644		
	9	16		6.531	
	11	16			8.031
	10	16			8.575
	12	16			8.831
	Significación			1,000	1,000

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = 3,038.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 16,000

b Alfa = ,05.