

**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**“EFECTO DE NUEVE DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL
RENDIMIENTO DE LA YUCA *Manihot esculenta Crantz*
CULTIVAR BRASILEÑA”**

**JAVIER A. RAMOS R.
7-704-851**

**DAVID, CHIRIQUÍ
REPÚBLICA DE PANAMÁ**

2008

**“EFECTO DE NUEVE DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL
RENDIMIENTO DE LA YUCA *Manihot esculenta* Crantz
CULTIVAR BRASILEÑA”.**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR EL
TITULO DE INGENIERO AGRÓNOMO FITOTECNISTA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O
PARCIAL DEBE SER OBTENIDO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AGROPECUARIAS**

APROBADO:

PROF. ING. RICARDO BLAS Ms.C

DIRECTOR

PROF. ING. SIMON VASQUEZ Ms.C

ASESOR

PROF. ING. JOSE BINNS Ph.D

ASESOR

DAVID, CHIRIQUÍ

REPUBLICA DE PANAMÁ.

2008

AGRADECIMIENTO

Mis más grandes agradecimientos son ante todo para mi DIOS TODO PODEROSO; por todo lo que me ha permitido lograr en esta vida, gracias DIOS.

También agradezco a todas y cada una de las personas que tuvieron que ver con mi carrera; le agradezco a (Tía Ana, Diosa, Selina, Mama Silvia, entre otras); quienes siempre me han brindado su apoyo y animado durante toda mi vida.

Agradezco al IDIAP por haberme permitido realizar esta tesis en uno de sus proyectos de investigación, especialmente en la sección de Raíces y Tubérculos.

Agradezco a los Ingenieros Ricardo Blas, Simón Vásquez, José Binns y Arnoldo Candanedo, por haberme brindado su amistad y su ayuda de una forma incondicional.

Y los que no se podían quedar sin que yo les diera las gracias; son todos los compañeros con quienes pasé buenos y malos momentos y que siempre estuvieron allí (Nereyda, Lourdes, José, Jorge, Agustín y muchos más. GRACIAS COMPAÑEROS.

Javier.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi querida madre, Albertina Ruiz (Berta), que es a quien me debo; a Ismael Ramos (tío Amadís); quienes han sido mis héroes y que siempre me han incentivado a salir adelante durante toda mi vida.

Este trabajo es para ustedes. Gracias.

Javier.

“EFECTO DE NUEVE DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO DE LA YUCA *Manihot esculenta Crantz* CULTIVAR BRASILEÑA”.

Ramos, J. 2008. Efecto de nueve densidades de siembra en el rendimiento de la yuca *Manihot esculenta crantz* cultivar brasileña. Tesis Ingeniero Agrónomo Fitotecnista. F.C.A. Universidad de Panamá. 53 p.

Resumen:

El trabajo se realizó en la comunidad de Siogú Abajo, Provincia de Chiriquí del 20 de mayo de 2007 al 3 de abril de 2008 (cosecha). Se estableció un diseño de bloques completos al azar (DBCA), que consistía en nueve tratamientos y tres repeticiones y la unidad experimental en una parcela de 3 hileras, observándose una buena germinación. Durante los dos primeros meses del cultivo el desarrollo fue lento e irregular, pero a partir del tercer mes se observó un buen desarrollo de las plantas según la densidad. Los datos experimentales se tomaron evaluando las hileras centrales de cada unidad experimental, donde el máximo diámetro promedio de las raíces se obtuvo en el tratamiento T_1 (distancia de 1.25 metros entre plantas por 1.25 metros entre hileras) con 21.6 centímetros y el mayor rendimiento comercial con 31479 kilogramos por hectárea. El máximo rendimiento no comercial se obtuvo en el tratamiento T_7 (distancia de 0.75 metros entre plantas por 1.25 metros entre hileras) con 16768 kilogramos y con un máximo de rendimiento total de 42627 kilogramos por hectáreas. Sin embargo en el análisis estadístico de esta investigación reveló que no existía diferencia significativa ($P > 0.05$), en el diámetro de raíces, longitud de raíces, número de raíces comerciales y rendimiento comercial, no comercial y total.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
Agradecimiento.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Resumen.....	v
Índice de Contenido.....	vi
Índice de Cuadros.....	ix
Índice de Anexos.....	xii
1. Introducción.....	1
1.1 Planteamiento del Problema a Investigar.....	1
1.2 Antecedentes.....	2
1.3 Justificación.....	3
1.4 Objetivos.....	3
1.5 Hipótesis.....	4
1.6 Alcances y limitaciones.....	4
2. Revisión de Literatura.....	5
2.1 Generalidades de <i>Manihot esculenta</i>	5

2.1.1 Origen.....	5
2.1.2 Taxonomía.....	6
2.1.3 Distribución Geográfica.....	7
2.2 Características Botánicas de la Yuca.....	8
2.2.1 Porte y ramificación.....	8
2.2.2 Follajes.....	9
2.2.3 Inflorescencia.....	10
2.2.4 Raíces.....	11
2.3 Plagas y Enfermedades.....	11
2.3.1 <i>Frankliniella williamsi</i>	11
2.3.2 <i>Coelostermus sp.</i>	12
2.3.3 <i>Sphaceloma manihoticola</i>	12
3. Materiales y Métodos.....	13
3.1 Materiales.....	13
3.1.1 Localización y Descripción del Área del Ensayo.....	13
3.1.2 Condiciones Climáticas.....	13
3.1.3 Características del Suelo.....	13
3.2 Métodos.....	14
3.2.1 Variables de Respuesta.....	14
3.2.2 Diseño Experimental.....	15
3.2.3 Preparación del Terreno.....	17
3.2.4 Siembra.....	17

3.2.5 Fertilización.....	19
3.2.6 Control de Malezas.....	19
3.2.7 Cosecha.....	20
4. Resultados y Discusión.....	21
4.1 Análisis de suelo.....	21
4.2 Germinación.....	22
4.3 Desarrollo Vegetativo.....	22
4.4 Malezas Predominantes.....	23
4.5 Principales Plagas y Enfermedades.....	23
4.6 Altura y Diámetro de Plantas.....	24
4.7 Diámetro y Longitud de las Raíces.....	26
4.8 Numero de Raíces.....	28
4.9 Rendimientos.....	31
5. Conclusiones.....	40
6. Recomendaciones.....	42
7. Referencias Citadas.....	44
ANEXOS.....	46

INDICE DE CUADROS

	Página
CUADRO I. Clasificación sistemática de la yuca.....	6
CUADRO II. Arreglos Espaciales Utilizado, con sus Respectivas Densidades de Plantas por Hectárea.....	16
CUADRO III. Distribución en Campo al Azar de los Nueve Tratamientos Factoriales en cada Repetición.....	16
CUADRO IV. Números de los Tratamientos, con sus Respectivas Distancias entre Hileras y Distancias entre Plantas en Metros.....	18
CUADRO V. Control de Maleza Realizado en el Ensayo de <i>Manihot esculenta</i> Cultivar Brasileña.....	19
CUADRO VI. Análisis Granulométrico y Determinación de Nutrientes del suelo de la muestra extraídas en el Área del ensayo Siogui – Chiriquí, Panamá 2007.....	21
CUADRO VII. Determinación de la Altura Promedio de las Plantas de Yuca, Expresada en Metros en cada Tratamiento.....	24

CUADRO VIII.	Determinación del Diámetro o Grosor Promedio de las Plantas de Yuca, a 0.30 Metros de la Base; Expresado en Centímetro en cada Tratamiento.....	25
CUADRO IX.	Determinación del Diámetro o Grosor Promedio de las Raíces de las Plantas de Yuca; Expresado en Centímetro en cada Tratamiento.....	27
CUADRO X.	Determinación de la Longitud Promedio de las Raíces de las Plantas de Yuca, Expresado en Centímetro en cada Tratamiento.....	28
CUADRO XI.	Determinación del Número de Raíces Comercial Promedio; en cada Tratamiento por Bloque.....	29
CUADRO XII.	Determinación del Número Promedio de Raíces no Comerciales , en cada Tratamiento por Bloques.....	30
CUADRO XIII.	Determinación del Rendimiento Comercial, No Comercial y Total; Expresado en Kilogramo por Hectárea, en cada Tratamiento.....	31
CUADRO XIV.	Análisis de Varianza para los datos del Diámetro o Grosor de la Raíces.....	33
CUADRO XV.	Análisis de Varianza para los datos del Longitud de la Raíces.....	34
CUADRO XVI.	Análisis de Varianza para los datos del Número de Raíces Comerciales.....	34

CUADRO XVII.	Análisis de Varianza para los datos del Número de Raíces no Comerciales.....	35
CUADRO XVIII.	Resultados de la Prueba de Comparación de Medias de Tratamientos para la Variable Numero de Raíces no Comerciales.....	36
CUADRO XIX.	Análisis de Varianza para los datos del Rendimiento Comercial.....	37
CUADRO XX.	Análisis de Varianza para los datos del Rendimiento no Comercial.....	38
CUADRO XXI.	Análisis de Varianza para los datos del Rendimiento Total.....	39

INDICE DE ANEXOS

	Página
Tabla de Evaluación de los Resultados de Análisis de Suelos.....	47
Figura N^o 1: Vista del Ensayo de Yuca (Cultivar Brasileña) antes de la Cosecha.....	48
Figura N^o 2: Planta de Yuca recién Cosechada, para su posterior toma de Datos.....	48
Figura N^o 3: Raíces del Tratamiento T₁ (distancia de 1.25 metros entre plantas por 1.25 metros entre hileras).....	49
Figura N^o 4: Raíces del Tratamiento T₂ (distancia de 1.25 metros entre plantas por un metro entre hileras).....	49
Figura N^o 5: Raíces del Tratamiento T₃ (distancia de 1.25 metros entre plantas por 0.75 metros entre hileras).....	50
Figura N^o 6: Raíces del Tratamiento T₄ (distancia de un metro entre plantas por 1.25 metros entre hileras).....	50
Figura N^o 7: Raíces del Tratamiento T₅ (distancia de un metro entre plantas por un metro entre hileras).....	51

Figura N^o 8: Raíces del Tratamiento T₆ (distancia de un metro entre plantas por 0.75 metros entre hileras).....	51
Figura N^o 9: Raíces del Tratamiento T₇ (distancia de 0.75 metros entre plantas por 1.25 metros entre hileras).....	52
Figura N^o 10: Raíces del Tratamiento T₈ (distancia de 0.75 metros entre plantas por un metro entre hileras).....	52
Figura N^o 11: Raíces del Tratamiento T₉ (distancia de 0.75 metros entre plantas por 0.75 metros entre hileras).....	53
Figura N^o 12: Raíces de yuca según las diferentes densidades de siembra, para la toma de datos.....	53

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del Problema a Investigar:

La yuca se siembra actualmente en la mayoría de los países tropicales y subtropicales incluyendo países como Brasil, Congo, Nigeria, Tailandia, Indonesia, India, Australia, Vietnam y otros. La yuca es una planta cuya raíz provee alimento y sostén a más de 600 millones de personas en el mundo. Esta planta tolera sequías estacionales, suelos pobres y tiene la habilidad incomparable para recuperarse, después que los tallos y hojas han sido afectadas por plagas y enfermedades. Las raíces tuberosas producen más energía alimenticia por unidad de tierra que ningún otro cultivo. (Díaz, Manuel; 1994).

En nuestro país la yuca es un cultivo que cuenta con 68,872 explotaciones con una superficie sembrada de 4,885.85 hectáreas. Las zonas de mayor producción son las provincias de Coclé, Herrera y Chiriquí; siendo los distritos de Penonomé, Bugaba y Océ con las mayores superficies de siembra. (Sexto Censo Nacional Agropecuario, 2001).

La yuca es cultivada por pequeños agricultores, utilizando sistemas de agricultura tradicional, caracterizado por el poco o ningún uso de: fertilizantes, herbicidas, fungicidas, insecticidas y también utilizan densidades de siembra inadecuada, según el tipo de los cultivares por lo que se pierde mucho material no comercial (IDIAP, 1998).

En esta investigación se estudia el tipo de densidad que logra la mayor calidad de exportación de este tubérculo.

1.2 Antecedentes:

Lograr una densidad óptima por hectárea en el cultivo puede ser una forma rentable de aumentar los rendimientos. Normalmente la yuca con el uso de tecnología se establecen arreglos espaciales adaptados a la maquinaria que se emplea para realizar prácticas culturales y no se toma en cuenta la biología de la planta, por lo que muchas veces no se utiliza todo el espacio agrícola al establecer en monocultivo. Este se podría aprovechar si se diseñan arreglos espaciales con posibilidades para intercalar cultivo con mínima competencia interespecífica que mantengan rendimientos elevados y a la vez permitan efectuar las prácticas culturales. Teóricamente es un patrón de siembra en el cual cada planta este a igual distancia de las otras sería lo ideal, ya que permite un uso más eficiente de los recursos para crecer y producir, pero sin embargo razones prácticas como la preparación del suelo, las labores de cultivo y las cosechas muchas veces hacen un ordenamiento diferente (Leihner, 1983).

La densidad y los rendimientos adecuados, varían de un país a otro, e incluso dentro del mismo país y en zonas ecológicas. Como el hábito de crecimiento de las plantas, su morfología, lo mismo que las condiciones ambientales influyen en el efecto de las poblaciones en el rendimiento. En general aún en los suelos pobres muestran buenas respuestas a los aumentos de poblaciones, mientras que en los suelos ricos los incrementos de poblaciones dependen del hábito de crecimiento (PNUD/CIAT, 1971).

El IDIAP, (1998) recomienda la densidad de siembra para el cultivo de yuca de 10000 plantas por hectárea (un metro por un metro).

1.3 Justificación:

EL presente ensayo tiene por finalidad realizar estudio del efecto de diferentes densidades de siembra en la yuca cultivar Brasileña y evaluar si influye en el rendimiento y calidad, ya que con este cultivar se esta perdiendo material debido a que la longitud de sus raíces sobrepasa las exigencias del mercado de exportación, que es el fin con que se cultiva en la mayoría de los casos.

1.4 Objetivos.

1.4.1 Objetivo General:

- Evaluar el efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento y calidad de cosecha de la yuca *Manihot esculenta* cultivar Brasileña.

1.4.2 Objetivos Específicos:

- Conocer los efectos de las variaciones de las densidades de siembra con respecto al rendimiento y calidad de cosecha.
- Determinar el arreglo espacial mas apropiado para el rendimiento y calidad de cosecha.

1.5 Hipótesis:

- **H₀** = Las variaciones en las densidades de siembra no tienen un efecto en el rendimiento y calidad de la yuca *Manihot esculenta* cultivar Brasileña.
- **H_a** = Las variaciones en las densidades de siembra si tienen un efecto en el rendimiento y calidad de la yuca *Manihot esculenta* cultivar Brasileña.

1.6 Alcances y Limitaciones del Estudio:

Esta investigación se encuentra dirigida a los productores de la provincia de Chiriquí y para otras áreas del país que siembran el cultivo de yuca cultivar brasileña.

La principal limitación de este estudio es que los resultados fueron obtenidos a nivel experimental por lo que pueden darse variaciones de los mismos bajo otras condiciones en el país.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades de *Manihot esculenta*:

2.1.1 Origen:

Existen diversas opiniones acerca del centro del origen de esta especie, acreditándosele al África, al Asia, las Islas del Pacífico, América Central, México, Brasil y la región Amazónica. Otros investigadores admiten que los lugares de origen más probables son Brasil, América Central y México. En cambio la mayoría de los ecólogos y botánicos consideran que esta planta es originaria de América tropical y el Nordeste de Brasil. (PNUD/CIAT, 1971).

Oviedo, citado por Montaldo (1972); estima que a la llegada de los conquistadores españoles, la yuca era cultivada en toda América Tropical.

Existen evidencias que indican que el área de domesticación de la yuca abarca una extensa región desde el sur de Brasil hasta México; en donde es cultivada hace alrededor de 5000 años. (PNUD/CIAT, 1971).

Rogers, citado por Montaldo (1972); considera que esta especie tiene dos

centros geográficos de dispersión: uno en el noreste de Brasil, el que alcanza hacia oeste hasta Matto Grosso e incluye partes de Paraguay y otro en México y en América Central.

Actualmente el cultivo de yuca se ha constituido de gran importancia en todas las regiones tropicales del mundo, ya sea para el consumo de sus raíces frescas o por su uso agroindustrial.

2.1.2 Taxonomía:

La yuca pertenece a la familia de las Euphorbiaceae. Una de las tribus más importantes de esta familia es la Manihoteae, el cual es representado por el género *Manihot*, en el mismo se han clasificado alrededor de un centenar de especies y la única cultivada comercialmente es *Manihot esculenta* Crantz. (PNUD/CIAT, 1971).

CUADRO I. CLASIFICACIÓN SISTEMÁTICA DE LA YUCA *

División.....	Phanerógamas
Sub.-división.....	Angiospermas
Clase.....	Dicotiledóneas
Sub.-clase.....	Cloripetales
Orden.....	Geremiales (Euphorbiae)
Sub.-orden.....	Tricoccae
Familia.....	Euphorbiaceae
Sub.-familia.....	Crotonidae
Tribu.....	Manihoteae
Genero.....	Manihot
Especie.....	esculenta Crantz.

*Fuente: Montaldo, 1985; PNUD/CIAT, 1971.

2.1.3 Distribución Geográfica:

La yuca fue distribuida ampliamente en todo el trópico del hemisferio Occidental en el siglo XV. Ni la yuca, ni las especies silvestres de *Manihot* existían fuera del continente Americano en tiempos precolombinos. La distribución de estas a los demás continentes se inicio después del descubrimiento de América, donde hubo una dispersión rápida. (PNUD/CIAT, 1971).

Bethune, 1847, citado por Montaldo (1972); indica que la primera mención del transporte de yuca desde el continente Americano fue hecha, por Hawkins, quien al mencionar la captura en 1593 de un barco portugués en el Atlántico y al describir que en la carga se encontraba “harina de yuca”, que a la misma los portugueses llaman “farinha de pao”. Esta se llevaba como mercancía para Angola, utilizada para la alimentación de los tripulantes de los negros en el viaje de retorno.

Los portugueses la llevaron desde Brasil a las costas occidentales de África en el siglo XVI, posteriormente a finales del siglo XVIII la introdujeron por Madagascar y luego por la costa oriental. Finalmente, la yuca pasó de África a la India aproximadamente en 1800; donde se encuentra ampliamente distribuida. (PNUD/CIAT, 1971).

Actualmente, los cultivares de *Manihot esculenta* se encuentran distribuidos

principalmente en tierras bajas y calientes de los trópicos. Sin embargo existen algunos cultivares de *M. esculenta* en tierras altas y fría de Bolivia. (Montaldo, 1972).

La yuca cultivada comercialmente pertenece a una especie, *Manihot esculenta*, cuyos sinónimos son: *M. utilísima*, *M. edulis*, *M. aipi*, *M. dulces*, *M. flexuosa*, entre otros. Comúnmente se les conoce dependiendo del lugar como: yuca (Bolivia, Venezuela, Perú, Ecuador, Colombia, Centro América, Las Antillas); Caxcomote (Guatemala); Guacamote (México); Mandioca (Argentina, Uruguay, Paraguay y Brasil); Mañoco (Puerto Rico); Yucuta (Antillano); Rumu (Perú); Manioc (Francés y Alemán); Cassave (Holandés); Cassade (África Occidental); Rogo (Nigeria); entre otros. (Montaldo, 1985-1972; PNUD/CIAT, 1971).

2.2 Características Botánicas de la Yuca:

2.2.1 Porte y Ramificación:

Según el cultivar y las condiciones ecológicas, la altura de *M. esculenta* es variable y depende del tipo de ramificación. Cada tallo puede ramificarse, a cierta altura del suelo, la cual constituye en esta división la ramificación primaria; también pueden encontrarse otras ramificaciones. Por lo que el tipo de ramificación se clasifica en: con ninguna ramificación; con dos ramificaciones con tres o más ramificaciones. El de tres o más ramificaciones es el que predomina en la yuca cultivada. (Montaldo, 1985; PNUD/CIAT, 1971).

La yuca es una planta monoica, de porte arbustivo que varia de uno a cinco metros de altura; pero en los tipos cultivados no pasa de tres metros; por lo cual los cultivares se agrupan en: bajos (hasta 1.50 metros), intermedios (1.50 – 2.50 metros) y altos (mas de 2.50 metros). Los tallos son muy importantes como material de propagación para la producción comercial de yuca. (Montaldo, 1985; PNUD/CIAT, 1971).

Según la posición del tallo se puede clasificar en: erecta, decumbente y acostada. Otro carácter importante y que esta asociado con el alto rendimiento en raíces reservantes es el grosor del tallo, que se clasifica en: tallos delgados (menos de dos centímetros), tallos intermedios (dos a cuatro centímetros) y tallos gruesos (mas de cuatro centímetros). (Montaldo, 1985; PNUD/CIAT, 1971).

2.2.2 Follajes:

Las hojas de yuca son simples, alternas, de vida corta y están compuestas por la lámina foliar y el pecíolo. Son de forma palmipartidas con cinco a siete lóbulos; los que pueden ser de forma aovada o liniar.

Las hojas de yuca son bifaciales y poseen una epidermis superior brillante con una cutícula bien marcada; mientras que el color de la cara superior de las hojas pueden ser: verde, verde marrón y verde claro.

Las hojas son caedizas y duran de uno a dos meses. Los pecíolos son largos y delgados de 20 a 40 centímetros, son rectos o curvos según el cultivar y sus colores son variables: rojo, rojo verdoso, verde rojizo y verde.

Las hojas que las plantas produce entre el primer y cuarto mes después de la siembra, son de mayor tamaño que las hojas que la planta desarrolla entre el cuarto mes y la cosecha.

Agronómicamente las variedades de yuca se agrupan de acuerdo a la defoliación en la estación seca en: sin follaje, retiene algo de follaje, retiene gran parte del follaje (sobre el 60 por ciento de las hojas). (Montaldo, 1985 – 1972).

2.2.3 Inflorescencia:

Como todas las plantas del genero *Manihot*, la yuca es una planta monoica, ya que tiene flores masculinas y femeninas en una misma planta. Normalmente la polinización es cruzada y esta es realizada básicamente por acción de los insectos.

Las inflorescencias aparecen en los extremos de las ramillas o en las axilas de las hojas. Esta tiene como unidades básicas el racimo y la panícula, estructuras que se combinan originando diversas formas. (PNUD/CIAT, 1971).

2.2.4 Raíces:

Las raíces de las plantas de yuca tiene como característica principal la capacidad de almacenamiento de almidones, razón por la cual es el órgano que hasta el momento ha tenido un mayor valor económico. En la planta de yuca hay dos tipos de raíces que son:

- **Las raíces tuberosas:** estas se agrupan en números variables y tienen, por lo general, una dirección de crecimiento oblicua. Estas raíces tienen de 20 a 40 centímetros de largo por cinco a ocho centímetro de diámetro, sin embargo, pueden producirse raíces hasta de dos metros y 20 a 30 centímetros de diámetro.
- **Las raíces no reservantes o fibrosas:** estas nacen de los cortes de las estacas y al nivel de los entrenudos alcanzando profundidades de 0.50 a un metro. (Montaldo, 1985).

2.3 Plagas y Enfermedades:

A continuación se describen las plagas mas corrientes en este cultivo:

2.3.1 *Frankliniella williamsi* (Trips):

Hospedante: yuca, frijol, maíz, sorgo, cebolla. En el cultivo de yuca los adulto y las ninfas chupan la savia de las yemas, tallos jóvenes y hojas; lo que causan decoloración, distorsión severa y caída prematura de las hojas, acortamiento de entrenudos y un enrojecimiento y distorsión de pecíolos y tallos. El ataque severo mata las yemas, retarda el crecimiento y causa perdida en la producción

de hasta el 25 por ciento en época seca. Existe control con variedades resistente. (Sanders, 1998).

2.3.2 *Coelostermus* sp. (Barrenador del tallo):

Las larvas hacen galerías en los tallos de yuca que en casos extremos, llegan a producir las quebraduras de las plantas, es muy frecuentes en periodo secos.

Para el control se utilizan estacas provenientes de plantas sanas y realizar la rotación de cultivos. (Montaldo, 1991).

2.3.3 La enfermedad de mayor importancia es la *Sphaceloma manihoticola* (Superalargamiento):

El superalargamiento causa pérdidas considerables en plantaciones en donde se usa cultivares susceptibles y la misma se reconoce por el alargamiento exagerado de los entrenudos del tallo. El tallo afectado es delgado y débil; las plantas enfermas son mucho mas alta o raquíticas que las sanas, en la parte verde del tallo, se observan deformaciones que están asociadas con la formación de chancros. A veces ocurre muerte descendente de la planta y la muerte parcial o total de la lámina foliar. (Lozano, J.C.; 1981)

Esta enfermedad es mas severa en época de lluvia y puede diseminarse por el uso de estacas tomadas de plantaciones afectadas, por lo cual se debe de utilizar cultivares resistentes. (Lozano, J.C.; 1981)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales:

3.1.1 Localización y Descripción del Área de Ensayo:

El estudio se realizó en los terrenos de la Cooperativa La Solución localizada en la comunidad de Sioguí Abajo, Corregimiento de la Estrella, Distrito de Bugaba, Provincia de Chiriquí.

3.1.2 Condiciones Climáticas:

Esta zona cuenta con una precipitación anual mayor a los 3,000 milímetros y con una altitud de 250 (msnm) metros sobre el nivel del mar (Información proporcionada por la Empresa de Transmisión Eléctrica S.A. “**ETESA**”).

3.1.3 Característica del Suelo:

Para el análisis de suelo de la parcela del ensayo se extrajo una muestra de suelo compuesta de varias submuestras del área. El análisis de suelo fue realizado en el Laboratorio de Fertilidad de Suelos del Instituto De Investigación Agropecuaria De Panamá. Ver cuadro **VI**.

3.2 Métodos:

3.2.1 Variables de Respuesta:

- **Altura y diámetro de plantas:**

La altura y el diámetro fueron determinados al final ciclo del cultivo (Nueve meses y medio). Se seleccionaron al azar 12 plantas de cada tratamientos (cuatro plantas de cada unidad experimental por tres replicas de las hileras centrales). Luego se procedió a medir la altura en metros y el diámetro del tallo en centímetros tomado a una altura de 0.30 metros de la base de la plantas en cada tratamiento. Ver cuadros **VII** y **VIII**.

- **Diámetro y longitud de las raíces (centímetros):**

Para la obtención de los diámetros se realizaron medidas en el centro de cada raíz por planta muestreada en cada tratamiento y se les midió la longitud de las mismas. Ver cuadros **IX** y **X**.

- **Numero de raíces:**

Se realizo el conteo de las raíces de reserva por cada planta muestreada separando las raíces comercial y no comercial y se extrajo el promedio de las raíces por unidad experimental; posteriormente por tratamiento (promedio de las tres repeticiones). Ver cuadros **XI** y **XII**.

- **Rendimientos (Kilogramos por hectárea):**

Los rendimientos fueron calculados por separados en rendimiento comercial y no comercial, la sumatoria de los mismos da como resultado

el rendimiento total, expresados en kilogramos por hectáreas y este se obtuvo del pesaje del número de raíces por plantas en cada tratamiento y se extrajo el promedio. Ver cuadro **XIII**.

3.2.2 Diseño Experimental:

En el experimento se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), que consistía en nueve tratamientos y tres repeticiones. El tamaño total del área utilizada para este ensayo fue de 513 metros cuadrados (19 metros de largo por 27 metros de ancho).

El modelo lineal aditivo de este ensayo se presenta a continuación:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

En donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta observada con la densidad i^{th} en el bloque j^{th} .

μ = Media poblacional estimada por la media general.

T_i = Efecto de la i -ésima densidad.

B_j = Efecto del j -ésimo bloque.

E_{ij} = error experimental.

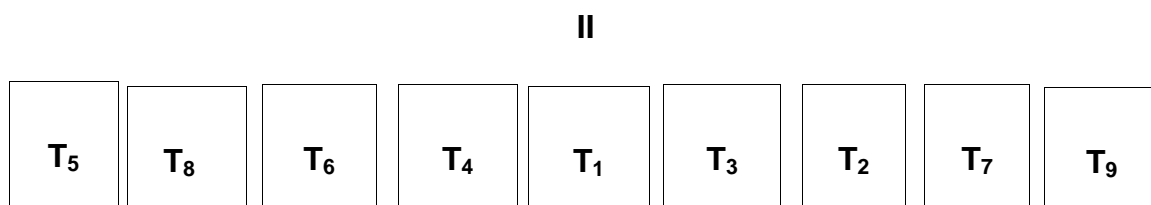
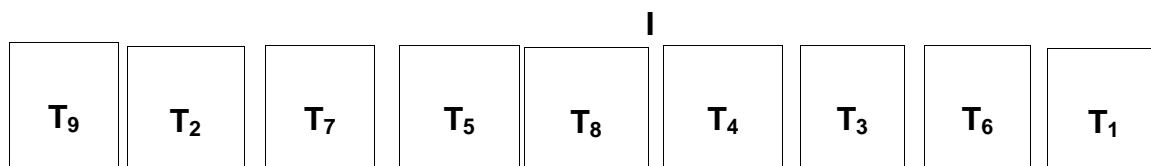
$$\text{Con } \left\{ \begin{array}{l} i = 1 \dots 9 \\ j = 1 \dots 3 \end{array} \right.$$

CUADRO II. ARREGLOS ESPACIALES UTILIZADO, CON SUS RESPECTIVAS DENSIDADES DE PLANTAS POR HECTAREA *

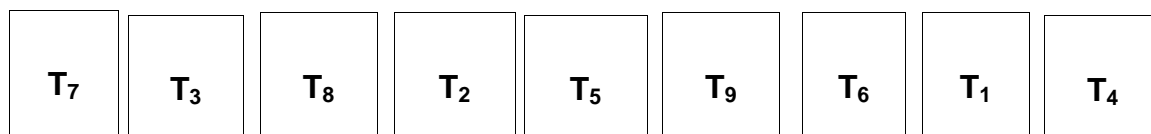
Hileras \ Plantas	1.25 m	1.00 m	0.75 m
1.25 m	T ₁ 1.25x1.25 6400 plantas/Ha	T ₄ 1.00x1.25 8000 plantas/Ha	T ₇ 0.75x1.25 10666 plantas/Ha
1.00 m	T ₂ 1.25x1.00 8000 plantas/Ha	T ₅ 1.00x1.00 10000 plantas/Ha	T ₈ 0.75x1.00 13333 plantas/Ha
0.75 m	T ₃ 1.25x0.75 10666 plantas/Ha	T ₆ 1.00x0.75 13333 plantas/Ha	T ₉ 0.75x0.75 17777 plantas/Ha

*Fuente: Ramos, J. 2008.

CUADRO III. DISTRIBUCIÓN EN CAMPO AL AZAR DE LOS NUEVE TRATAMIENTOS FACTORIALES EN CADA REPETICIÓN:



III



En el cuadro III: se detalla la distribución aleatoria de los tratamientos, en donde cada unidad experimental consistió en una parcela de tres hileras, de donde se tomo la hilera central para la evaluación de los datos experimentales.

El tamaño de cada parcela era de 2.5 a 3.5 metros de ancho y de cinco metros de longitud; separadas entre tratamiento por un metros de distancia y entre cada bloque dos metros de distancia.

Análisis estadísticos: los datos colectados fueron analizados usando el programa estadístico SAS (SAS INSTITUTE) mediante el procedimiento GLM (General Linear Models Procedure), para determinar mediante el análisis de varianzas la existencia o no de diferencias significativas entre los tratamientos en estudio. Se utilizo la prueba de amplitudes múltiples de Duncan para determinar los tratamientos que mostraron diferencias significativas en el análisis de varianza.

3.2.3 Preparación del Terreno:

El terreno de 513 metros cuadrados utilizado de investigación se preparó mediante un chapeado manual y un pase de rastra para incorporar los residuos vegetales al suelo el 20 de mayo de 2007 y al cabo de 30 días se procedió a su establecimiento (19 de junio de 2007).

3.2.4 Siembra:

Las semillas (estacas) utilizadas para la siembra se obtuvieron de la finca del Señor José Martínez; en el Corregimiento de la Estrella, Distrito de Bugaba, Provincia de Chiriquí. La misma era una semilla sana, libre de daños de plagas y enfermedades (de muy buena calidad).

La siembra se realizó en forma manual, con un tamaño de estacas promedio de 20 centímetros de longitud, procurando que las mismas al momento del establecimiento del ensayo tuviesen aproximadamente un mínimo de cinco nudos por estacas. Se utilizó en el ensayo al momento de la siembra un total de 486 estacas.

CUADRO IV. NÚMEROS DE LOS TRATAMIENTOS, CON SUS RESPECTIVAS DISTANCIAS ENTRE HILERAS Y DISTANCIAS ENTRE PLANTAS EN METROS *

Nº de tratamiento	Dist. entre hileras	Dist. entre plantas	Densidad /Ha
--------------------------	----------------------------	----------------------------	---------------------

T ₁	1.25	1.25	6400plantas/Ha
T ₂	1.25	1.00	8000 plantas/Ha
T ₃	1.25	0.75	10666 plantas/Ha
T ₄	1.00	1.25	8000 plantas/Ha
T ₅	1.00	1.00	10000 plantas/Ha
T ₆	1.00	0.75	13333 plantas/Ha
T ₇	0.75	1.25	10666 plantas/Ha
T ₈	0.75	1.00	13333 plantas/Ha
T ₉	0.75	0.75	17777 plantas/Ha

*Fuente: Ramos, J. 2008.

3.2.5 Fertilización:

La primera fertilización se realizó a los dos meses después de la siembra a razón de 20 gramos por planta de la fórmula completa 12-24-12 (181- 272 Kilogramos por hectárea); colocándolos a 10 centímetros de las plantas.

La segunda fertilización se realizó a los seis meses con Nitrato de Potasio (se combinó Urea + Cloruro de Potasio), se aplicó 10 gramos por planta de Nitrato de Potasio (90 kilogramos por hectárea).

3.2.6 Control de Malezas:

CUADRO V. CONTROL DE MALEZA REALIZADO EN EL ENSAYO DE

***Manihot esculenta* CULTIVAR BRASILEÑA ***

PERIODO	CONTROL	HERBICIDA	EPOCA DE APLICACION
Antes del establecimiento	Químico	Glifosato 3 lts/Ha	Post- emergencia
30 dds.	Químico	Select 12 EC (Cletodin) a razón de 1.5 lts/Ha	Post- emergente
60 dds.	Manual	-----	-----
90 dds.	Manual	-----	-----
105 dds	Químico	Glifosato 3 lts/Ha	Post-emergencia con pantalla.

*dds: días después de la siembra.

*Fuente: Ramos, J. 2008.

El control de malezas es uno de los aspectos más importantes durante los cuatros primeros meses de establecimiento del cultivo, porque es el periodo critico del cultivo de yuca en cuanto al crecimiento y desarrollo de las plantaciones, debido a que se da una competencia por espacio, luz , agua y nutrientes con las malezas afectando el desarrollo satisfactorio del cultivo.

3.2.7 Cosecha:

Esta se realizó manualmente a los nueve meses y medio después del establecimiento del ensayo de yuca (3 de abril de 2008) . Primeramente se procedió a evaluar la altura y diámetro de las plantas. Luego se cortó la vegetación de la yuca a una altura aproximada de 30 a 50 centímetros de la base del tallo. Después se extrajeron las raíces de las plantas de cada hilera central por tratamiento para su respectiva evaluación.

Las variables de respuesta evaluadas en este ensayo al momento de la cosecha fueron los siguientes: altura y diámetro de las plantas; número de raíces; diámetro y longitud de las raíces y rendimiento de las raíces.

4. RESULTADOS Y DISCUSION.

A continuación detalle de los resultados obtenidos y su discusión:

4.1 Análisis de Suelo:

CUADRO VI. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y DETERMINACIÓN DE NUTRIENTES DEL SUELO DE LA MUESTRA EXTRAÍDAS EN EL ÁREA DEL ENSAYO SIOGUI – CHIRIQUÍ, PANAMÁ 2007 *:

Factores	Resultados
-----------------	-------------------

Color del suelo.....	Pardo Oscuro
Arena.....	80%
Limo.....	20%
Arcilla.....	0%
PH.....	5.6
Fósforo.....	5 mg/L
Potasio.....	356 mg/L
Calcio.....	7.4 Cmol/Kg.
Magnesio.....	1.2 Cmol/Kg.
Aluminio.....	0.1 Cmol/Kg.
Materia Orgánica.....	0.67%
Manganeso.....	7 mg/L
Hierro.....	11 mg/L
Zinc.....	1 mg/L
Cobre.....	6 mg/L
Textura.....	AF (Areno Francoso)

● **Observar tabla para su respectiva interpretación, pagina 46 (Anexo).**

*Fuente: Laboratorio de Fertilidad de Suelos del Instituto De Investigación Agropecuaria De Panamá.

El análisis de suelo reveló las siguientes características: suelo de color pardo oscuro, con una concentración alta de arena y baja en arcilla, con un pH ácido, textura areno francoso y bajo en materia orgánica. En el mismo se encontraban concentraciones bajas de Fósforo, Aluminio, Manganeso, Hierro y Zinc; medias de Magnesio y Cobre y altas de Potasio y Calcio.

4.2 Germinación:

La germinación del cultivo fue desuniforme, debido a que algunas estacas fueron sembradas mas profundas en el suelo afectándose de esta manera la germinación.

La variedad presenta buena germinación y se inicio la brotación a los ocho días después de la siembra con un 90 por ciento. A los 15 días habían germinado el 95 por ciento de las estacas.

Se efectuó la resiembra del cinco por ciento no germinado a los 21 días después de la siembra.

4.3 Desarrollo Vegetativo:

En los primeros meses el desarrollo vegetativo fue lento e irregular, en algunos tratamientos. De los tres meses en adelante el cultivo mostraba buena agresividad en el crecimiento y gran cantidad de follaje. En la etapa final del cultivo se observaron plantas bien ramificadas, con crecimiento uniforme y tallos gruesos.

4.4 Malezas Predominantes:

Las malezas predominantes del área donde estuvo ubicada el ensayo fueron: *Rottboellia cochinchinensis*, *Commelina diffusa*, *Euphorbia hypericifolia*, *Euphorbia hirta*, *Euphorbia heterofila* y *Peperonia pellucida*.

Durante el periodo del ensayo se presentaron otras malezas que son consideradas de menor importancia, controlándose estas a través de controles manuales y químicos utilizados. Ver cuadro **V**.

4.5 Principales Plagas y Enfermedades:

Entre las principales plagas que se presentaron en este ensayo fueron: *Frankliniella williansi* (Trips); que afecto yemas, tallos jóvenes y hojas en los primeros meses de establecido el ensayo y el *Coelostermus sp.* (Barrenador del tallo).

En ninguno de los casos se amerito realizar aplicaciones de productos químicos, ya que los ataques fueron leves.

Es necesario mencionar que el cultivar de yuca Brasileña utilizada en este ensayo es resistente a la principal enfermedad presente en nuestro país; conocida como el superalargamiento causado por el hongo *Sphaceloma manihotica*.

4.6 Altura y Diámetro de Plantas:

En la altura y el diámetro de plantas se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$); entre los tratamientos.

CUADRO VII. DETERMINACIÓN DE LA ALTURA PROMEDIO DE LAS PLANTAS DE YUCA, EXPRESADA EN METROS EN CADA TRATAMIENTO *

	Bloques
--	---------

Tratamientos (Hileras/plantas)	-----			X Trats.
	I	II	III	
T ₁ (1.25m * 1.25m)	2.34	2.50	2.45	2.43
T ₂ (1.25m * 1.00m)	2.40	2.45	2.25	2.37
T ₃ (1.25m * 0.75m)	2.42	2.51	2.40	2.44
T ₄ (1.00m * 1.25m)	2.25	2.35	2.30	2.30
T ₅ (1.00m * 1.00m)	2.30	2.45	2.40	2.38
T ₆ (1.00m * 0.75m)	2.28	2.20	2.10	2.19
T ₇ (0.75m * 1.25m)	2.21	2.35	2.20	2.25
T ₈ (0.75m * 1.00m)	2.90	2.55	2.50	2.65
T ₉ (0.75m * 0.75m)	2.43	2.65	2.55	2.54

*Fuente: Ramos, J. 2008.

La altura máxima promedio por planta fue de 2.65 metros obtenidos en el tratamiento T₈ (distancia de 0.75 metros entre hileras por un metro entre plantas) y la menor altura promedio por planta fue de 2.19 metros obtenidos en el tratamiento T₆ (distancia de un metro entre hileras por 0.75 metros entre plantas).

CUADRO VIII. DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO O GROSOR PROMEDIO DE LAS PLANTAS DE YUCA, A 0.30 METROS DE LA BASE; EXPRESADO EN CENTÍMETRO EN CADA TRATAMIENTO *

Tratamientos (Hileras/plantas)	Bloques			X̄ Trats.
	I	II	III	

T₁ (1.25m * 1.25m)	10.5	8.0	9.5	9.3
T₂ (1.25m * 1.00m)	8.0	7.9	9.25	8.4
T₃ (1.25m * 0.75m)	8.5	8.0	9.25	8.6
T₄ (1.00m * 1.25m)	9.5	8.75	8.5	8.9
T₅ (1.00m * 1.00m)	8.0	8.5	8.5	8.3
T₆ (1.00m * 0.75m)	8.6	9.0	8.2	8.6
T₇ (0.75m * 1.25m)	9.5	10.0	9.0	9.5
T₈ (0.75m * 1.00m)	6.9	6.5	7.0	6.8
T₉ (0.75m * 0.75m)	8.1	7.0	6.9	7.3

*Fuente: Ramos, J. 2008.

El máximo diámetro o grosor promedio por planta fue obtenido en el tratamiento **T₇** (distancia de 0.75 metros entre hileras por 1.25 metros entre plantas). El mínimo grosor promedio por planta se obtuvo en el tratamiento **T₈** (distancia de 0.75 metros entre hileras por un metro entre plantas), con 6.8 centímetros de diámetro.

En el cuadro **VII** se detallan los datos de la altura promedio de las plantas de yuca en cada unidad experimental y por tratamientos. El cuadro **VIII** se tienen los datos del diámetro o grosor promedio de las plantas por bloques y tratamientos.

4.7 Diámetro y Longitud de las Raíces:

En los diámetro y longitud de las raíces no existieron diferencias significativas ($P > 0.05$); entre los tratamientos. Por lo tanto, las medias son iguales estadísticamente.

El diámetro o grosor máximo promedio de las raíces de las plantas se obtuvo en el tratamiento T_1 (distancia de 1.25 metros entre hileras por 1.25 metros entre plantas), con 21.6 centímetros y en el tratamiento T_9 (distancia de 0.75 metros entre hileras por 0.75 metros entre plantas), se obtuvo el promedio mínimo del grosor, con 18.0 centímetros.

La longitud promedio máxima de las raíces fue obtenido en el tratamiento T_5 (distancia de un metro entre hileras por un metro entre plantas), con 46.3 centímetros. La longitud promedio mínima se presentó en el tratamiento T_8 (distancia de 0.75 metros entre hileras por un metro entre plantas), con 39.4 centímetros de diámetro.

CUADRO IX. DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO O GROSOR PROMEDIO DE LAS RAÍCES DE LAS PLANTAS DE YUCA; EXPRESADO EN CENTÍMETRO EN CADA TRATAMIENTO *

Tratamientos (Hileras/plantas)	Bloques			\bar{X} Trats.
	I	II	III	
T_1 (1.25m * 1.25m)	20.8	22.5	21.5	21.6
T_2 (1.25m * 1.00m)	22.5	19.6	21.0	21.0

T ₃ (1.25m * 0.75m)	20.5	20.0	21.1	20.5
T ₄ (1.00m * 1.25m)	22.6	20.5	19.8	21.0
T ₅ (1.00m * 1.00m)	20.7	18.8	20.0	19.8
T ₆ (1.00m * 0.75m)	15.5	18.6	22.2	18.8
T ₇ (0.75m * 1.25m)	20.3	18.5	20.5	19.8
T ₈ (0.75m * 1.00m)	18.7	19.0	18.0	18.6
T ₉ (0.75m * 0.75m)	19.0	18.5	16.5	18.0

*Fuente: Ramos, J. 2008.

En el cuadro **IX** se tienen los datos del diámetro o grosor promedio de las raíces de las plantas de yuca en cada tratamiento y el cuadro **X** se detallan los datos de longitud promedio de las raíces de las plantas de yuca cultivar Brasileña por tratamiento.

CUADRO X. DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD PROMEDIO DE LAS RAÍCES DE LAS PLANTAS DE YUCA, EXPRESADO EN CENTÍMETRO EN CADA TRATAMIENTO *

Tratamientos (Hileras/plantas)	Bloques			\bar{X} Trats.
	I	II	III	
T ₁ (1.25m * 1.25m)	45.4	45.9	47.4	46.2
T ₂ (1.25m * 1.00m)	46.8	40.5	41.3	42.9
T ₃ (1.25m * 0.75m)	41.1	40.0	40.25	40.4
T ₄ (1.00m * 1.25m)	49.3	45.5	42.2	45.7

T ₅ (1.00m * 1.00m)	46.2	48.5	44.3	46.3
T ₆ (1.00m * 0.75m)	43.6	40.5	39.5	41.2
T ₇ (0.75m * 1.25m)	46.8	45.0	42.5	44.8
T ₈ (0.75m * 1.00m)	35.5	50.2	32.5	39.4
T ₉ (0.75m * 0.75m)	35.9	40.5	48.5	41.6

*Fuente: Ramos, J. 2008.

4.8 Número de Raíces:

En el número de raíces comercial no existieron diferencias significativas ($P > 0.05$); entre los tratamientos. Por lo tanto, las medias son iguales estadísticamente. En cuanto al número de raíces no comerciales se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$); entre los tratamientos.

CUADRO XI. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE RAÍCES COMERCIAL PROMEDIO; EN CADA TRATAMIENTO POR BLOQUE *

Tratamientos (Hileras/plantas)	Numero de plantas	Numero de raíces comerciales			\bar{X} Trats.
		Bloques			
		I	II	III	
T ₁ (1.25m * 1.25m)	4	20	16	16	17.33
T ₂ (1.25m * 1.00m)	5	15	15	15	15.00

T₃ (1.25m * 0.75m)	6	30	18	12	20.00
T₄ (1.00m * 1.25m)	4	20	12	12	14.67
T₅ (1.00m * 1.00m)	5	20	25	15	20.00
T₆ (1.00m * 0.75m)	6	24	12	6	14.00
T₇ (0.75m * 1.25m)	4	24	8	16	16.00
T₈ (0.75m * 1.00m)	5	15	10	20	15.00
T₉ (0.75m * 0.75m)	6	18	12	10	13.33

*Fuente: Ramos, J. 2008.

El numero de raíces máximo comerciales se obtuvo en el tratamiento **T₅** (distancia de un metro entre hileras por un metros entre plantas), con un promedio de 20 raíces y el tratamiento **T₃** (distancia de 1.25 metros entre hileras por 0.75 metros entre plantas) y el menor numero de raíces comerciales se obtuvo en el tratamiento **T₉** (distancia de 0.75 metros entre hileras por 0.75 metros entre plantas), con un promedio de 13.33 raíces por planta. Ver cuadro XI.

CUADRO XII. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO PROMEDIO DE RAÍCES NO COMERCIALES, EN CADA TRATAMIENTO POR BLOQUES *

Tratamientos (Hileras/plantas)	Numero de plantas	Numero de raíces no comerciales			
		Bloques			\bar{X} Trats.
		I	II	III	
T₁ (1.25m * 1.25m)	4	8	4	6	6.00

T₂	(1.25m * 1.00m)	5	20	15	20	18.33
T₃	(1.25m * 0.75m)	6	6	6	6	6.00
T₄	(1.00m * 1.25m)	4	4	16	4	8.00
T₅	(1.00m * 1.00m)	5	15	20	5	13.33
T₆	(1.00m * 0.75m)	6	6	18	12	12.00
T₇	(0.75m * 1.25m)	4	16	4	8	9.33
T₈	(0.75m * 1.00m)	5	15	12	20	15.67
T₉	(0.75m * 0.75m)	6	24	20	15	19.67

*Fuente: Ramos, J. 2008.

El número de raíces máximo no comerciales se obtuvo en el tratamiento **T₉** (distancia de 0.75 metros entre hileras por 0.75 metros entre plantas), con un promedio de 19.67 raíces y el menor número de raíces no comercial se registró en el tratamiento **T₁** (distancia de 1.25 metros entre hilera por 1.25 metros entre plantas) y el tratamiento **T₃** (distancia de 1.25 metros entre hileras por 0.75 metros entre plantas), con un promedio de 6 raíces. Ver cuadro **XII**.

4.9 Rendimientos:

En los rendimientos (comercial, no comercial y total) no existieron diferencias significativas ($P > 0.05$); entre los tratamientos. Por lo tanto; las medias son iguales estadísticamente.

CUADRO XIII. DETERMINACION DEL RENDIMIENTO COMERCIAL, NO COMERCIAL Y TOTAL; EXPRESADO EN KILOGRAMO POR HECTAREA, EN CADA TRATAMIENTO *

Tratamientos (Hileras/plantas)	Rendimiento Comercial	Rendimiento No Comercial	Rendimiento total
T₁ (1.25m * 1.25m)	31479	3030	34509
T₂ (1.25m * 1.00m)	16182	5333	21515
T₃ (1.25m * 0.75m)	24242	2424	26666
T₄ (1.00m * 1.25m)	22727	3636	26363
T₅ (1.00m * 1.00m)	30303	5000	35303
T₆ (1.00m * 0.75m)	19470	4545	24015
T₇ (0.75m * 1.25m)	25859	16768	42627
T₈ (0.75m * 1.00m)	24040	7778	31818
T₉ (0.75m * 0.75m)	18121	13131	31252

*Fuente: Ramos, J. 2008.

El mayor rendimiento comercial se obtuvo en el tratamiento **T₁** (distancia de 1.25 metros entre hileras por 1.25 metros entre plantas), con 31479 kilogramos por hectáreas y el rendimiento comercial mínimo fue de 16182 kilogramos por hectáreas obtenidos en el tratamiento **T₂** (distancia de 1.25 metros entre hileras por un metro entre plantas).

El rendimiento no comercial máximo se registro en el tratamiento **T₇** (distancia de 0.75 metros entre hileras por 1.25 metros entre plantas), con 16768 kilogramos por hectáreas y el rendimiento no comercial mínimo fue de 2424 obtenidos en el tratamiento **T₃** (distancia de 1.25 metros entre hilera por 0.75 metro entre plantas).

El máximo rendimiento total fue de 42627 kilogramos por hectáreas obtenidos en el tratamiento **T₇** (distancia de 0.75 metros entre hileras por 1.25 metros entre plantas). El rendimiento total mínimo se obtuvo en el tratamiento **T₂** (distancia de 1.25 metros entre hileras por un metro entre plantas), con 21515 Kilogramos por hectáreas.

En el cuadro **XIII** se puede apreciar los datos de los rendimientos comercial, no comercial y total en cada tratamiento.

CUADRO XIV. ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS DATOS DEL DIAMETRO O GROSOR DE LA RAÍCES *

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	------------------

Bloques	2	1.56	0.78	0.32	0.7338 ^{NS}
Tratamientos	8	37.22	4.65	1.87	0.1358 ^{NS}
Error	16	39.73	2.48		
Total	26	78.52			

*Fuente: Ramos, J. 2008.

CV = 7.92 %

NS = indica diferencias no significativas.

Coefficiente de Variación (CV):

Bajo: < 10 %

Medio: 10 – 25 %

Alto: 25 – 35 %

Excesivamente alto: > 35 %

Según el cuadro **XIV** (análisis de varianza para el diámetro o grosor de las raíces) no existieron diferencias significativas ($P > 0.05$); ni entre bloques, ni entre los tratamientos y el coeficiente de variación fue de 7.92 por ciento (bajo), por lo cual la precisión se consideró muy alta.

En el cuadro **XV** al realizar el análisis de varianza de los datos de la longitud de las raíces no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$); ni entre los bloques, ni entre los tratamientos y el coeficiente de variación fue de 10.36 por ciento (medio), por lo cual la precisión fue muy aceptable.

CUADRO XV. ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS DATOS DEL LONGITUD DE LA RAÍCES *

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Bloques	2	19.00	9.50	0.47	0.6310 ^{NS}
Tratamientos	8	168.35	21.04	1.05	0.4416 ^{NS}
Error	16	320.68	4.47		
Total	26	508.04			

*Fuente: Ramos, J. 2008.

CV = 10.36 %

NS = indica diferencias no significativas.

CUADRO XVI. ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS DATOS DEL NUMERO DE RAÍCES COMERCIALES *

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Bloques	2	277.62	138.81	5.93	0.0118 *
Tratamientos	8	145.40	18.17	0.78	0.6288 ^{NS}
Error	16	374.37	23.39		
Total	26	797.40			

*Fuente: Ramos, J. 2008.

CV = 29.95 %

NS = indica diferencias no significativas.

*** = indica diferencias significativas al nivel de probabilidad del 5 por ciento.**

En el cuadro **XVI** para el análisis de varianza del numero de raíces comerciales se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre bloques (esto sugiere

que en el suelo no existía uniformidad) y en cuanto a los tratamientos no existieron diferencias significativas ($P > 0.05$). El coeficiente de variación fue de 29.95 por ciento (alto), por lo cual la precisión es baja en esta variable.

“Se esperaba que se encontraran diferencias significativas en el número de raíces comerciales entre los tratamientos de mayor distancias, que los de menor distancias entre hileras por plantas”.

CUADRO XVII. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LOS DATOS DEL NUMERO DE RAÍCES NO COMERCIALES *

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Bloques	2	25.40	12.70	0.47	0.6330 ^{NS}
Tratamientos	8	627.62	78.45	2.91	0.0330 *
Error	16	431.92	26.99		
Total	26	1084.96			

*Fuente: Ramos, J. 2008.

CV = 43.16 %

NS = indica diferencias no significativas.

*** = indica diferencias significativas al nivel de probabilidad del 5 por ciento.**

En el cuadro **XVII** el análisis de varianza para el número de raíces no comerciales no existieron diferencias significativas ($P > 0.05$); entre bloques, pero

si entre los tratamientos ($P < 0,05$). El coeficiente de variación fue de 43.16 por ciento (excesivamente alto), por lo cual la precisión fue muy baja.

CUADRO XVIII. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE NUMERO DE RAÍCES NO COMERCIALES *

Tratamientos	Densidad	Media	Agrupamiento Duncan +		
T ₉	(0.75m * 0.75m)	19.67	a		
T ₂	(1.25m * 1.00m)	18.33	a	b	
T ₈	(0.75m * 1.00m)	15.67	a	b	c
T ₅	(1.00m * 1.00m)	13.33	a	b	c
T ₆	(1.00m * 0.75m)	12.00	a	b	c
T ₇	(0.75m * 1.25m)	9.33		b	c
T ₄	(1.00m * 1.25m)	8.00			c
T ₃	(1.00m * 1.25m)	6.00			c
T ₁	(1.25m * 1.25m)	6.00			c

*Fuente: Ramos, J. 2008.

+ = Medias seguidas por la misma letra no difieren de acuerdo con la prueba de Rangos Múltiples de Duncan.

En el cuadro XVIII para la prueba de comparación de las medias de los tratamientos para la variable número de raíces no comerciales el tratamiento T₉ (distancia de 0.75 metros entre hileras por 0.75 metros entre plantas) resultó en el mayor número promedio de raíces no comerciales, pero no difirió de los

tratamientos 2, 8, 5 y 6. Se formó un grupo de tratamientos con desempeño intermedio (los cuales no difirieron entre sí) formado por el 2, 8, 5, 6 y 7. El tratamiento T_1 fue el que menor número promedio de raíces no comerciales presentó, pero no difirió de los tratamientos 8, 5, 6, 7, 4 y 3.

CUADRO XIX. ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS DATOS DEL RENDIMIENTO COMERCIAL *

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Bloques	2	1073112581.02	536556290.51	13.14	0.0004 **
Tratamientos	8	646743967.62	80842995.95	1.98	0.1165 ^{NS}
Error	16	653151306.32	40821956.64		
Total	26	2373007854.98			

*Fuente: Ramos, J. 2008.

CV = 27.06 %

NS = indica diferencias no significativas.

**** = indica diferencias significativas al nivel de probabilidad del 1 por ciento.**

En el cuadro **XIX** para el análisis de varianza de los rendimientos comerciales se obtuvieron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$); entre los bloques (esto sugiere que en el suelo no existía uniformidad) y en relación a los tratamientos no existieron diferencias significativas ($P > 0.05$). El coeficiente de variación fue de 27.06 por ciento (alto), por lo que la precisión fue baja.

“Se esperaba que existiera diferencias significativas en los rendimientos comerciales entre los tratamientos: T_1 (distancia de 1.25 metros entre hileras por 1.25 metros entre plantas), T_2 (distancia de 1.25 metros entre hileras por un metro entre plantas), T_3 (distancia de 1.25 metros entre hileras por 0.75 metros entre plantas); con relación a los tratamientos: T_7 (distancia de 0.75 metros entre hileras por 1.25 metros entre plantas), T_8 (distancia de 0.75 metros entre hileras por un metro entre plantas) y T_9 (distancia de 0.75 metros entre hileras por 0.75 metros entre plantas)”.

CUADRO XX. ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS DATOS DEL RENDIMIENTO NO COMERCIAL *

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Bloques	2	56560367.98	28280183.99	0.68	0.5202 ^{NS}
Tratamientos	8	582643675.81	72830459.47	1.75	0.1612 ^{NS}
Error	16	664398768.83	41524923.05		
Total	26	1303602812.63			

*Fuente: Ramos, J. 2008.

CV = 94.07 %

NS = indica diferencias no significativas.

En el cuadro **XX** sobre el análisis de varianza para los rendimientos no comercial no existieron diferencias significativas ($P > 0.05$); ni entre los bloques, ni entre

los tratamientos y el coeficiente de variación fue de 94.07 por ciento (excesivamente alto), por lo que la precisión fue muy baja.

“Se esperaba que los rendimientos no comerciales fueran mas bajos en los tratamientos”.

CUADRO XXI. ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS DATOS DEL RENDIMIENTO TOTAL *

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Bloques	2	1613262456.89	806631228.44	8.75	0.0027 **
Tratamientos	8	1029168570.55	128646071.31	1.40	0.2703 NS
Error	16	1474180677.48	92136292.34		
Total	26	4116611704.92			

*Fuente: Ramos, J. 2008.

CV = 31.52 %

NS = indica diferencias no significativas.

**** = indica diferencias significativas al nivel de probabilidad del 1 por ciento.**

En el cuadro **XXI** en el análisis de varianza del rendimiento total se obtuvo diferencias altamente significativas ($P < 0.01$); entre los bloques (esto sugiere que en el suelo no existía uniformidad) y en relación a los tratamientos no existen diferencias significativas ($P > 0.05$). El coeficiente de variación fue de 31.52 por ciento (alto), por lo que la precisión fue baja.

“Se esperaba que el tratamiento **T₂** (distancia de 1.25 metros entre hileras por un metro entre plantas), existiera un mayor rendimiento total y no se esperaba que

el tratamiento T_7 (distancia de 0.75 metros entre hileras por 1.25 metros entre plantas), fuera el de mayor rendimiento total.

5. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos del ensayo, bajo las condiciones en las cuales se realizó y evaluó mediante el análisis estadístico, se puede concluir lo siguiente:

- ➔ En la evaluación del efecto de las densidades de siembra sobre el rendimiento y calidad de cosecha de la yuca *Manihot esculenta* cultivar Brasileña, revelo que los rendimientos de las raíces de yuca con el mejor resultado comercialmente (31479 kilogramos por hectáreas), se obtuvo en el tratamiento T_1 (distancia de 1.25 metros entre hileras por 1.25 metros por plantas); seguido por el tratamiento T_5 (distancia de un metro entre hileras por un metro entre plantas), con 30303 kilogramos por hectáreas y que los rendimientos comerciales más bajos se obtuvieron en los

siguientes tratamientos: T_2 (distancia de 1.25 metros entre hileras por un metro entre plantas), con 16182 kilogramos por hectáreas y el tratamiento T_9 (distancia de 0.75 metros entre hileras por 0.75 metros entre plantas), con 18121 kilogramos por hectáreas.

- Para los efectos de las variaciones de las densidades de siembra con respecto al rendimiento y calidad de cosecha, se tiene una diferencia en todas las variables de respuesta del estudio; sin embargo, el análisis estadístico reveló lo siguiente: no existen diferencias significativas ($P > 0.05$), en el diámetro o grosor de raíces, la longitud de raíces, número de raíces comerciales, rendimientos (comercial, no comercial y Total).

Las variables que mostraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en los tratamientos de densidades de siembra, solo fueron el número de raíces no comerciales y el diámetro, como el largo del tallo presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), en el análisis estadístico.

- Se determinó que los arreglos espaciales más apropiado para la siembra de la yuca en base al rendimiento y calidad de cosecha fueron los tratamientos: T_1 (distancia de 1.25 metros entre hileras por 1.25 metros por plantas) o el tratamiento T_5 (distancia de un metro entre hileras por un metro entre plantas), para la obtención de yuca para la exportación (pelada) y para la obtención de yuca parafinada con fines de exportación

el tratamiento T_7 (distancia de 0.75 metros entre hileras por 1.25 metros entre plantas) o el tratamiento T_3 (1.25 metros entre hileras por 0.75 metros entre plantas).

6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda establecer las densidades de siembra de 6400 plantas por hectáreas con distancias de 1.25 metros entre hileras por 1.25 metros entre plantas o de un metro entre hileras por un metro entre plantas, con población de 10000 plantas por hectáreas para la obtención de yuca para la exportación (pelada).
- Si la producción es para yuca parafinada con fines de exportación se recomienda utilizar las densidades de siembra de 10666 plantas por hectáreas con distancias de 0.75 metros entre hileras por 1.25 metros entre plantas o de 1.25 metros entre hileras por 0.75 metros entre plantas.

- Se debe seleccionar las semillas utilizadas para las producciones comerciales en yuca en Panamá, evitando los daños mecánicos y tratar con fungicidas e insecticidas las estacas para promover un buen enraizamiento y germinación de las mismas.

- Este experimento debe llevarse a cabo en otras regiones de la provincia y en el país para comparar resultados.

- Evaluar los costos de producción por tratamientos para determinar así la rentabilidad económica de cada uno.

- Se debe utilizar diferentes densidades de siembra dependiendo del destino del mercado de exportación o nacional.

- Brindarle asesoría a los productores de este rubro, para que utilicen el rendimiento no comercial en otros usos, tales como: consumo animal, harina, entre otros; para que no se pierda en campo.

7. REFERENCIAS CITADAS

Díaz, Manuel R. El cultivo de yuca (en línea). Consultado 7 de jun. 2007.
Disponible en <http://www.academic.uprm.edu/madiaz/HTMLobj-83/cultivoyuca>.
Doc.

IDIAP 1998. Recomendaciones agronómicas para el cultivo de yuca. Panamá.
2p.

Leihner, Dietrich. 1983. Yuca en cultivo asociado. Manejo y evaluación. Centro
Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 80 p.

Lozano, J. C.; Bellotti, A.; Reyes, J. A.; Howeler, R.; Leihner, D.; Doll, J. 1981.
Problemas en los cultivos de yuca. Centro Internacional de Agricultura Tropical.
Cali, Colombia. 208 p.

Manual Agropecuario. 2002. Tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente. Bogota, Colombia. 1093 p.

Mirones, Sebastián G. 1985. Guía técnica para el cultivo de yuca. MIDA, Panamá. 36 p.

Montaldo, A. 1972. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Lima, Perú. 284 p.

Montaldo, A. 1985. La yuca mandioca: cultivo, industrialización, aspectos económicos, empleo en la alimentación animal, mejoramiento. San José, Costa Rica: IICA. 386 p.

Montaldo, A. 1991. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. 408 p.

PNUP/CIAT. 1971. Yuca: investigación, producción y utilización. 660 p.

Saunders, Joseph L. 1998. Plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 305 p.

Terranova. 1995. Enciclopedia Agropecuaria. Producción Agrícola 2, Tomo N° 3.
Santafé de Bogota, D. C; Colombia. 552 p.

VI Censo nacional agropecuario, 2001. Dirección de Estadística y Censo,
Contraloría General de la República.

ANEXOS

TABLA DE EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELOS *

	<i>Ca</i>	<i>Mg</i>	<i>Acidez</i>	<i>Al</i>		<i>Materia Orgánica</i>	<i>N</i>
	Mequivalente/100g					%	
BAJO	< 2.0	< 0.60	< 1.0	< 0.5		< 3.0	< 0.08
MEDIO	2.1-5.0	0.61-1.50	1.1-3.0	0.51-2.50		3.1-6.0	0.09-0.14
ALTO	>5.0	> 1.50	> 3.0	> 2.5		> 6.0	> 0.14

	<i>P</i>		<i>K</i>	<i>Na</i>
	mg/L (ppm)			
	N. Carolina	Olsen		
BAJO	< 10	< 10	< 50	< 50
MEDIO	11-31	10-20	51-150	51-150
ALTO	32-56	> 20	> 150	> 150

	<i>Fe</i>	<i>Cu</i>	<i>Mn</i>	<i>Zn</i>
	mg/L (ppm)			
BAJO	< 25	< 2.0	< 15	< 4
MEDIO	26-74	3-6	16-49	5-14
ALTO	>74	> 6	> 49	> 14

PH

<i>PH</i>	
MUY ALCALINO	> 7.7
ALCALINO	7.1-7.6
NEUTRO	7.0
POCO ÁCIDO	6.0-6.9
ÁCIDO	5.2-5.9
MUY ÁCIDO	< 5.1

***Fuente: Facultad de Ciencias Agropecuarias.**

Figura N^o 1: Vista del ensayo de yuca (cultivar Brasileña) antes de la cosecha.



Figura N^o 2: Planta de yuca recién cosechada, para su posterior toma de datos.



Figura N° 3: Raíces del tratamiento T_1 (distancia de 1.25 metros entre plantas por 1.25 metros entre hileras).



Figura N° 4: Raíces del tratamiento T_2 (distancia de 1.25 metros entre plantas por un metro entre hileras).



Figura N° 5: Raíces del tratamiento T₃ (distancia de 1.25 metros entre plantas por 0.75 metros entre hileras).



Figura N° 6: Raíces del tratamiento T_4 (distancia de un metro entre plantas por 1.25 metros entre hileras).



Figura N° 7: Raíces del tratamiento T_5 (distancia de un metro entre plantas por un metro entre hileras).



Figura N° 8: Raíces del tratamiento T_6 (distancia de un metro entre plantas por 0.75 metros entre hileras).



Figura N° 9: Raíces del tratamiento T_7 (distancia de 0.75 metros entre plantas por 1.25 metros entre hileras).



Figura N° 10: Raíces del tratamiento T_8 (distancia de 0.75 metros entre plantas por un metro entre hileras).



Figura N° 11: Raíces del tratamiento T_9 (distancia de 0.75 metros entre plantas por 0.75 metros entre hileras).



Figura N° 12: Raíces de yuca según las diferentes densidades de siembra, para la toma de datos .

