



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
Sede Juigalpa, Chontales.
“Jofiel Acuña Cruz”

TESIS

EFFECTO DE DIFERENTES SISTEMAS DE PREPARACIÓN
DELSUELO SOBRE LAS CARACTERISTICAS FISICAS,
CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE LA YUCA
(*Manihot esculenta* Crantz) VARIEDA ALGODÓN EN NUEVA
GUINEA.

AUTORES

Br. NUBIA DUARTE CENTENO
Br. MANUEL FIGUEROA MARTÍNEZ

ASESORES

PhD. VICTOR AGUILAR BUSTAMANTE
Ing. LUÍS ALBERTO HERNÁNDEZ

Juigalpa, Chontales. Nicaragua.
Febrero, 2008.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
Sede Juigalpa, Chontales.
“Jofiel Acuña Cruz”

TESIS

EFFECTO DE DIFERENTES SISTEMAS DE PREPARACIÓN
DELSUELO SOBRE LAS CARACTERISTICAS FISICAS,
CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE LA YUCA
(*Manihot esculenta* Crantz) VARIEDA ALGODÓN EN NUEVA
GUINEA.

AUTORES

Br. NUBIA DUARTE CENTENO
Br. MANUEL FIGUEROA MARTÍNEZ

ASESORES

PhD. VICTOR AGUILAR BUSTAMANTE
Ing. LUÍS ALBERTO HERNÁNDEZ

Juigalpa, Chontales. Nicaragua.
Febrero. 2008.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

Sede Juigalpa, Chontales.
“Jofiel Acuña Cruz”

TRABAJO DE DIPLOMA

EFFECTO DE DIFERENTES SISTEMAS DE PREPARACIÓN DEL SUELO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) VARIEDAD ALGODÓN EN NUEVA GUINEA.



AUTORES

Br. NUBIA DUARTE CENTENO
Br. MANUEL FIGUEROA MARTÍNEZ

ASESORES

PhD. VICTOR AGUILAR BUSTAMANTE
Ina. LUÍS ALBERTO HERNÁNDEZ

Juigalpa, Chontales. Nicaragua.
Febrero. 2008.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
SEDE JUIGALPA**

TESIS

**EFFECTO DE DIFERENTES SISTEMAS DE PREPARACIÓN DEL SUELO SOBRE
LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL
CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) VARIEDA ALGODÓN EN
NUEVA GUINEA.**

Tesis sometida a la consideración del Consejo Técnico del Departamento de Investigación de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria, Sede Juigalpa para optar al grado de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Por:

Br. NUBIA DUARTE CENTENO
Br. MANUEL FIGUEROA MARTÍNEZ

Juigalpa, Chontales. Nicaragua.
Febrero, 2008.

HOJA DE APROBACIÓN

Esta tesis fue aceptada por el Consejo Técnico de la Sede Juigalpa de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria como requisito parcial para optar al grado de:

INGENIERO AGRÓNOMO

EQUIPO DE TUTORIA

Asesor

Asesor

Tribunal Examinador

Tribunal Examinador

Tribunal Examinador

Sustentante

Sustentante

DEDICATORIA

A Dios que es el ser único, que ha estado conmigo en todo momento quien me dio la sabiduría y la persistencia, para seguir adelante y poder culminar mi carrera universitaria, sabiendo que es el comienzo de mi vida como profesional.

A la mujer, que me dio la vida, mi madre Yadira Centeno Rojas, por haber estado siempre a mi lado, dándome su apoyo y su consejo incondicional. A la cual le debo poder realizar el más grande sueño de mi vida ser un profesional con valores.

A todas aquellas personas que me apoyaron en todo momento y desearon que culminara mi carrera.

Nubia Duarte Centeno

DEDICATORIA

Este trabajo realizado con esfuerzos y sacrificios, se lo dedico completamente a Dios por regalarme la vida, mi educación, nacida en un ambiente de mucho trabajo y responsabilidades. Esta situación me permitió crear una actitud muy positiva, para mantener un solo ideal, que era culminar mi carrera y hoy en día esta meta se ha hecho una realidad.

A mi humilde madre que siempre me consolaba con sus consejos, llenando de mucha esperanza mi vida. Animándome a luchar por un sistema de vida mejor.

A mi mejor amigo Fernando Alvarado Aguilar por estar conmigo en las situaciones más difíciles de mi carrera. El siempre me brindó su apoyo incondicionalmente para hacer mí meta una realidad.

A mi linda tía Teresa Figueroa Cruz y su esposo Antonio Cortés Mena por su apoyo moral en los primeros pasos de mi carrera y el estar siempre pendiente en mis calificaciones.

Manuel Figueroa Martínez

AGRADECIMIENTOS

A Dios. Por hacer realidad nuestro sueño y alcanzar nuestra meta.

A la Universidad Nacional Agraria (UNA) Sede Juigalpa, Chontales Jofiel Acuña por sus estudios brindados durante nuestra formación como profesionales.

A nuestros maestros que en su momento llegaron a ser nuestros amigos lo que nos ayudó a tener la suficiente confianza para indagar más acerca de su asignatura y poder captar sus conocimientos.

Al Ing. Agr. Alejo Espinoza, por presentarnos al Consultor Especialista en Raíces y tubérculos (Ing. Sergio Torres) dándonos las ideas para redactar el tema de esta tesis.

Al Centro de acopio de raíces y tubérculos Desarrollo Agrícola Sociedad Anónima (DAISA).

A los productores de yuca de Nueva Guinea que luchan para sobrevivir por un mejor nivel de vida para sus hijos y familiares.

Al Ing. MSc. Bismark Mendoza por el apoyo incondicional y desinteresado que nos demostró a pesar de no conocernos, al cual hoy lo consideramos un gran amigo.

Al PhD. Víctor Aguilar Bustamante y al Ing. Luís Hernández por su asesoría en la planificación y seguimiento de este tema de investigación. Además han sido excelentes amigos durante la asesoría.

Nubia Duarte Centeno
Manuel Figueroa Martínez

ÍNDICE GENERAL

Sección	Página
ÍNDICE DE TABLAS	ii
ÍNDICE DE FIGURAS	iii
ÍNDICE DE FOTOS	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
I INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo General	3
2.2 Objetivo Específicos	3
2.3 Hipótesis	3
III MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1 Descripción del lugar	4
3.2 Descripción del experimento	8
3.2.1 Variables de suelo	11
3.2.2 Variables de crecimiento	13
3.2.3 Variables de rendimiento	14
3.3 Manejo agronómico del cultivo de la yuca	15
3.4 Análisis estadístico	17
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
4.1 Uso de implementos agrícolas y su efecto sobre las propiedades físicas del suelo	18
4.1.1 Densidad aparente (g/cm^3)	18
4.1.2 Densidad real (g/cm^3)	19
4.1.3 Porosidad total %	20
4.1.4 Capacidad de campo %	22
4.2 Efecto de diferentes formas de preparación del suelo sobre el crecimiento del cultivo de la yuca	23
4.2.1 Altura de la planta (cm.)	23
4.2.2 Diámetro del tallo(mm)	24
4.2.3 Peso fresco de la planta (kg/ha)	25
4.3 Efecto de diferentes formas de preparación de suelo sobre los componentes de rendimiento y calidad de las raíces de yuca	26
4.3.1 Número de raíces totales por planta	26
4.3.2 Número de raíces exportables por planta	27
4.3.3 Longitud de las raíces exportables (cm.)	28
4.3.4 Diámetro de las raíces exportables (cm.)	29
4.3.5 Peso de raíces exportables (g)	30
4.3.6 Rendimiento de raíces exportables (kg/ha)	30
4.3.7 Rendimiento de raíces no exportables (kg/ha)	32
4.3.8 Rendimiento de raíces comerciales y no comerciales (kg/ha)	32
V CONCLUSIONES	35
VI RECOMENDACIONES	36
VII LITERATURA CITADA	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla		Página
1	Descripción de los tratamientos en estudio, Nueva Guinea 2006.	9
2	Tamaño de las parcelas experimentales y parcela útil de los tratamientos en estudio, Nueva Guinea 2006.	11
3	Clasificación de la densidad aparente	11
4	Clasificación de la densidad real	12
5	Clasificación de la porosidad total	13
6	Clasificación de la capacidad de campo	13
7	Análisis de varianza general para evaluar el efecto de los tratamientos y profundidades de la labranza sobre la densidad aparente (g/cm^3) en el cultivar de yuca, Nueva Guinea 2006.	41
8	Análisis de varianza parcial, para evaluar el efecto de los tratamientos de labranzas sobre la densidad aparente (g/cm^3), en el cultivar de Yuca, Nueva Guinea, 2006.	41
9	Análisis de varianza general para evaluar el efecto de los tratamientos y profundidades de la labranza sobre la densidad real (g/cm^3), en el cultivar de yuca, Nueva Guinea 2006.	41
10	Análisis de varianza parcial, para evaluar el efecto de los tratamientos de labranzas sobre la densidad real (g/cm^3), en el cultivar de Yuca, Nueva Guinea, 2006.	41
11	Análisis de varianza general para evaluar el efecto de los tratamientos y profundidades de la labranza sobre la porosidad total, en el cultivar de yuca, Nueva Guinea, 2006.	42
12	Análisis de varianza parcial, para evaluar el efecto de los tratamientos de labranzas sobre la porosidad total, en el cultivar de Yuca, Nueva Guinea, 2006.	42
13	Análisis de varianza general para evaluar el efecto de los tratamientos y profundidades de la labranza sobre capacidad de campo, en el cultivar de yuca, Nueva Guinea, 2006.	42
14	Análisis de varianza parcial, para evaluar el efecto de los tratamientos de labranzas sobre la capacidad de campo, en el cultivar de Yuca, Nueva Guinea, 2006.	42
15	Efecto de diferentes formas de preparación del suelo sobre la altura (cm) de las plantas de yuca, variedad algodón. Nueva Guinea 2006.	43
16	Efecto de diferentes formas de preparación del suelo sobre el diámetro (mm) de las plantas de yuca, variedad algodón, Nueva Guinea 2006.	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Comportamiento mensual de la precipitación en el departamento de Nueva Guinea de Octubre 2005 a Agosto 2006, Nueva Guinea RAAS.	5
2	Efecto de los sistemas de labranza sobre la densidad aparente del suelo Nueva Guinea, 2006.	18
3	Efecto de los sistemas de labranza sobre la densidad real del suelo, Nueva Guinea, 2006.	20
4	Efecto de los sistemas de labranza sobre la porosidad total del suelo, Nueva Guinea 2006.	21
5	Efecto de los sistemas de labranza sobre la capacidad de campo del suelo, Nueva Guinea, 2006.	22
6	Comportamiento de la altura (cm) de las plantas de yuca bajo diferentes formas de preparación del suelo desde los 90 hasta los 300 días Nueva Guinea 2006.	23
7	Comportamiento del diámetro (mm) de las plantas de yuca bajo diferentes formas de preparación del suelo desde los 90 hasta los 300 días, Nueva Guinea 2006.	24
8	Peso fresco de follaje y tallos de las plantas de yuca (kg/ha) al momento de la cosecha, Nueva Guinea 2006.	26
9	Número de raíces por planta en el cultivo de la yuca variedad algodón, Nueva Guinea 2006.	27
10	Número promedio de raíces exportables en el cultivo de la yuca variedad algodón, Nueva Guinea 2006.	28
11	Comportamiento de la longitud (cm) de las raíces exportables por planta en el cultivo de la yuca variedad algodón, Guinea 2006.	29
12	Diámetro promedio de raíces exportables (mm) en el cultivo de la yuca variedad algodón, Nueva Guinea 2006.	29
13	Peso promedio de raíces exportables en el cultivo de la yuca variedad algodón, Nueva Guinea 2006.	30
14	Peso total de raíces exportables (kg/ha) en el cultivo de la yuca variedad algodón, Nueva Guinea 2006.	31
15	Peso total de raíces no exportables (kg/ha) en el cultivo de la yuca variedad algodón, Nueva Guinea 2006.	32
16	Peso total de raíces exportables y no exportables (kg/ha) en el cultivo de la yuca variedad algodón, Nueva Guinea 2006	34

ÍNDICE DE FOTOS

FOTOS		Página
1	Preparación de suelo con tratamiento subsolado + encamado, Nueva Guinea 2006.	9
2	Preparación de suelo con tratamiento grada + encamado, Nueva Guinea 2006.	10
3	Preparación de suelo con tratamiento cero labranza, Nueva Guinea 2006.	10
4	Preparación de suelo con tratamiento de tracción animal, Nueva Guinea 2006.	10
5	Preparación del suelo con encamadora en los tratamientos de Subsolado y Grada, Nueva Guinea 2006.	45
6	Material vegetativo, estaca con 5 yemas y 20 cm de largo, Nueva Guinea 2006.	45
7	Curado de la semilla por el método de aspersión con fungicida (oxicloruro de cobre), Nueva Guinea 2006.	46
8	Plantación de yuca (10 meses de edad), Nueva Guinea 2006.	46
9	Cosecha de yuca (10 meses de edad), Nueva Guinea 2006	47
10	Selección de raíces exportables y no exportables en campo, Nueva Guinea 2006.	47
11	Lavado de la yuca empresa DAISA, Nueva Guinea 2006.	48
12	Separación de raíces exportables por tratamiento (instalaciones empresa DAISA), Nueva Guinea 2006.	48
13	Medición de longitud de raíces exportables, Nueva Guinea 2006.	49
14	Diámetro de raíces exportables, Nueva Guinea 2006.	49
15	Peso de raíces exportables, Nueva Guinea 2006.	50
16	Calicata para toma de muestras de suelo, Nueva Guinea 2006.	50

RESUMEN

El estudio se realizó en municipio Nueva Guinea, RAAS desde octubre del 2005 a agosto 2006 para evaluar el efecto de diferentes sistemas de preparación de suelo sobre sus propiedades físicas, el crecimiento y rendimiento del cultivar yuca Algodón. Los tratamientos fueron; subsoleo más encamado (SE), grada más encamado (GE), cero labranza (CL), y tracción animal (TA). El diseño utilizado fue de bloques completos al azar (BCA) con tres repeticiones en cinco profundidades. Las variables de suelo evaluadas fueron: densidad aparente, densidad real, porosidad total, y capacidad de campo, las variables agronómicas altura diámetro del tallo, peso fresco de la planta, número de raíces, peso de raíz y rendimiento de raíces. Para el análisis de variables se utilizó el programa Statistic Análisis Systems (SAS V9.1). El tratamiento de TA presentó los menores valores de densidad aparente, una distribución más uniforme en la capacidad de retención de agua dentro del perfil del suelo, así como mayor porosidad. CL y TA presentaron los mayores valores de altura de planta, diámetro del tallo y peso fresco de hojas y tallos del cultivo de la yuca. TA presentó los valores más altos del número de raíces totales por planta de yuca seguido de CL el cual a su vez presentó el mayor número de raíces exportables seguido de TA, pero sin diferencia significativa entre la longitud de las raíces exportables entre los cuatro tratamientos. CL presentó el mayor diámetro, el mayor peso de las raíces exportables seguido siempre por TA. CL presentó el mayor rendimiento de raíces exportables y no exportables o mayores rendimientos totales (kg/ha) de raíces reservantes seguido por TA. Se encontraron diferencias de promedios en los rendimientos de raíces exportables entre CL y GE 3,399 kg/ha, en los rendimientos de raíces no exportables una diferencia 2,351.5 kg/ha entre CL y SE. Se recomienda repetir este ensayo utilizando los mismos tratamientos evaluar el efecto del cambio de la calidad del suelo en el tiempo.

Palabras Claves: Yuca, Variedad, Algodón, Sistemas, Preparación, Suelo, Rendimiento.

ABSTRACT

The study was carried out in Nueva Guinea-RAAS from October 2005 to August 2006 to evaluate the effect of different of soil preparation systems on soil physical properties, the growth and performance of cassava cv Algodón. Four soil tillage systems were evaluated; subsoil plus ridge tillage (SRT), terracing plus ridge tillage (RT), no tillage (NT), and animal traction (AT). The experiment was set up in a randomized complete block design with three replicates and five soil depths. The soil variables bulk density, soil density, soil porosity and water field soil capacity, and the growth variables height, fresh weight and stem diameter (cm), number of roots, weight of root and roots yield were evaluated. The analysis of variance was carried out using Statistic Analysis Systems program (SAS V9.1). The AT treatment registered the lowest bulk density, highest uniform water retention capacity distribution and soil porosity. The NT and AT treatments produced the tallest plants, with the highest tem diameter and fresh weight of leaves and stems. The AT registered the highest number of roots followed of NT, and the NT presented the highest number of exportable roots, the highest diameter and weight of exportable roots followed by AT. No significant difference between treatments in lengths of exportable roots was found. The NT yield resulted in the highest yield in exportable and non-exportable roots followed by AT. Differences in yield of exportable roots between NT and GE (3,399 kg/ha), and in yield of non-exportable roots between NT and SRT (2,351.5 kg/ha) were found. To repeat this experiment using the same treatments to evaluate the soil quality changes during time is recommended.

I. INTRODUCCION

El cultivo yuca (*Manihot esculenta* Crantz) pertenece a la familia Euphorbiaceae, compuesta por más de 7200 especies distribuidas en zonas cálidas de todo el mundo. Las raíces de yuca son ricas en hidratos de carbono (26.7%), buena fuente de vitamina B (0.3 mg) y vitamina C (48.2 mg), aunque es pobre en proteínas (3.1%) y en grasa (0.4%). (Ospina, B. Ceballos, H. (2002).

La yuca es un producto agrícola de vital importancia para la seguridad alimentaria de muchos países del mundo. Es considerado el cuarto producto básico más importante después del arroz, el trigo y el maíz y su importancia también radica porque es fuente económica de calorías, especialmente para las personas de pocos recursos económicos y es el componente básico de la dieta de más de 1000 millones de personas en el mundo (FAO, 2000).

El nombre yuca es de origen Chiché YOG CA cuyo significado “es que se amasa molida”. El origen de la yuca es América del Sur (Candolle, 1883) señala a Brasil como su lugar de origen.

La producción de yuca está concentrada en latitudes que van de 30 grados latitud norte hasta los 30 grados latitud sur. Las raíces son su principal producto económico para la alimentación humana y animal, los tallos se utilizan para su multiplicación y las hojas con su alto contenido proteínico (17%) son excelentes para preparar alimentos balanceados.

En Nicaragua el 70% de la producción de yuca se concentra principalmente en Nueva Guinea y el 30% restante en los departamentos Masaya y León donde se cultivan cada año alrededor de 17,142 hectáreas (24,397 mz.) de yuca a nivel nacional (INEC, 2001). Los rendimientos obtenidos por los productores nicaragüenses son de 6.82 ton/ha (105 qq/mz.) lo que andan muy por debajo de los rendimientos potenciales de este cultivo (30 ton/ha).

En busca de mejorar los rendimientos y la calidad de las raíces exportables de yuca así como preservar el medio ambiente se consideraron en este estudio algunas

formas de preparación del suelo para la conservación del suelo y del agua en los suelos de Nueva Guinea. Partiendo que es necesario hacer inicialmente evaluaciones de esas tecnologías para adaptarlas a las condiciones del país. La yuca como cualquier otro cultivo, requiere una buena preparación de suelo que varía según el clima, el tipo de suelo, la vegetación, la topografía y el grado de mecanización que recibe el cultivo y otras prácticas agronómicas. Una preparación adecuada de suelo garantiza una cama propicia para la semilla y por consecuencia altos niveles de germinación y de producción.

II OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar diferentes formas de preparación del suelo sobre las características físicas del suelo, el crecimiento y rendimiento de las raíces así como su calidad comercial.

2.2 Objetivos específicos

- a) Determinar el efecto de diferentes sistemas de preparación del suelo sobre las propiedades físicas del suelo.
- b) Evaluar el efecto de diferentes sistemas de preparación del suelo sobre el crecimiento del cultivo de yuca.
- c) Evaluar el efecto de diferentes sistemas de preparación del suelo sobre el rendimiento y calidad de las raíces de yuca.

2.3 Hipótesis:

Se predice obtener mayores rendimientos de yuca en los tratamientos de subsoleo más encamado y en gradeo mas encamado porque estas operaciones de labranza permiten mayor desarrollo de la raíz de este cultivo.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del lugar

El presente trabajo se realizó en el municipio Nueva Guinea, departamento de la Región Autónoma Atlántico Sur (RAAS), ubicado al sureste del país a 282 Km. de Managua en la finca demostrativa de Auxilio Mundial. Correspondiente a las siguientes coordenadas: Latitud Norte: 11°41'16" y Longitud Este: 84°26'48". En el sur este del municipio la precipitación promedio anual es mayor de 3270 mm con un mínimo de 3000 mm y un máximo de 3540 mm. La época lluviosa se extiende de mayo hasta enero teniendo un promedio de temperatura anual de 25°C.

La planicie costera del Atlántico, también llamada planicie costera del Caribe, ocupa una superficie de 46,440 km² que representa aproximadamente el 37% del país, es una vasta llanura principalmente constituida por sedimentos terciarios, limitada en el norte por el río Coco y al este con el océano atlántico. En el sur el llano se extiende más allá del Río Escondido y en el oeste llega hasta el pie de las estribaciones orientales de tierras altas del interior.

En el área de estudio según datos de INETER 2006, se puede apreciar en la Figura 1, que desde octubre a diciembre de 2005 se acumuló una precipitación de 535.5 mm y de enero a Agosto de 2006 se acumuló una precipitación de 1531 mm. Las lluvias se extendieron hasta febrero de 2006 y solo en marzo la lluvia fue más escasa. Las precipitaciones aumentaron desde marzo hasta julio, decreciendo esta con el período de la canícula correspondiente del 15 de Julio al 15 de Agosto. En general se puede decir que el cultivo de la yuca no sufrió por deficiencia de agua.

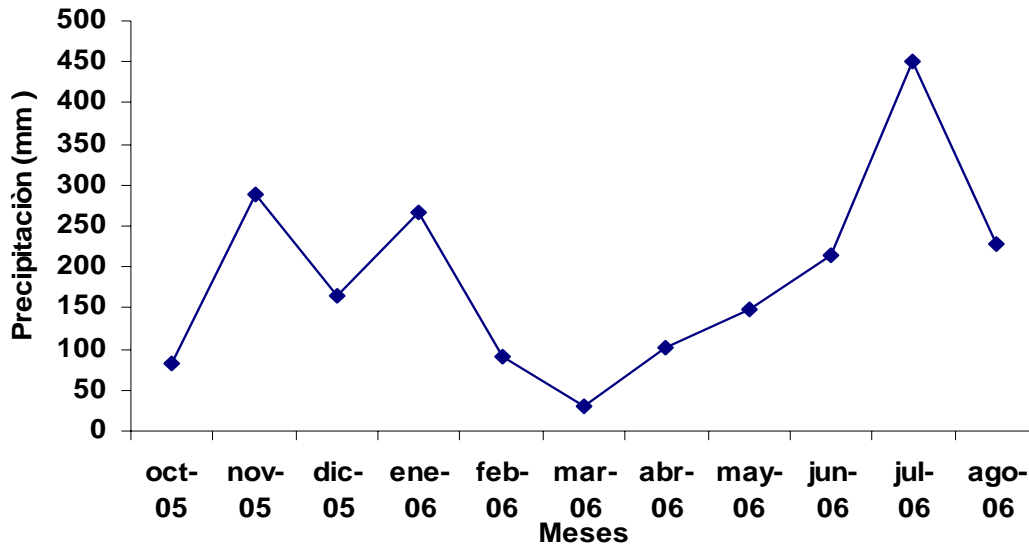


Figura. 1. Comportamiento mensual de la precipitación en el municipio de Nueva Guinea de octubre 2005 a agosto 2006, Nueva Guinea RAAS.

La Costa Caribe se encuentra limitada al sur y noroeste por la provincia volcánica terciaria, al oeste parcialmente por la plataforma paleozoica y mesozoica y al este por el mar Caribe. La región de tierra firme se caracteriza por terrenos bajos llanos y ondulados entre cortados pantanos y lagunetas.

La Costa Caribe está cubierta por una franja de sedimentos jóvenes del mioceno-pleistoceno que recubre parcialmente las formaciones volcánicas terciarias y sedimentarias del cretácico y terciario inferior, constituida por areniscas, lutitas y calizas que afloran en la región central se supone que la espesura de los sedimentos alcance algunas centenas de metros. Las capas superficiales del litoral están constituidas principalmente por arcilla y arena fina (Fenzelt, 1989).

Características generales del suelo

Estos suelos son clasificados como *Orthoxic Tropudults* del orden ultisoles, según *Acuña E., PhD. Efrain (1,990)*, estos suelos tienen un drenaje interno natural imperfecto a bien drenados, de profundos a muy profundos, en relieve de plano a muy escarpado. La fertilidad natural tiene valores de baja a media, con un contenido variable de aluminio. Se han desarrollado de rocas básicas, intermedias y ácidas, de

sedimentos aluviales, coluviales y fluviales. Estos suelos se localizan en las regiones norte y sur de la Costa Caribe, noroeste, central y sureste del territorio nicaragüense.

Morfológicamente los suelos presentan una textura superficial franco arcilloso y arcilloso, arcilloso a muy arcilloso en el subsuelo. De colores pálidos y café grisáceo oscuro a café amarillento claro en la superficie, en el subsuelo los colores varían de café oscuro a café rojizo oscuro, en algunos casos los colores en el subsuelo varían producto del hidromorfismo de gris parduzco claro a gris claro. El drenaje interno natural varía de imperfecto a bien drenados, en algunas áreas donde el drenaje natural es imperfecto el nivel freático en épocas lluviosas se mantiene entre los 40–50 cm de profundidad para bajar a más de un metro de profundidad en época seca.

El contenido de materia orgánica varía de alto a muy bajo, el pH varía de muy fuertemente ácido a medianamente ácido, el porcentaje de saturación de bases es de muy bajo a medio, la capacidad de intercambio catiónico es de bajo a medio, el porcentaje de aluminio intercambiable es de bajo a muy alto, el porcentaje de hierro libre es de alto a bajo y el porcentaje de fósforo asimilable es de bajo a medio (*Quintana, 1983*).

Uso potencial

De acuerdo a sus características edafoclimáticas, en tierras en pendientes con rangos <15%, son aptos para cultivos anuales como sorgo, maíz, hortalizas, algodón, frijoles, arroz, yuca; para cultivos semiperennes como caña de azúcar, banano, plátano, piña; para cultivos perennes como frutales, cítricos, palma africana, pastos y bosque; con sus respectivas prácticas de conservación y planes de manejo forestal. Los suelos con pendientes de hasta 30% son aptos para manejo silvopastoril, agroforestal y bosque, con sus prácticas y planes de manejo. Los suelos con pendientes de 30–50% son aptos para agroforestería y bosque, con prácticas y planes de manejo. Los suelos con pendientes mayores 50% son aptos para bosques de protección o conservación de la flora y la fauna. *TECNOPLAN S.A. (1978)*

Propiedades físicas del suelo

Las propiedades del suelo evaluadas en este estudio fueron densidad aparente, densidad real, porosidad total, capacidad de campo. Los procedimientos utilizados están documentados en el Manual de procedimientos analíticos (LABSA UNA, 2005).

En el caso de la densidad aparente se realizó un muestreo cada 10 cm hasta los 50 cm de profundidad por calicata incluyendo el testigo. Para el muestreo de campo se utilizó un cilindro de 100 cm³, y luego estas muestras fueron trasladadas al laboratorio de la Universidad Nacional Agraria para sus respectivos análisis gravimétricos. Donde se introdujeron al horno durante 24 horas a una temperatura de 105 °C. Se tomaron un total de 75 muestras con tres réplicas por profundidad y expresado en g/cm³.

Para el cálculo de la densidad aparente se utilizó la siguiente fórmula (*Sampat Gavande 1991*):

$$Da = \frac{ODW - RF - CW}{CV - (RF/PD)}$$

Donde:

Da = Densidad aparente (g/cm³) en estado de campo

ODW = peso seco al horno

RF = peso de los fragmentos de roca

CW = peso del cilindro vacío

CV = volumen del cilindro

PD = densidad de los fragmentos de roca

El análisis de la densidad real se realizó con el método del picnómetro el cual se pesa vacío, después se pesan 2 g de suelo, al suelo se le agrega agua hasta taparlo y que le quede una película sobre nadante, después se pone a hervir, se bota el lodo en un balde (nunca en el desagüe del laboratorio), el picnómetro se lava, se afora con agua hervida y se pesa.

Para este cálculo se utilizó la siguiente fórmula (*Sampat Gavande 1991*):

$$E = (B-A) / (A+C) - B+D)$$

Donde:

A= peso del picnómetro vacío

B= peso del picnómetro con suelo

C= peso del picnómetro con lodo

D= peso del picnómetro con agua limpia

E= densidad real del suelo

Para el cálculo del porcentaje de la porosidad total se aplicó la fórmula:

$$\%Pt = (1 - d_a/d_r) * 100$$

Donde:

%Pt = porcentaje de porosidad total

d_a = densidad aparente

d_r = densidad real

La capacidad de campo fue realizada utilizando el método de prensas Richard en laboratorio, aplicándose una presión de 1/3 de atmósfera. Las muestras fueron tomadas a las profundidades descritas anteriormente.

Para el cálculo de la capacidad de campo se utilizó la siguiente fórmula (*Sampat Gavande 1991*):

$$H_2O \% = \frac{(M_{(s+w)} - M_s)}{(M_s - M_c)} \times 100$$

Donde:

H₂O % = Porcentaje gravimétrico de contenido de agua

M_(s+w) = Peso del suelo + H₂O + lata

M_s = Peso del suelo + lata

M_c = Peso de la lata

3.2 Descripción del experimento

El diseño utilizado fue una distribución de bloques completos al azar (BCA) y tres repeticiones para cada uno de los 4 tratamientos. Los tratamientos en estudio se describen en la (Tabla 1), el testigo es el tratamiento de TA por ser el más utilizado

por los productores de la zona. El propósito primario del bloque es reducir, tanto como sea posible, la heterogeneidad entre parcelas dentro de cada bloque. Un bloque apropiado incrementa las diferencias entre bloques, mientras las parcelas dentro de cada bloque son más homogéneas entre sí. El minimizar la variabilidad aleatoria entre unidad experimental. Dentro de un mismo bloque y maximizar las diferencias entre bloques determine el efecto significativo de bloque, y esto es precisamente lo que permite reducir el error experimental.

Tabla. 1. Descripción de los tratamientos en estudio, Nueva Guinea 2006.

Tratamiento	Clave	Descripción
Subsoleo + Encamado	SE	Se realizaron dos pases de subsoleo y posteriormente se establecieron los camellones.
Grada + Encamado	GE	Se realizaron dos pases con una grada y posteriormente se realizaron los camellones.
Cero Labranza	CL	Se hizo un hueco en el suelo con azadón y luego se depositó el esqueje.
Tracción Animal	TA	Se le dio dos pases con arado egipcio luego el surcado previo a la siembra.



Subsoleo + Encamado, ver Foto 1.

Roturación del suelo rompiendo con el subsolador el segundo horizonte. El subsolador fue tirado por un tractor. Su estructura está formada por cinco picos que se profundizan a 40 cm. Se le pasó dos veces al terreno un pase vertical y uno horizontal posteriormente, después se levantan los camellones.

Foto1. Preparación de suelo con Tratamiento subsolado + Encamado, Nueva Guinea, 2006.



Grada + Encamado, ver Foto 2.

Preparación del terreno usando una rastra con dos grupos de discos de ocho discos cada grupo dándole dos pases uno vertical y otro horizontal, dejando bien pulverizado o mullido el suelo, posteriormente se levantó montículos o camellones con una encamadora de doble cama calibrada 1.20m

Foto2. Preparación de suelo con tratamiento grada + encamado, Nueva Guinea, 2006.



Cero Labranza, ver Foto 3.

Este tipo de labranza se realizó haciendo un hueco en el suelo con azadón y luego se depositó la estaca.

Foto 3. Preparación de suelo Con tratamiento cero labranza Nueva Guinea, 2006.



Tracción Animal, ver Foto 4.

Este tratamiento consistió en preparar el terreno solo con arado egipcio de punta, tirado por bueyes dándole dos pases al terreno uno de forma horizontal y otro de forma vertical, posteriormente se realizo el surcado

Foto 4. Preparación de suelo con tratamiento de tracción animal Nueva Guinea, 2006.

Tabla 2. Tamaño de las parcelas experimentales y parcela útil de los tratamientos en estudio. Nueva Guinea, 2006.

Área	m ²
Parcela útil	38.40
Parcela experimental	240.00
Área de los bloques	960.00
Área total del experimento	2880.00

3.2.1 Variables de suelo

Densidad aparente

La densidad aparente del suelo es la relación entre la masa secada al horno de las partículas de suelo y el volumen total incluyendo el espacio poroso que ocupan. La densidad aparente es afectada por la estructura del suelo, es decir por su grado de compactación, así como por características de expansión que dependen a su vez del grado de humedad (Forsythe, 1980).

Para el análisis de densidad aparente se utilizó método del cilindro de volumen conocido, en cada parcela se hizo una calicata de 60 cm de profundidad en una de sus caras se colocó un cilindro de volumen conocido (100 cm³), se tomaron tres muestras a la misma altura de 10 cm por 5 repeticiones hacia abajo, tomando 15 muestras de cada calicata. En el laboratorio se limpiaron y se introdujeron al horno durante 24 horas a una temperatura de 105 °C. De las mismas muestras de suelo se hicieron los análisis de densidad real.

Tabla 3. Clasificación de la densidad aparente.

g/cm ³	Clasificación
< 1.0	Muy baja
1.0 - 1.2	Baja
1.2 – 1.45	Mediana
1.45 – 1.60	Alto
< 1.60	Muy alto

P. Cairo, 1995.

Densidad real

Constituye la fase sólida del suelo y es la relación entre la masa del suelo y la masa de igual volumen de agua. El valor de peso específico depende de la naturaleza de los minerales y de la cantidad de materia orgánica y al igual que la densidad aparente se expresa en g/cm^3 .

Tabla 4. Clasificación de la densidad real

Peso específico g/cm^3	Clasificación
< 2.40	Bajo
2.40 - 2.60	Mediano
2.60 - 2.80	Alto
> 2.80	Muy alto

P. Cairo, 1995.

Porosidad total

Se define como estructura pobre a un arreglo de los agregados con un espacio poroso total pequeño (40% solamente) y una estructura con poros pequeños que no drenan bien de manera que no únicamente una pequeña porción está ocupada por aire del volumen del suelo. Además, las estructuras pobres que interfieren con el crecimiento de las raíces son del tamaño de las arenas finas o limo que ocasiona una compactación del suelo.

La porosidad está formada por la suma de los porcentajes de poros de diferentes tamaños que actúan de la manera siguiente: los poros grandes sirven para aireación e infiltración. Los poros medianos para la conducción de agua y los poros pequeños para el almacenamiento de agua disponible para la planta.

La densidad aparente y la porosidad son propiedades resultantes de la textura, estructura y de la actividad biológica. Así como cuanto más gruesos son los elementos de la textura y exista mayor granulos en el suelo, habrá menor densidad aparente y mayor porosidad, influyendo la materia orgánica de la misma manera y comportamiento de las mismas (Cairo, 1986).

Tabla 5. Clasificación de la porosidad total.

%	Clasificación
< 40	Muy baja
40 – 45	Baja
45 – 55	Mediana
55 – 65	Alta
> 65	Muy alta

P. Cairo, 1995.

Capacidad de campo

La capacidad de campo se define como la capacidad de agua que un suelo retiene contra la gravedad cuando se le deja drenar libremente. En un suelo bien drenado, por lo general se llega a este punto aproximadamente 48 horas después de irrigar.

Tabla 6. Clasificación de la capacidad de campo

%	Clasificación
< 20	Baja
20 – 40	Mediana
40 – 55	Alta
> 55	Muy alta

P. Cairo, 1995.

3.2.2 Variables de crecimiento

Altura de la planta (cm)

La altura de la planta se evaluó cada mes, iniciando a los 90 días y continuando hasta los 300 días después de la siembra de los esquejes. Se utilizó como instrumento una cinta métrica metálica de 5 m de longitud, haciendo una medición de la base de la planta sobre la superficie del suelo hasta la última yema terminal. Se tomaron 10 plantas de la parcela útil las cuáles fueron previamente marcadas con cinta plástica.

Diámetro del tallo (mm)

El diámetro del tallo se midió mensualmente a partir de los 90 días hasta los 300 días después de la siembra. Fue medido a una altura de 5 cm sobre la superficie del

suelo. Se utilizó el instrumento Vernier. Se tomaron 10 plantas de la parcela útil las cuáles fueron previamente marcadas con cinta plástica.

Peso fresco de biomasa de plantas (kg/ha)

Se cosecharon todas las plantas de la parcela útil (38.4 m²) y se separaron las raíces reservantes de la planta. Toda la planta incluyendo el tallo, ramas y hojas de las 10 plantas inmediatamente después de la cosecha se pesaron en su conjunto y el peso fue expresado en peso fresco (kg).

3.2.3 Variables de Rendimiento

Número de raíces por planta

Al momento de la cosecha se realizó el conteo de raíces de diez plantas previamente marcadas y etiquetadas pertenecientes a la parcela útil en donde se clasificaron raíces comerciales y no comerciales.

Número de raíces exportables por planta

Al momento de la cosecha se realizó el conteo de raíces de diez plantas previamente marcadas y etiquetadas pertenecientes a la parcela útil en donde se clasificaron raíces exportables y no exportables.

Longitud de las raíces exportables (cm.)

Después de contar el número de raíces exportables, se midió el largo de las raíces comerciales con una cinta métrica en centímetros lo que permitió obtener un promedio de la longitud por raíz de cada repetición y tratamiento.

Diámetro de las raíces exportables (mm)

Después de contar el número de raíces exportables se midieron las raíces por la parte central, permitiendo obtener el diámetro promedio de las raíces exportables por repetición y tratamiento.

Peso de raíces exportables (g)

Se pesaron por separado cada una de las raíces exportables provenientes de cada una de las diez plantas cosechadas de la parcela útil. Se sumaron todos los pesos de

las raíces de cada planta de yuca y se obtuvo el promedio. Se utilizó una balanza digital con capacidad de 5 kg.

Rendimiento de las raíces exportables (kg/ha)

Después de la cosecha se procedió a separar las raíces de la planta y se clasificaron las raíces exportables de las no exportables y se pesaron por separado.

Rendimiento de las raíces no exportables (kg/ha)

Después de la cosecha se procedió a separar las raíces de la planta y se clasificaron las raíces exportables de las no exportables y se pesaron por separado.

Rendimiento de las raíces exportables y no exportables o totales (kg/ha)

Se obtuvo de la suma total del peso de las raíces exportables y no exportables de cada una de las parcelas útiles del experimento. Las raíces no exportables son comercializadas en el mercado local de Nicaragua. En este peso total no se incluyen raíces pequeñas que se dejan en el campo pero que pueden ser utilizadas para alimento animal.

3.3 Manejo agronómico del cultivo de la yuca

La yuca como cualquier otro cultivo, requiere una buena preparación del suelo que varía según el clima, el tipo de suelo, la vegetación, la topografía y el grado de mecanización que recibe el cultivo y otras prácticas agronómicas. Una preparación adecuada de suelo garantiza una cama propicia para la semilla y en consecuencia se consiguen altos niveles de germinación y de producción (*Cuadra y Rodríguez, 1983*).

En Nueva Guinea, el productor tradicional siembra 82 cm entre surcos. En cambio la Empresa de Desarrollo Agrícola Sociedad Anónima (DAISA) la preparación del terreno junto con las distancias de siembra, buscando cumplir las normas de calidad han dependido del mercado que posee. En su longitud, diámetro, forma y peso de cada raíz por lo que se está trabajando a una distancia de 1.20 m entre surcos y 0.80 m entre plantas, las estacas fueron seleccionadas de plantas maduras y sanas o sea plantas de 11 a 12 meses de edad con 20 cm de largo de modo que cada esqueje

tuviera entre 3 y 5 yemas. Con estas características se obtiene una densidad poblacional de 10,375 plantas por hectárea.

La siembra se realizó de forma manual a una distancia entre plantas de 0.80 m y distancia entre surcos de 1.20 m. La estaca se depositó en forma horizontal en el hueco realizado con el azadón y posteriormente fueron desinfectadas con el fungicida oxiclورو de cobre aplicado con bomba de mochila directamente a la estaca (Foto 7).

Durante el ciclo del cultivo se realizaron tres fertilizaciones al suelo aplicando en cada fertilización un total de 113.6 kg/ha. A los primeros 30 días se utilizó la fórmula 18-46-00, a los 90 días se fertilizó con la fórmula 15-15-15 y finalmente a los 120 días se utilizó la fórmula 00-00-60. En total se aplicaron 37.4 kg de N, 69.5 kg P, 85 kg de K.

En cuanto al manejo de las arvences durante el ciclo del cultivo, se siguieron las recomendaciones de la Empresa DAISA donde después de la siembra recomienda una aplicación pre emergente. Garantizando que el suelo esté libre de arvences por 60 días que es el momento crítico del cultivo. Posteriormente, se le hace una aplicación con el herbicida- fosfónico (*Glufosinate Ammonium*) que penetra por las hojas de las arvences. Este herbicida actúa interfiriendo la acción de la enzima *glutamina-sintetiza*, la cual cataliza la síntesis del aminoácido glutamina. Además se aumentan en forma anormal los niveles de amonio y las células mueren intoxicadas; la fotosíntesis se transforma y la arvenca muere.

En cuanto a protección vegetal se dio seguimiento durante el ciclo del cultivo y hasta en el momento de su cosecha, y no se presentaron plagas y enfermedades, por lo tanto no hay afectación fitosanitaria que reduzca los rendimientos.

3.4 Análisis estadístico

Se utilizó un análisis de varianza (ANDEVA) con una distribución de Bloques Completos al Azar (BCA) divididos en cinco profundidades a un nivel de 5% de margen de error la técnica de separación de medias utilizada fisher. El paquete estadístico utilizado fue proc GLM, SAS Institute Cary North Carolina, USA, 2007. Para un total de 60 observaciones de variables de suelo y 120 observaciones para mediciones de campo en variables de crecimiento, datos de campo distribuidos en tres réplicas, cuatro tratamientos y trece variables. Las variables a medir en el suelo fueron: densidad aparente, densidad real, porosidad total, y capacidad de campo.

Variabes agronómicas: altura de planta, diámetro de tallo, peso fresco de biomasa, peso de raíz comercial, longitud de raíz comercial, diámetro de raíz comercial, rendimiento de raíces exportables, rendimiento de raíces no comerciales, rendimiento de raíces totales.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Uso de implementos agrícolas y su efecto sobre las propiedades físicas del suelo, Nueva Guinea. RAAS 2006.

4.1.1 Densidad aparente

La densidad aparente del suelo, es la relación entre la masa secada al horno de las partículas de suelo y el volumen total, incluyendo el espacio poroso que ocupan. Forsythe, (1980). Según la clasificación hecha por Cairo (1995), para los suelos del trópico, la densidad aparente se considera baja cuando es $<1.0 \text{ g/cm}^3$ y alta cuando es $> 1.60 \text{ g/cm}^3$ (Tabla 14). Los sistemas de labranza afectaron significativamente la densidad aparente del suelo ($\text{Pr} < F = <.0001$), presentándose el mas alto valor en el tratamiento testigo (0.99 g/cm^3), seguido por labranza de grada mas encamado con 0.95 g/cm^3 . Siendo los menos afectados TA y SE con 0.87 y 0.89 g/cm^3 (Tabla 8). Estas también afectaron la densidad de los suelos en las diferentes profundidades ($\text{Pr} < F = <.0001$), mostrándose valores menores de densidad aparente entre los 20 y 30 cm de profundidad (0.89 y 0.87 g/cm^3 respectivamente), y se observó los mayores valores en los primeros 10 cm de superficie y en la zona de mayor profundidad mayor a los 40 cm, con valores de 0.95 y 0.97 g/cm^3 respectivamente.

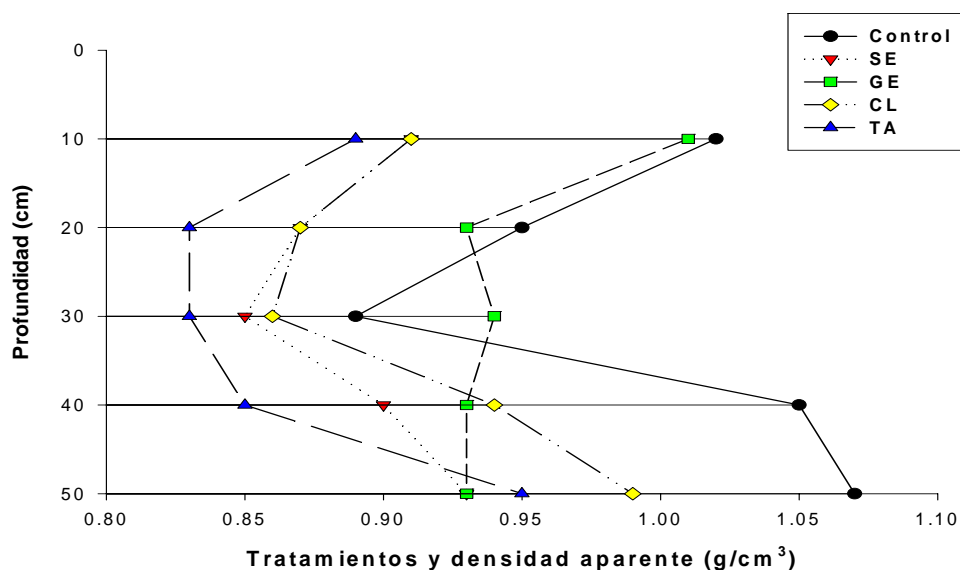


Figura 2. Efecto de los sistemas de labranza sobre la densidad aparente (g/cm^3), el cual afectó significativamente el nivel de tratamiento y profundidad ($\text{Pr} > F = <.0001$),

con una disminución significativas decreciente en los tratamientos Tracción animal, Cero labranza y el Control ($P_{>F} = 0.0071, 0.0045$ y $<.0001$ respectivamente). Nueva Guinea, 2006.

En los resultados de suelo de los cuatro sistemas de labranza estudiados la desviación estándar fue 0.051, promedio de 0.917 g/cm^3 , una media de 0.906 g/cm^3 y una varianza de 0. En los cuatro tratamientos de labranza estudiados no afectaron la densidad aparente del suelo, con valores que están por debajo de lo establecido en la clasificación de Cairo (1995) para suelos del trópico

El sitio donde se establecieron los ensayos fueron previamente atizados con pasturas, y por primera vez utilizadas para agricultura. TA no altera o afecta la estructura, agregados y porosidad del suelo, parámetros que están muy estrechamente relacionados con la densidad aparente. El sistema de manejo CL fue el que presentó mayor densidad aparente. Este fenómeno puede estar relacionado por un lado, al efecto que el pastoreo pudo realizar en años anteriores, también por la capacidad natural que tienen las arcillas de agregar y finalmente por la poca acumulación de materia orgánica.

4.1.2 Densidad real

Constituye la fase sólida del suelo y es la relación entre la masa del suelo y la masa de igual volumen de agua. El valor de peso específico depende de la naturaleza de los minerales y de la cantidad de materia orgánica y al igual que la densidad aparente se expresa en g/cm^3 . Los suelos con densidad real de 2.68 g/cm^3 son suelos representativos de minerales como los silicatos y cuarzo, niveles normales de materia orgánica Cairo (1995). El mismo autor, también establece que valores menores a 2.40 g/cm^3 es bajo y valores mayores a 2.80 g/cm^3 es considerado alto. (Ver anexo tabla 4)

El promedio de los resultados obtenidos fue de 2.22 g/cm^3 , encontrándose dentro de los valores bajo de la clasificación, con una media de 2.15 g/cm^3 y una desviación estándar de 0.17, varianza de 0.01. Los valores encontrados se consideran de esta manera por debajo de lo establecido por Cairo. También esta variable no fue

afectada estadísticamente por los tratamientos de labranza en estudio (ver anexo tabla 10) Los resultados se pueden observar en la (Figura 3).

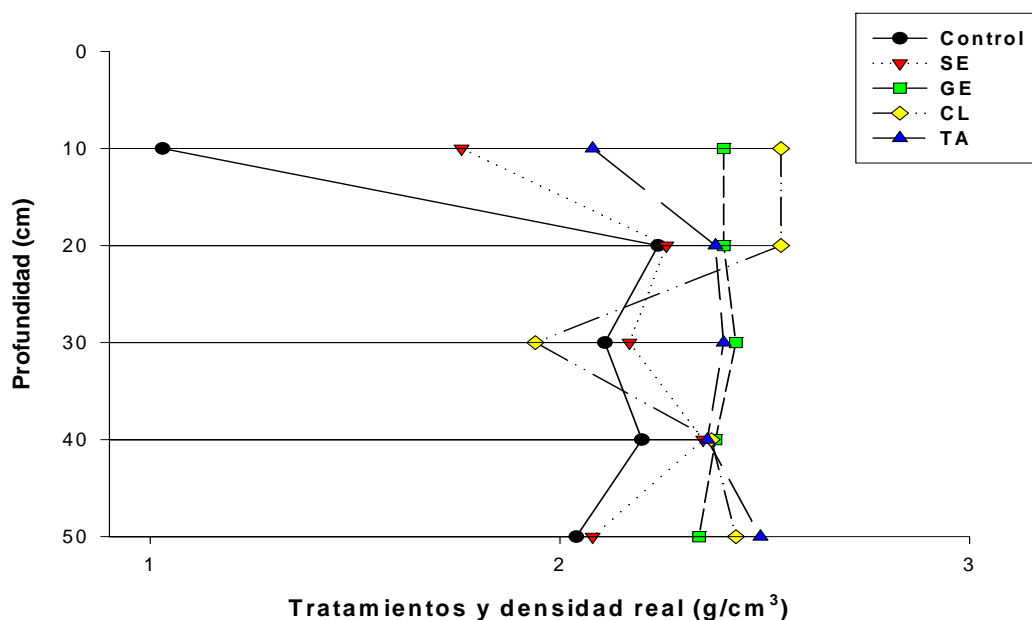


Figura 3. Efecto de los sistemas de labranza sobre la densidad real del suelo, Nueva Guinea, 2006.

4.1.3. Porosidad total (%)

Se define como estructura pobre a un arreglo de los agregados con un espacio poroso total pequeño (40% solamente) y una estructura con poros pequeños que no drenan bien de manera que no únicamente una pequeña porción esta ocupada por aire 25 del volumen del suelo. Además, las estructuras pobres que interfieren con el crecimiento de las raíces son del tamaño de las arenas finas o limo que ocasiona una compactación del suelo. La porosidad esta formada por la suma de los porcentajes de poros de diferentes tamaños, que actúan de la manera siguiente: los poros grandes sirven para aireación e infiltración, los poros medianos para la conducción de agua y los poros pequeños para el almacenamiento de agua disponible para la planta, (Sampat y Gavande, 1991).

Este parámetro se puede considerar dentro de la clasificación de (Cairo, 1995) como alta, ya que se encontraron valores promedio de 59.4 %de poros totales, valores

medio de 58.9 % de poros totales desviación estándar de 1.60, comparado con la clasificación de Cairo, este considera alta.

La porosidad con valores > 65% y baja cuando es < de 40%, (ver anexo tabla 12). Esto se puede ratificar con los valores bajos de densidad aparente, cabe señalar también que un año es poco para poder notar los efectos que sobre las propiedades físicas del suelo pueden ejercer los cuatro sistemas de labranza en estudio (Figura 4).

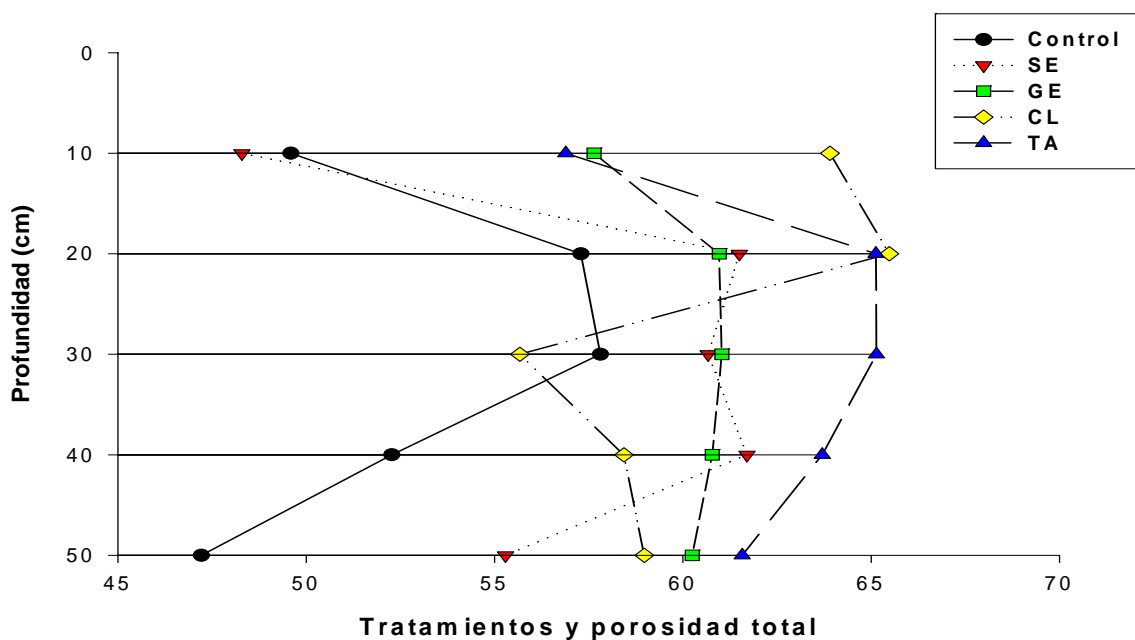


Figura 4. Efecto de los sistemas de labranza sobre la porosidad total del suelo, Nueva Guinea, 2006.

La porosidad total fue afectada significativamente tanto a nivel de tratamiento como de profundidad ($P_{r>F} < .0001$ y $< .0001$ respectivamente), con un aumento de porosidad a los 20 y 30 cm y reducción entre 40 y 50 cm de forma general, presentándose mayor porosidad en el tratamiento de TA y el GE.

El sistema de labranza que mejor porosidad del suelo obtuvo fue TA, y el sistema que menos influyó en la porosidad fue el testigo ya que este no fue roturado, cabe mencionar que todos los tratamientos sus valores están por encima de la

clasificación hecha por Cairo (1995) que es de 40% considerado como bajo. (Ver anexo Tabla 11,12)

4.1.4. Capacidad de campo (%)

La capacidad de campo es la capacidad de agua que un suelo retiene contra la gravedad cuando se le deja drenar libremente. En un suelo bien drenado, por lo general se llega a este punto aproximadamente 48 horas después de irrigar.

El promedio de los cuatro tratamientos es 43.48, una media 53.75%, con una desviación estándar 1.02 y una varianza de 19.05, según (Cairo 1995), se clasifican los suelos menores de 20% se considera baja y mayores de 55% es considerada como muy alta. En los resultados obtenidos en promedio se puede considerar como alta. (Ver anexo Tabla 13 y 14).

El sistema de labranza que menos capacidad de almacenamiento de agua tuvo fue GE, y el que mayor capacidad tiene de almacenamiento es el SE, esto se debe a la profundización del cincel a 40 cm de profundidad del suelo seguido por TA y CL. (Figura 5)

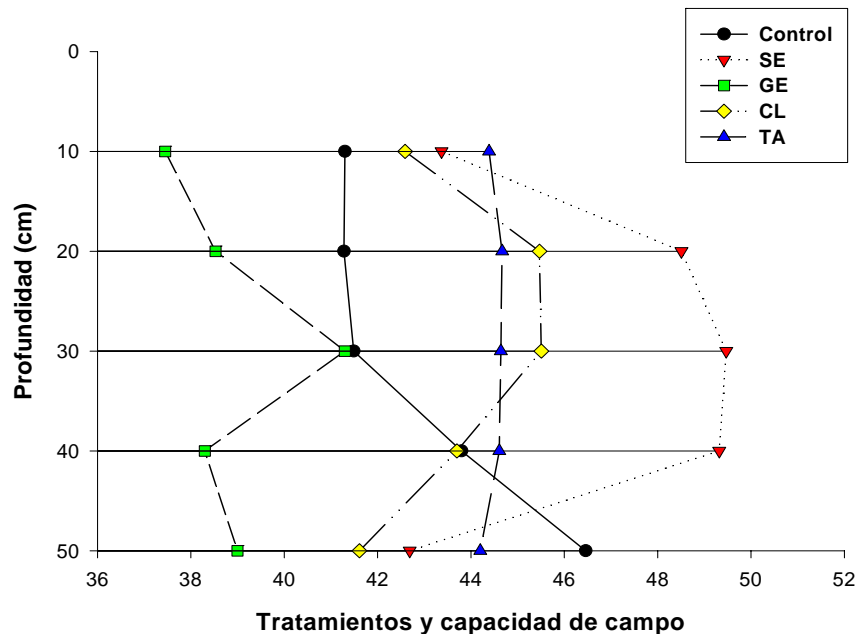


Figura 5. Efecto de los sistemas de labranza sobre la capacidad de campo del suelo, Nueva Guinea, 2006.

4.2 Efecto de diferentes formas de preparación del suelo sobre el Crecimiento del cultivo de la yuca Algodón.

4.2.1 Altura de la planta (cm)

La yuca es un arbusto de tamaño variable de 1 a 5 metros de altura, agrupándose los cultivares en bajos cuando la altura es menor de 1.5 metros, intermedios entre 1.5 y 2.5 metros y altos cuando la altura es mayor de 2.5 metros (*Montaldo, 1991*).

Durante el ciclo del cultivo solamente a la primera medición o sea a los 90 días de establecido el experimento no se presentó diferencia estadística significativa ($P=0.7052$) entre los tratamientos en estudio. Desde los 90 hasta los 300 días, en el tratamiento donde el suelo se manejó bajo CL presentó los valores más altos de altura con 250.5 cm seguido por el tratamiento manejado cuando el suelo fue preparado con TA con 244.5 cm y GE con 239.6 cm siendo estos 3 tratamientos estadísticamente iguales (Tabla 15). Las plantas de yuca que significativamente ($P=0.0237$) presentaron menores alturas en comparación con los otros 3 tratamientos fue el subsolado y encamado (SE) con 215.1cm al finalizar el experimento a los 300 días.

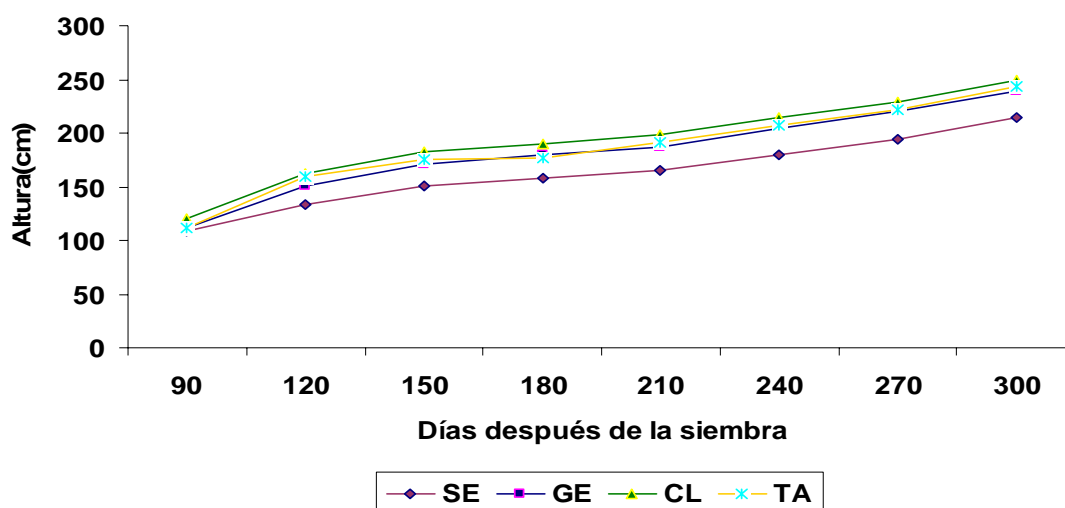


Figura 6. Comportamiento de la altura (cm.) de las plantas de yuca bajo diferentes formas de preparación del suelo desde los 90 hasta los 300 días.

El suelo que se maneja bajo labranza cero es menos compactado, esto le permite poseer poros más grandes y darle un mejor drenaje al suelo. Un suelo con mayor microporos retiene mayor cantidad de agua y esta es absorbida por la planta en

época de menor precipitación. En Nueva Guinea donde se presenta una menor precipitación en los meses de febrero a mayo de cada año, lo que una mala preparación del suelo puede expresarse en déficit de agua o stress hídrico para la planta y por lo tanto afectar el buen crecimiento de la planta. Según los resultados obtenidos, el suelo bajo CL amortiguó los efectos de este período seco expresándose en una mayor altura de las plantas de yuca.

4.2.2 Diámetro del tallo (mm)

El grosor del tallo de las plantas de yuca, muchas veces se ha asociado directamente con un alto rendimiento de raíces reservantes (*Montaldo, 1991*). Un tallo con menos de 2 cm se puede considerar delgado, entre 2 y 4 cm se considera intermedio y mayor de 4 cm se considera grueso según (*Montaldo, 1991*).

Desde los 90 hasta los 300 días, el diámetro de las plantas de yuca en los 4 tratamientos fue estadísticamente igual a excepción del diámetro a los 270 días donde el tratamiento SE estadísticamente ($P= 0.0400$) presentó los menores valores de diámetro del tallo con 22.7 mm.

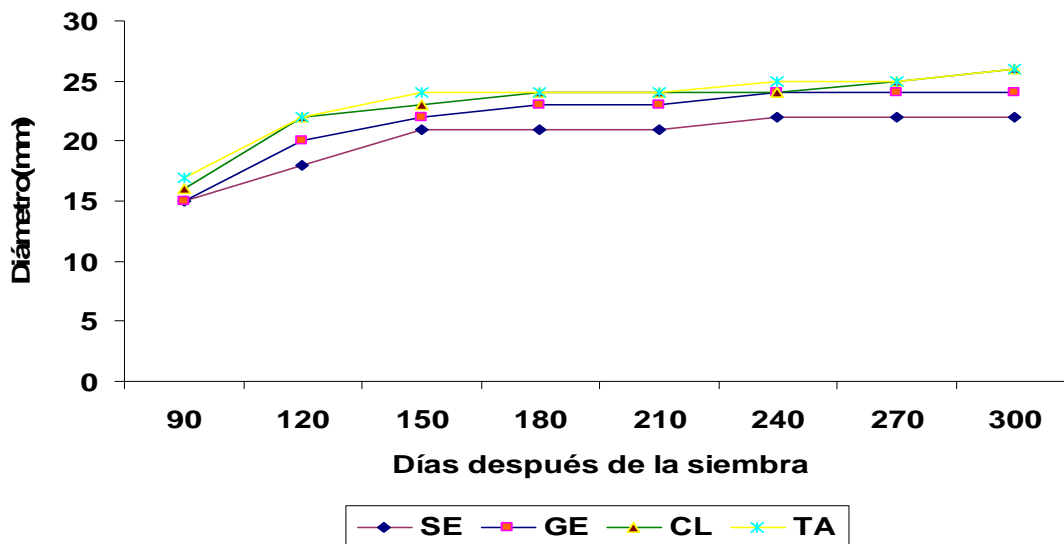


Figura 7. Comportamiento del diámetro (mm) de las plantas de yuca bajo diferentes formas de preparación del suelo desde los 90 hasta los 300 días.

Al igual que la altura, el diámetro de las plantas de yuca en suelo con SE a lo largo del estudio presentó los menores valores de diámetro de las plantas con 22.9 mm,

seguido del suelo preparado con GE con 24.4 mm. El suelo bajo CL y preparado con TA presentaron igual diámetro del tallo con 26.4 mm respectivamente (tabla 16). Aunque se puede observar que los mayores valores de diámetro desde los 90 hasta los 270 días se presentaron en el suelo manejado con TA y fue hasta los 300 días que el diámetro para CL y TA fueron iguales. (Ver anexo Tabla 16).

4.2.3 Peso fresco de la planta

La estaca de yuca plantada en el suelo normalmente posee entre 3 y 5 yemas lo que le permite emitir varios tallos. Cada tallo puede ramificarse a cierta altura del suelo y puede tener de 1 a 3 ramificaciones. La altura de ramificación es un carácter importante desde el punto de vista de labores agronómicas del cultivo durante los primeros 4 meses por lo que se prefieren las variedades de ramificación alta (Montaldo, 1991). El número de ramificaciones se reduce con bajos niveles de fertilidad del suelo y temperaturas bajas durante el ciclo del cultivo (CIAT, 1987).

El tamaño de la hoja se reduce por falta de agua (Connor y Cock, 1981) y con presencia de bajas temperaturas (Irikura *et al.*, 1979) y también en suelos con baja fertilidad (CIAT, 1987). La longevidad de las hojas es de 60 a 120 días y muchas veces la longevidad de la hoja es reducida por la sombra, cayéndose cuando son sometidas a días de oscuridad (Rosas *et al.*, 1976). Cuando las temperaturas son altas y acompañados de días largos como en el caso de Nicaragua, se obtienen índices de área foliar (IAF) altos lo que aumenta el peso fresco de la planta a la hora de su medición (Keating, 1981).

El conjunto de los tallos, ramificación y el IAF por parcela útil resulta el peso fresco de la planta de yuca. El análisis estadístico realizado para esta variable nos dice que el peso fresco de las plantas de yuca en GE con 18,046.88 kg/ha, CL con 20,990.36 kg/ha y con TA con 22,977.34 kg/ha fueron estadísticamente iguales ($P= 0.0059$). El suelo donde se realizó SE presentó los valores menores de peso fresco con 14,546.88 kg/ha (Figura 8).

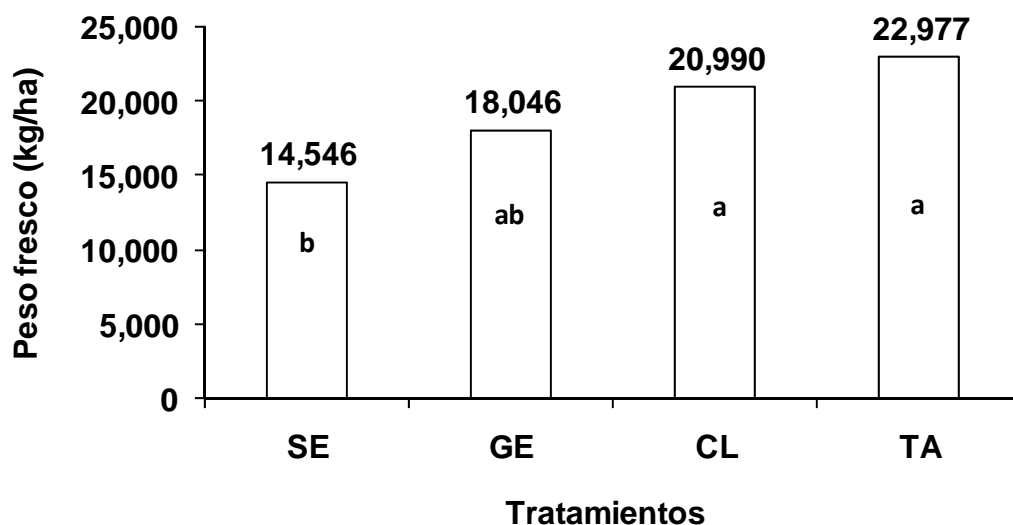


Figura 8. Peso fresco de follaje y tallos de las plantas de yuca (kg/ha) al momento de la cosecha, Nueva Guinea, 2006.

4.3 Efecto de diferentes formas de preparación de suelo sobre los componentes de rendimiento y calidad de las raíces de yuca.

4.3.1 Número de raíces totales por planta

Los principales órganos de almacenamiento en yuca son las raíces. Bajo el suelo se pueden encontrar raíces fibrosas y es hasta después de los 6 meses que se pueden apreciar que algunas raíces fibrosas engrosan para convertirse en las raíces reservantes, almacenando gránulos de almidón en el parénquima del xilema.

El número de raíces que eventualmente engrosarán se determina en los primeros 3 meses y este es el resultado del exceso acumulamiento de carbohidratos en la parte aérea de la planta (Cock *et al.*, 1979).

En el presente experimento no se encontró diferencias significativas entre los 4 tratamientos en estudio ($P= 0.1204$). El suelo manejado con TA presentó los mayores valores en cuanto al número de raíces totales por planta con 6.1 seguido de cero labranza con 5.9 raíces y GE con 5.8 raíces por planta. Los menores valores fueron encontrados con SE con 4.8 raíces por planta (Figura 9).

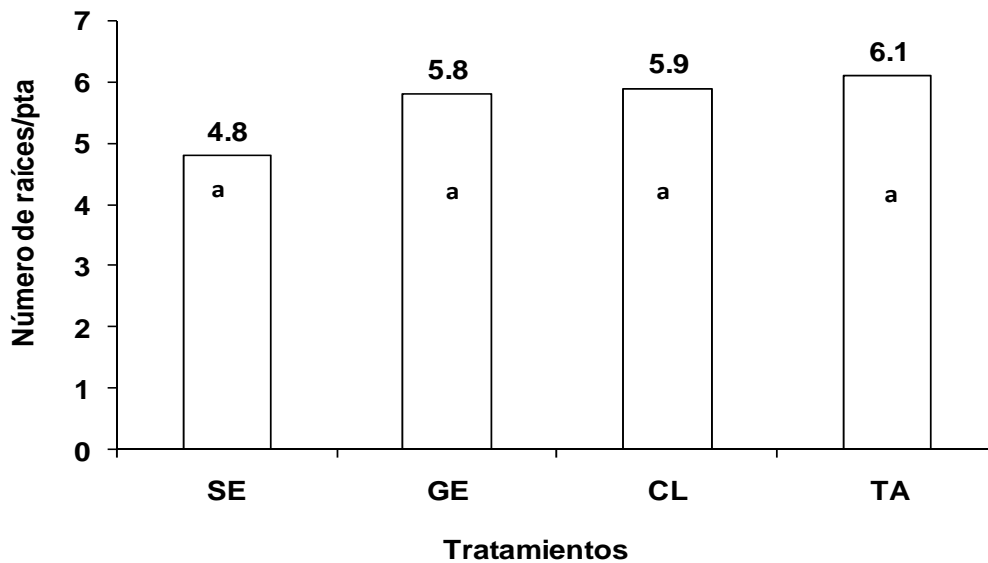


Figura 9. Número de raíces totales por planta en el cultivo de la yuca variedad Algodón, Nueva Guinea 2006.

Según Chavarría (2003), en la época de primera de Nueva Guinea, el número promedio de raíces totales en la variedad algodón fue de 3.08 raíces totales por planta representando valores menores que los encontrados en este estudio.

4.3.2 Número de raíces exportables por planta

El número de raíces reservantes de yuca por planta va de 3 hasta 10 raíces. Según su destino algunos productores las clasifican como raíces domésticas cuando tienen más de 20 cm de largo y 5 cm de diámetro, las no domésticas no cumplen con los requisitos anteriores.

Según Chavarría (2003) en la época de primera de Nueva Guinea, la variedad Algodón presenta un promedio de raíces exportables con 2.84, éste se encuentra por debajo de los resultados obtenidos con 3.8 para el suelo manejado bajo CL, de 3.4 en el suelo manejado con TA, de 3.2 en el suelo con GE y de 2.8 en el suelo manejado con SE (Figura 10).

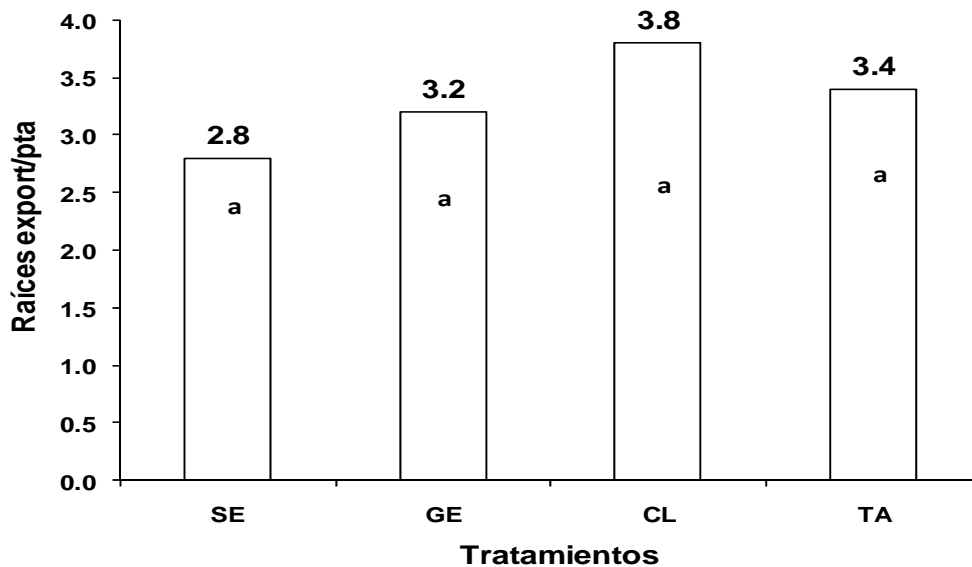


Figura 10. Número promedio de raíces exportables en el cultivo de la yuca variedad Algodón, Nueva Guinea 2006.

En el presente estudio no se encontró diferencia estadística significativa ($P= 0.1742$) entre los 4 tratamientos en estudio en cuanto al número de raíces exportables por planta. El tratamiento con CL fue el que presentó el mayor número de raíces exportables por planta con 3.8, seguido de TA con 3.4 raíces y grada más encamado con 3.2 raíces. El tratamiento que presentó menor número de raíces exportables fue el suelo manejado con SE con 2.8 raíces por planta (Tabla 15).

4.3.3. Longitud de las raíces exportables (cm)

El engrosamiento de las raíces reservantes empieza después de los primeros seis meses. A partir de entonces se va acelerando con el paso del tiempo y dura aproximadamente 5 meses (INTA, 2004).

Con respecto a la variable longitud de las raíces exportables, no se encontró diferencia estadística significativa entre los 4 tratamientos en estudio ($P= 0.7595$). El suelo donde se realizó SE presentó raíces con mayor longitud con 34.52 cm y las raíces más cortas se presentaron en el suelo con GE con 33.14 cm. La diferencia entre las raíces más largas y más cortas de los diferentes tratamientos fue de 1.38 cm. (Figura 11).

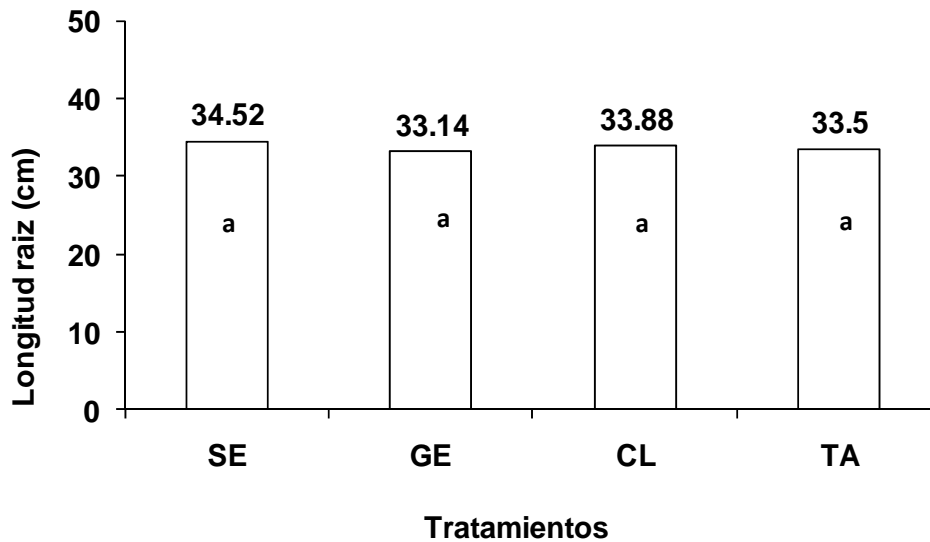


Figura 11. Comportamiento de la longitud (cm) de las raíces exportables por planta en el cultivo de la yuca variedad Algodón, Nueva Guinea 2006.

4.3.4. Diámetro de las raíces exportables (cm.)

Las raíces deben tener un diámetro de 4 cm. como mínimo y un máximo de 6 cm. para raíces de exportación (NCR 1989). Con respecto a la variable diámetro de las raíces reservantes, no se encontró diferencia estadística significativa ($P= 0.6967$) entre los 4 tratamientos estudiados. El mayor diámetro lo presentó el suelo manejado bajo CL con 6.14 cm y el menor diámetro lo presentó el tratamiento con SE con 5.84 cm La diferencia entre el mayor y el menor diámetro fue de 0.3 cm, o sea muy insignificativo (Figura 12).

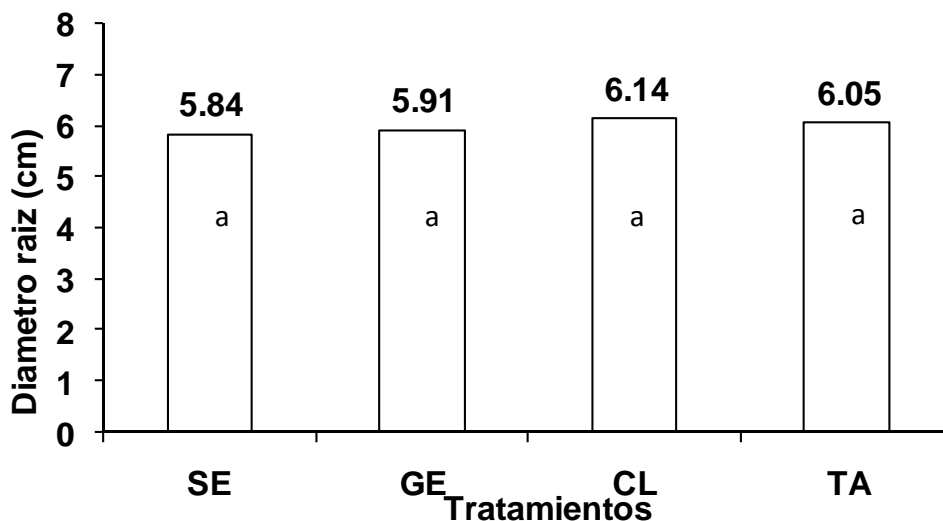


Figura 12. Diámetro promedio de raíces exportables en el cultivo de yuca variedad Algodón, Nueva Guinea 2006.

4.3.5 Peso de raíces exportables (g)

Las raíces de yuca apropiadas para la exportación deben tener un peso entre 300 y 900 gramos (NCR 1989).

En el presente experimento, se puede apreciar que no hubo diferencia estadística significativa ($P= 0.2749$) entre los 4 tratamientos en estudio. Se destaca el suelo cuando se manejó con CL con los mayores valores de peso de raíces exportables con 732.44 g y el suelo manejado con SE con los menores valores de peso con 631.33 g por raíz exportable. La diferencia entre el peso de la raíces más grandes y más pequeñas fue de 101 g de peso (Figura 13).

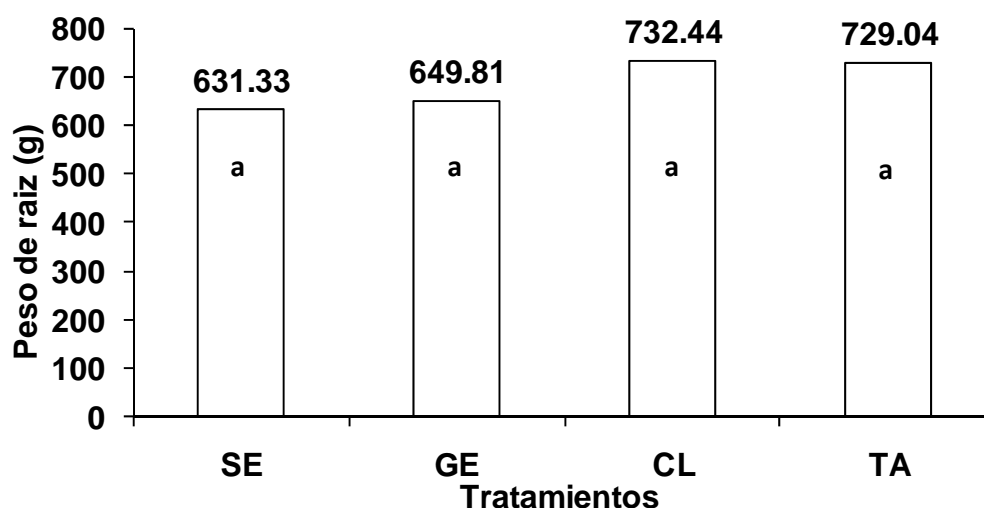


Figura 13. Peso promedio de raíces exportables en el cultivo de la yuca variedad Algodón, Nueva Guinea 2006.

4.3.6 Rendimiento de raíces exportables (kg/ha)

Las raíces que poseen la longitud, diámetro y peso adecuados según las normas de exportación son separadas de las que no reúnen estos parámetros, luego son parafinadas y enviadas a los diferentes países centroamericanos, Puerto Rico y Estados Unidos. En algunos casos estas raíces son vendidas en los supermercados nacionales a un precio por arriba de las no parafinadas.

En un estudio realizado por Chavarría (2003), en época de primera en Nueva Guinea, encontró que la variedad de mejor rendimiento comercial fue la variedad

Algodón con 17.73 ton/ha. Los resultados encontrados en este estudio en las 4 formas de preparar el suelo, superaron los rendimientos encontrados por Chavarría 2003. Según CENAGRO III (2001) de 17,142 hectárea cultivadas a Nivel Nacional el 70% se siembra en el municipio de Nueva Guinea, y el 30% en las Zonas de Masaya y León principalmente. Obteniendo rendimiento promedio de 6.82 TM/ha.

En el análisis realizado para el rendimiento de raíces exportables, no se encontró diferencia estadística significativa entre el rendimiento de los 4 tratamientos en estudio ($P= 0.6094$). El suelo que presentó mayor rendimiento de raíces exportables fue cuando se manejó bajo CL con 22,529 kg/ha, seguido del suelo con TA con 22,086 kg/ha y el tratamiento que tuvo menor rendimiento fue cuando se realizó GE con 19,130 kg/ha.

La diferencia entre el tratamiento con mayor y menor rendimiento fue de 3,399 kg/ha (Figura 14).

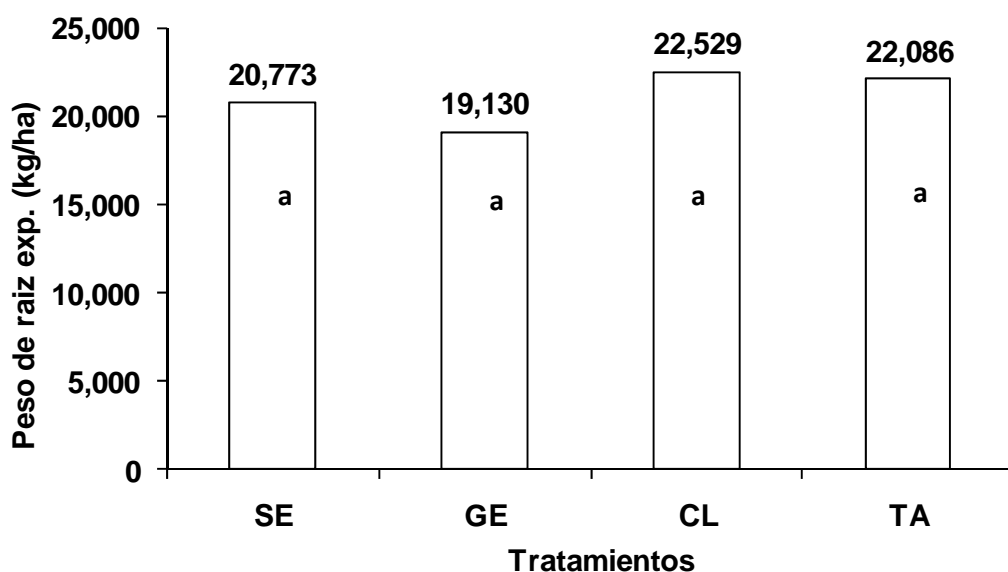


Figura 14. Peso total de raíces exportables (kg/ha) en el cultivo de la yuca variedad Algodón, Nueva Guinea 2006.

4.3.7 Rendimiento de raíces no exportables (kg/ha)

Las raíces que no poseen la longitud, diámetro y peso según las normas de exportación son destinadas al mercado local. La relación entre raíces exportables es entre un 72 a un 77% del total de la producción y entre un 28 a un 23% de la raíces no exportables. El tratamiento que presentó mayor relación de raíces exportables fue el suelo con SE con 77% y TA con 76%. Los menores porcentajes fueron encontrados con GE con 72% y CL con 73%.

En el análisis estadístico realizado para la variable rendimiento de raíces no exportables no se encontró diferencia estadística significativa ($P= 0.6701$) entre los 4 tratamientos en estudio. El suelo que produjo mayor rendimiento de raíces no exportables fue el manejado bajo CL con 8440.8 kg/ha, seguido del suelo preparado con GE con 7334.1 kg/ha y TA con 7151 kg/ha. El suelo con menor producción de raíces no exportables fue el SE con 6,089.3 kg/ha (Figura 15).

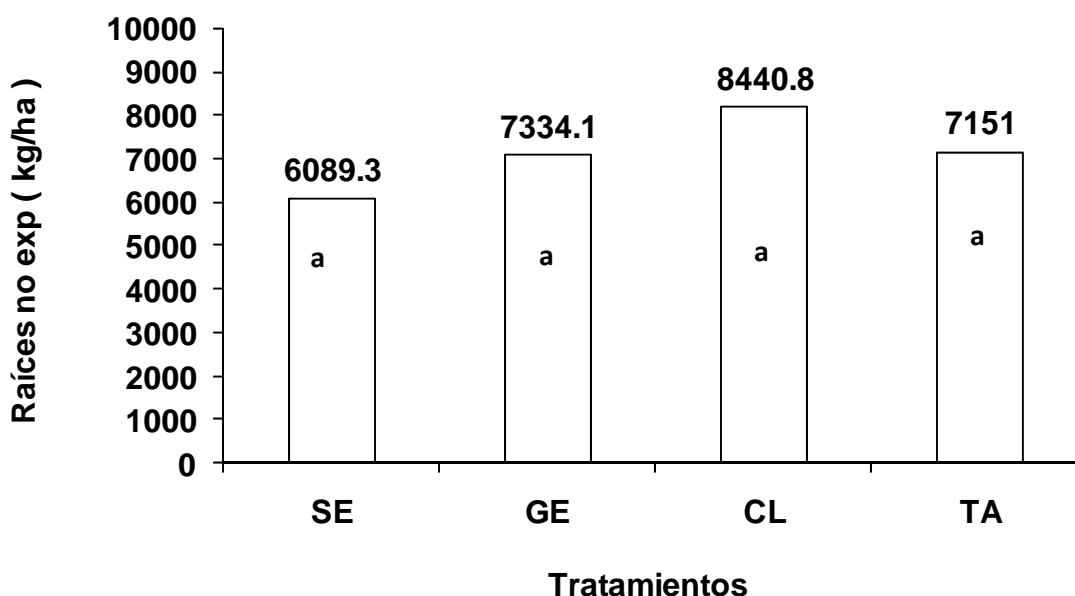


Figura 15. Peso total de raíces no exportables (kg/ha) en el cultivo de la yuca variedad Algodón, Nueva Guinea 2006.

4 3.8.Rendimiento de raíces comerciales y no comerciales (kg/ha)

El rendimiento de las raíces por planta es normalmente entre 3 y 5 kg, pero existen algunos cultivares que aplicando una buena tecnología llega a producir hasta 10 kg (Montaldo, 1991).

Se considera que un rendimiento fácil de obtener, con un paquete tecnológico adecuado es de 30 ton/ha de raíces a los 12 meses de ciclo que corresponde a 2.5 ton/ha por mes. Singh (1970), reporta rendimientos de 55 y 62 ton/ha en material de híbridos a los 11 meses. Montaldo (1991) registra con la variedad UCV-2078, 68 ton/ha a los 16 meses y con UCV-2194, 31 ton/ha a los 10 meses. Un estudio del CIAT (1982) indica que es posible obtener, con 22-28 °C de temperatura, precipitación de 1000 mm a los 12 meses de ciclo, con fertilidad alta del suelo, rendimientos de 35 ton/ha en promedio.

Aburto, 2004 en ensayos con 18 clones de yuca en el CEO, Posoltega donde incluyó la variedad Algodón, encontró un rendimiento de raíces exportables y no exportables (Tipo A y B) de 20,138.9 kg/ha, resultados que están por debajo de los encontrados en Nueva Guinea 2006. En este rendimiento no se incluyen las raíces muy pequeñas que representan una apreciable cantidad. El rendimiento de las raíces de yuca, se clasifican como exportables y no exportables. Las primeras son destinadas al mercado extranjero y las segundas al mercado local. También existe una apreciable cantidad de raíces muy pequeñas que la mayoría de los productores las dejan abandonadas en el campo. Estas raíces que podrían representar entre un 3-5% del rendimiento total, podrían ser utilizadas para preparar alimentos balanceados para los animales domésticos de familias pobres rurales.

Con respecto al rendimiento total de raíces reservantes de yuca, a pesar de que hubo una diferencia de 4506 kg/ha, no se encontró diferencia estadística significativa entre los 4 tratamientos en estudio ($P= 0.0689$). El tratamiento que produjo mayor rendimiento de raíces totales fue el suelo bajo CL con 30,969.8 kg/ha seguido de TA con 29,237.7 kg/ha. Los menores valores fueron encontrados con GE con 26,464.1 kg/ha y SE con 26,862.3 kg/ha (Figura 16).

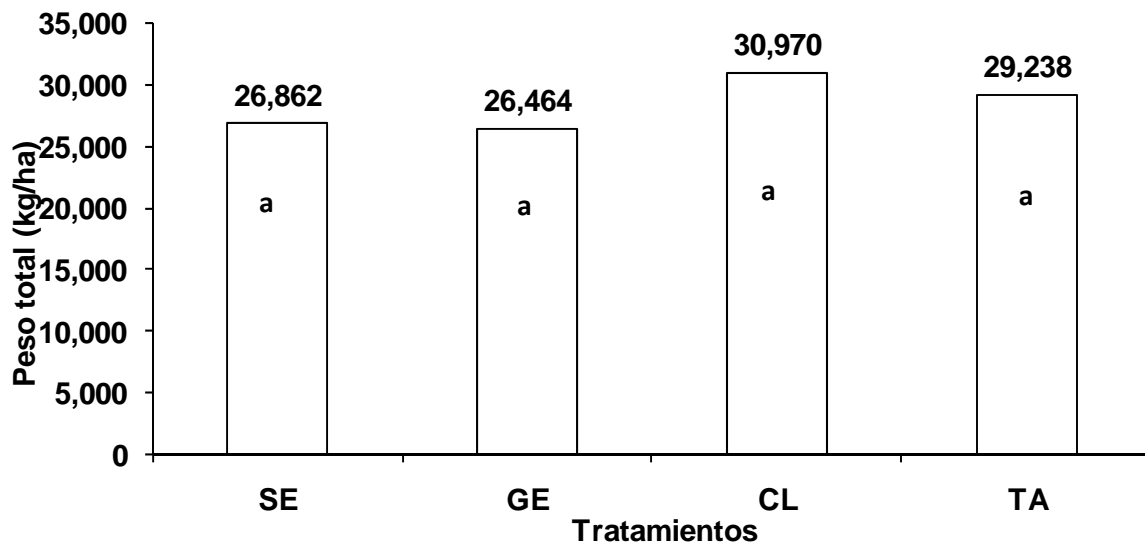


Figura 16. Peso total de raíces exportables mas no exportables (kg/ha) en el cultivo de la yuca variedad Algodón, Nueva Guinea 2006.

V. CONCLUSIONES

El suelo preparado con TA, presentó los menores valores de densidad aparente, mayor porcentaje de porosidad del suelo así como una distribución más uniforme en la capacidad de retención de agua dentro del perfil del suelo.

CL y TA presentaron los mayores valores de altura de planta, diámetro del tallo y peso fresco de hojas y tallos del cultivo de la yuca.

TA presentó los valores más altos del número de raíces totales por planta de yuca seguido CL el cual a su vez presentó el mayor número de raíces exportables TA, pero sin diferencia significativa con los otros tratamientos.

No se presentó diferencia significativa entre la longitud de las raíces exportables entre los cuatro tratamientos. CL presentó el mayor diámetro, el mayor peso de las raíces exportables seguido TA.

CL presentó el mayor rendimiento de raíces exportables y no exportables por consiguiente presentó los mayores rendimientos totales en kg/ha de raíces reservantes de yuca, seguido TA.

Aunque no se encontró diferencias estadísticas significativas en el rendimiento de raíces exportables, se encontró que entre CL y GE hay una diferencia de 3399 kg/ha y en los rendimientos de las raíces no exportables una diferencia de 2351.5 kg/ha entre el tratamiento CL y SE.

VI. RECOMENDACIONES

Repetir este ensayo por varios años utilizando los mismos tratamientos y en otros suelos para comparar la información colectada y poder obtener los resultados definitivos.

Los sistemas CL y TA son los más recomendados a utilizar para la siembra de la yuca Algodón en este tipo de suelo ya que no degradan las propiedades físicas del suelo y además se han obtenido los mejores rendimientos y calidad de las raíces reservantes.

VII. LITERATURA CITADA

- Aburto R. I** (2004). Evaluación de 18 clones de yuca (*Manihot esculenta*).
Presentación en el LI reunión del PCCMCA, Montelimar, Managua – Nicaragua.
INTA, Pacífico Norte.
- Acuña, B.** (1996). Modulo Raíces y Tubérculos. San José Costa Rica.60 p.
- Aguilera M. y Martínez R.** (1990). Relaciones agua, suelo, planta, atmósfera.
Tercera edición, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo México, editorial:
imprensa universitaria de la universidad autónoma de Chapingo, Chapingo Edo.
de México, 321p.
- Cairo P.** (1995). La Fertilidad Física del suelo y la Agricultura Orgánica en el trópico.
Universidad Nacional Agraria, Facultad de recursos Naturales y el Ambiente
curso de post-grado, universidad central de las villas Cuba, 7-18 agosto 1995.
- Cairo. P** (1986). Evaluación Físico – Química De Los Suelos. Instituto Superior de
Ciencias Agropecuarias, Curso de post grado, septiembre 1986.
- Candolle, A.** (1983). L`origine des plantes cultives. Paris, Biblioteque scientifique
internationale. 377 p.
- CIAT** (1982). Yuca investigación, producción y utilización, Cali, CIAT-PNUD; 660p.
- CIAT** (1987). Informe annual, Cali, CIAT P A-73.
- Connor, D.J. y H.Cock,** (1981). The response of cassava to water shortage. II.
Canopy dynamics. Field creeps Research. 4:285-296.
- Cock j., Sandoval D., y Jori P.** (1978). Cassava o idiootype for maximin production.
- Chavarría E.** (2003). Evaluación agronómica de siete variedades de yuca
(*Manihot esculenta* crantz)En las condiciones del municipio de Nueva
Guinea/Nicaragua 2002 ,93p.
- Fenzelt N.** (1989). Nicaragua: Geografía, Clima, Geología e Hidrogeología.
CONSELHO EDITORIAL E. Editora Universitaria, Primera edición UFPA/
INETER/ INAN 1988, 62p.
- Fonseca J y Saborío D.** (2001). Tecnología pos-cosecha de la yuca (*Manioth
esculenta* crantz) para exportación en costa Rica, La Uruca, San José Costa rica,
Impreso en la imprenta nacional, 16 de marzo del 2001, 55 p.

- FAO.** (1977). Guías para la descripción de perfiles, segunda edición, Roma Italia 1977, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
- FAO** (2000), Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Forsythe Warren.** (1980). Física de suelos, Manual de laboratorio. Editorial IICA. San Jose Costa Rica. 212 p.
- Hernández.** (1998) Estudio de degradación de las propiedades físicas de los suelos sometidos a tres diferentes sistemas de manejo en cultivo de maíz (*Zea mays. L.*) NB – 12. Universidad Nacional Agraria, trabajo de diploma, Managua Nicaragua septiembre 1998, 64 p.
- Irikura, Y., J. H. Cock, y K. Kawano.** (1979). the physiological basis of genotype temperature interactions in cassava. Field Crops Research. 2: 227-239.
- INTA.** (2004). Cultivo de la yuca (Guía MIP), Manejo integrado de plagas. PASA-DANIDA. 48 p.
- INEC.** (2001). Instituto nicaragüense de estadísticas y censo.
- INETER.** (2006). Instituto nicaragüense de estudios territoriales.
- Keating, B.A.** (1981). Environmental effects on growth and development of cassava with special reference to photoperiod and temperature. PhD thesis, Department of Agriculture. University of Queensland, Australia.
- Montaldo, A.** (1985). La yuca o Mandioca, San José Costa Rica 386p
- Montaldo, A.** (1991). Cultivo de raíces y tubérculos Tropicales, San José Costa Rica. Segunda edición, publicado por Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura (IICA) 1991, 408 p.
- N.C.R. 230:**(1989). Norma de Costa Rica para la preparación y presentación de las Normas Nacionales.
- Ospina, B. y Ceballos, H.** (2002). Sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización CIAT Colombia 586p.
- PASA DANIDA y INTA.** (2004). Guía técnica manejo integrado de plagas cultivo yuca. Nicaragua 28 p.
- Rosas, c., J. H. Cock, and G. Sandoval,** (1976). Leaf fall in cassava. Experimental Agriculture (p 395-400).

- Quintana J.O, Blandón J., Flores, A., Mayorga, E.** (1983). Manual de fertilidad para los suelos de Nicaragua. Editorial Primer Territorio Indígena Libre de América Ithaca, Nueva York. Residencial Las Mercedes # 19-A. Managua, Nicaragua, 60 Pág.
- Sampat y Gavande.** (1991). Física De Suelos Principios y Aplicaciones. LIMUSA editorial S.A. de CV. México D.F., primera edición 1972, séptima reimpresión 1991, 351 p.
- Statistic Analisys System,** SAS Institute V-9 Cary North Carolina, USA 2007.
- Singh, K.D.** (1970). Note on the effect of varying stages of harvest on tuber yield and starch content in different strains of cassava. Indian Journal of Agronomy (New Delhy 15(4) p (385-386).
- Valverde G. y Matus M.** (2005) Manual de procedimientos analíticos (LABSA-UNA) Edición N° 1, 131 p.
- TECNOPLAN, S.A.** (1978) potencial de Desarrollo Agropecuario y rehabilitación de tierra en la Costa Atlántica- Nicaragua V4. Dirección de planificación Nacional, Republica de Nicaragua.

ANEXO TABLAS

Tabla 7. Análisis de varianza general para evaluar el efecto de los tratamientos y profundidades de la labranza sobre la densidad aparente (g/cm^3), en el cultivar de yuca Algodón, Nueva Guinea, 2006.

Efecto	GL /numerador	GL /denominador	Valor F	Pr> F
Tratamientos	4	50	17.77	<0.0001
Profundidad	4	50	12.52	<0.0001
Trata*Prof.	16	50	1.84	0.0514

Tabla 8. Análisis de varianza parcial, para evaluar el efecto de los tratamientos de labranzas sobre la densidad aparente (g/cm^3), en el cultivar de yuca Algodón, Nueva Guinea, 2006.

Tratamientos	Promedio estimado	GL/ Num.	GL/ Denom.	Valor F	Pr> F
Control	0.9993	4	50	8.30	<0.0001
SE	0.8927	4	50	1.38	0.2541
GE	0.9527	4	50	1.91	0.1230
CL	0.9187	4	50	4.31	0.0045
TA	0.8753	4	50	3.98	0.0071

Tabla 9. Análisis de varianza general para evaluar el efecto de los tratamientos y profundidades de la labranza sobre la densidad real (g/cm^3), en el cultivar de yuca algodón, Nueva Guinea, 2006.

Efecto	GL /numerador	GL /denominador	Valor F	Pr> F
tratamientos	4	50	3.03	<0.0480
profundidad	4	50	1.93	<0.1538
Trata*Prof.	16	50	2.48	<0.0579

Tabla 10. Análisis de varianza parcial, para evaluar el efecto de los tratamientos de labranzas sobre la densidad real (g/cm^3), en el cultivar de Yuca Algodón, Nueva Guinea, 2006

Tratamientos	Promedio estimado	GL/ Num.	GL/ Denom.	Pr> (t)
Control	1.9240	4	50	<0.0001
SE	2.1240	4	50	<0.0001
GE	2.3900	4	50	<0.0001
CL	2.3640	4	50	<0.0001
TA	2.3420	4	50	<0.0001

Tabla 11. Análisis de varianza general para evaluar el efecto de los tratamientos y profundidades de la labranza sobre la porosidad total, en el cultivar de yuca Algodón, Nueva Guinea, 2006.

Efecto	GL /numerador	GL /denominador	Valor F	Pr> F
tratamientos	4	50	50.55	<0.0001
profundidad	4	50	27.04	<0.0001
Trata*Prof.	16	50	8.85	<0.0001

Tabla 12. Análisis de varianza parcial, para evaluar el efecto de los tratamientos de labranzas sobre la porosidad total, en el cultivar de Yuca Algodón, Nueva Guinea, 2006

Tratamientos	Promedio estimado	GL/ num	GL/ denom	Valor F	Pr> F
Control	52.8387	4	50	15.86	<0.0001
SE	57.4927	4	50	24.31	<0.0001
GE	60.1380	4	50	1.49	<0.2192
CL	60.4987	4	50	12.09	<0.0001
TA	62.4887	4	50	12.05	<0.0001

Tabla 13. Análisis de varianza general para evaluar el efecto de los tratamientos y profundidades de la labranza sobre capacidad de Campo, en el cultivar de yuca Algodón, Nueva Guinea, 2006.

Efecto	GL /numerador	GL /denominador	Valor F	Pr> F
Tratamientos	4	50	2225.03	<0.0001
Profundidad	4	50	302.55	<0.0001
Trata*Prof.	16	50	219.98	<0.0001

Tabla 14. Análisis de varianza parcial, para evaluar el efecto de los tratamientos de labranzas sobre la capacidad de campo, en el cultivar de Yuca Algodón, Nueva Guinea, 2006

Tratamiento	Promedio estimado	GL/ num.	GL/ denom	Valor F	Pr> F
Control	42.8680	4	50	283.36	<0.0001
SE	46.6753	4	50	617.20	<0.0001
GE	38.9200	4	50	115.07	<0.0001
CL	43.1787	4	50	164.65	<0.0001
TA	44.5053	4	50	2.21	<0.0812

Tabla 15. Efecto de diferentes formas de preparación del suelo sobre la altura (cm.) de las plantas de yuca, variedad Algodón. Nueva Guinea 2006.

Trata	90	120	150	180	210	240	270	300
SE	109.6a	133.3b	151.4b	158.7b	165.1b	180.3b	194.3b	215.1b
GE	111.5a	151.4a	171.1a	179.6a	187.5ab	205.3ab	221.8a	239.6ab
CL	121.5a	162.3a	182.3a	190.4a	198.0a	214.8a	229.7a	250.5a
TA	111.5a	159.6a	175.7a	177.2a	191.4a	207.1a	222.5a	244.5a
CV	11.78	3.76	3.65	4.26	4.27	4.6	3.73	4.35
Pr>F	0.7052	0.0030	0.0043	0.0116	0.0102	0.0172	0.0074	0.0237

Nota: Valores con la misma letra son estadísticamente iguales Separación de media Tukey.
GL 11, margen de error 5%

Tabla 16. Efecto de diferentes formas de preparación del suelo sobre el diámetro (mm) del tallo en las plantas de yuca Algodón, Nueva Guinea 2006

Trata	90	120	150	180	210	240	270	300
SE	15.1 a	18.7 a	21.1 a	21.5 a	21.9 a	22.3 a	22.7 b	22.9 a
GE	15.8 a	20.7 a	22.5 a	23.1 a	23.4 a	24.0 a	24.2 ab	24.4 a
CL	16.9 a	22.1 a	23.9 a	24.2 a	24.5 a	24.8 a	25.6 ab	26.4 a
TA	17.2 a	22.1 a	24.1 a	24.5 a	24.8 a	25.3 a	25.9 a	26.4 a
CV	9.48	6.64	6.08	5.49	5.41	4.8	4.4	5.03
Pr>F	0.3771	0.0696	0.1094	0.0911	0.1013	0.0786	0.0400	0.0386

Nota: Valores con la misma letra son estadísticamente iguales Separación de media Tukey.
GL 11, margen de error 5%

ANEXO FOTOS



Foto5. Preparación de suelo con encamadora en tratamiento de subsolado más encamado, Nueva Guinea 2006.



Foto6 Material vegetativo, estaca con 5 yemas y 20 cm de largo, Nueva Guinea 2006.



Foto7. Curado de la semilla por el método de aspersión con fungicida (oxicloruro de cobre), Nueva Guinea 2006.



Foto8. Plantación de yuca (10 meses de edad), Nueva Guinea 2006.



Foto9. Cosecha del cultivo de yuca. (10 meses de edad), Nueva Guinea 2006.



Foto10. Selección de raíces exportables y no exportables en campo, Nueva Guinea 2006



Foto11. Lavado de la yuca empresa DAISA, Nueva Guinea 2006.



Foto12. Separación de raíces exportables por tratamiento (instalaciones empresa DAISA), Nueva Guinea 2006.



Foto13. Medición de longitud de raíz exportable, Nueva Guinea 2006.



Foto14. Proceso del Diámetro de La raíz exportable, Nueva Guinea 2006.



Foto15. Proceso del peso de raíz exportable, Nueva Guinea 2006.



Foto16. Calicata para toma de muestras de suelo, Nueva Guinea 2006.