

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
ÁREA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES
PROGRAMA INGENIERÍA AGROFORESTAL



**EFFECTO DE TRES MÉTODOS DE SIEMBRA (POSICIÓN DE
LAS ESTACAS) SOBRE EL DESARROLLO Y
PRODUCTIVIDAD DE LA YUCA (*Manihot esculenta*
Crantz), EN EL CINTA, DURANTE EL SEGUNDO
SEMESTRE DEL 2010.**

Tesis de grado para optar al Título de Ingeniero Agroforestal

Presentada por: Adriel Suárez Oliveira

Asesor: Ing. Griceldo Carpio Tancara

COBIJA – PANDO – BOLIVIA

2012

HOJA DE APROBACIÓN

Tesis aprobada por:

.....
Ing. Heráclides Reyes López
TRIBUNAL

.....
Lic. Alfredo Saire Ramos
TRIBUNAL

.....
Ing. Magdaline Benítez Romero
TRIBUNAL

.....
Ing. Griceldo Carpio Tancara
ASESOR

Cobija _____ de _____ del 2012

DEDICATORIA

A mis queridos padres Sr. (†) Ricardo Suárez Viana y Sra. María G. Oliveira Santos, por la educación que me dieron y el apoyo en mis estudios, haciéndome un hombre profesional.

A mis adorados hijos: Lucas A. y Mateus porque son la razón de todo los esfuerzos trazados en mi vida.

A mi esposa Pamela C. Graverolle L. por el apoyo, paciencia y el amor que me brinda día a día.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la vida, la salud, guía espiritual, sabiduría e inteligencia para elegir esta carrera y al mismo tiempo reconocer que sin su ayuda nada podemos realizar.

A mis queridos padres e hijos, por el amor que nos brindan, sus desvelos, sus sacrificios, comprensión, cariño, por inculcarnos principios, valores, certeza para conquistar mis metas trazadas.

A mi asesor de tesis: Ing. Griceldo Carpio Tancara, por sus consejos y orientaciones en la presente investigación.

A los miembros del tribunal: Ing. Heráclides Reyes López, Lic. Alfredo Saire Ramos e Ing. Magdaline Benítez Romero, por sus sugerencias observaciones y correcciones al proyecto e informe final de la investigación.

A mis docentes de la Carrera Ingeniería Agroforestal, por sus enseñanzas e instrucciones, transmitiendo conocimientos con verdadera paciencia, su comprensión y sus sabios consejos durante mi formación profesional.

A mis compañeros de la universidad: Por los momentos de amistad compartidos, a lo largo de toda la carrera.

Finalmente a todas esas personas que no menciono, pero que de una u otra manera en algún momento me apoyaron.

ÍNDICE

| | |
|--|-----|
| Hoja de Aprobación | i |
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimientos | iii |
| Índice | iv |
| Lista de Cuadros | vi |
| Lista de Gráficos | vi |
| Resumen | vii |
| Abstract | ix |
| | |
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA | 3 |
| 2.1. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN | 3 |
| 2.2. IMPORTANCIA | 3 |
| 2.3. TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA | 5 |
| 2.4. REQUERIMIENTOS EDAFO CLIMÁTICAS | 7 |
| 2.4.1. Temperatura | 7 |
| 2.4.2. Precipitación | 7 |
| 2.4.3. Luminosidad y fotoperiodo | 7 |
| 2.4.4. Suelos | 8 |
| 2.5. TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN | 8 |
| 2.5.1. Preparación del suelo | 9 |
| 2.5.2. Material vegetal para propagación | 10 |
| 2.5.3. Selección y proyección de estacas | 11 |
| 2.5.4. Plantación | 12 |
| 2.5.5. Tamaño, posición y profundidad de Siembra | 14 |
| 2.5.6. Cuidados Culturales | 14 |
| 2.5.7. Rotación de cultivos | 16 |
| 2.5.8. Plagas y enfermedades | 16 |

| | |
|--|----|
| 2.6. COSECHA | 19 |
| 2.7. RENDIMIENTO | 20 |
| 2.8. POST-COSECHA | 20 |
| 2.8.1. Daños mecánicos | 21 |
| 2.8.2. Daños fisiológicos | 21 |
| 2.8.3. Daños por patógenos | 21 |
| 3. MATERIALES Y MÉTODOS | 22 |
| 3.1. UBICACIÓN | 22 |
| 3.2. MATERIALES | 23 |
| 3.3. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL | 23 |
| 3.4. TOMA DE DATOS | 27 |
| 3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL | 31 |
| 4. RESULTADOS | 32 |
| 4.1. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS | 32 |
| 4.1.1. Longitud de la raíz | 32 |
| 4.2. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS | 34 |
| 4.2.1. Días de la emergencia y cosecha | 34 |
| 4.3. COMPONENTES DEL RENDIMIENTO | 35 |
| 4.3.1. Número de Raíces por Planta | 35 |
| 4.3.2. Peso de la raíz | 36 |
| 4.3.3. Rendimiento de Raíces | 38 |
| 4.4. CONDICIONES EDÁFICAS | 40 |
| 4.5. CONDICIONES CLIMÁTICAS | 41 |
| 4.6. INCIDENCIA DE PLAGAS Y ENFERMEDADES | 44 |
| 5. DISCUSIÓN | 45 |
| 5.1. EFECTO DE LOS MÉTODOS DE SIEMBRA | 45 |
| 5.2. RENDIMIENTO | 46 |
| 5.3. CONDICIONES ECOLÓGICAS | 46 |
| 5.4. PLAGAS Y ENFERMEDADES | 48 |
| 6. CONCLUSIONES | 49 |
| 7. RECOMENDACIONES | 50 |
| BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA | 51 |

LISTA DE CUADROS

| Nº | Título | Pág. |
|-----|---|------|
| 1. | Composición nutritiva media (por 100 g de base seca) | 4 |
| 2. | Longitud de la raíz (cm) | 32 |
| 3. | Análisis de Varianza para el Tamaño de la Raíz | 33 |
| 4. | Número de Raíces por Planta | 35 |
| 5. | Análisis de Varianza para Número de Raíces por Planta | 35 |
| 6. | Peso de la raíz (gramos) | 37 |
| 7. | Análisis de Varianza para el Peso de Raíz | 37 |
| 8. | Rendimiento de Raíces (toneladas/ha) | 39 |
| 9. | Análisis de Varianza para Rendimiento de Raíces (Kg./Ha). | 39 |
| 10. | Principales características físico-químicas del suelo | 41 |
| 11. | Temperatura y Precipitación, registradas durante la investigación | 42 |

LISTA DE GRÁFICOS

| Nº | Título | Pág. |
|----|---|------|
| 1. | Longitud de la raíz (cm) | 33 |
| 2. | Número de Raíces por Planta | 36 |
| 3. | Peso de la raíz (gramos) | 38 |
| 4. | Rendimiento de Raíces (Kg/ha) | 40 |
| 5. | Precipitación Pluvial registrada durante el estudio | 43 |
| 6. | Promedios de Temperatura, durante el estudio | 44 |

RESUMEN

La presente investigación titulada “EFECTO DE TRES MÉTODOS DE SIEMBRA (POSICIÓN DE LAS ESTACAS) SOBRE EL DESARROLLO Y PRODUCTIVIDAD DE LA YUCA (*Manihot esculenta* Crantz)” EN EL C.I.N.T.A. DURANTE EL SEGUNDO SEMESTRE DEL 2010, tuvo como objetivos: a) determinar el efecto de la posición de estacas en las características morfológicas, agronómicas y rendimiento de la variedad de yuca en estudio, b) describir las condiciones edafológicas del área de estudio y, c) evaluar la incidencia de plagas y enfermedades durante el ciclo del cultivo.

Los tratamientos comparados fueron: posición Vertical, En X, inclinado a 45° y Horizontal (Testigo), el diseño experimental empleado fue el de bloques al azar con cinco repeticiones. Las variables evaluadas fueron: días a la emergencia, días a la cosecha, número de raíces por planta, longitud y peso de los raíces y rendimiento en toneladas por hectárea.

Las características como los días a la emergencia y número de raíces por planta fueron iguales. Los métodos de siembra o posiciones de estaca “En X” y “Vertical” tuvieron efectos favorables sobre las variables longitud y peso de raíces con respecto a las otras posiciones estudiadas como son la “Inclinada” y “Horizontal”. Las posiciones “En X” con 16,68 y vertical con 16,49 t/ha fueron estadísticamente superiores a los otros tratamientos, en consecuencia se recomienda a los productores de la región emplear dichas posiciones, para obtener rendimientos satisfactorios.

Las condiciones climáticas fueron: temperatura media de 32,3°C y precipitación pluvial total de 611,5mm. El suelo presentó una estructura franco arcilloso, un pH fuertemente ácido y bajos contenidos en macro-nutrientes.

En consecuencia, se concluye que la posición de siembra en X debe ser empleada por los productores de esta especie en esta región.

Durante el periodo se presentaron los Saltamontes (*Schistocerca piceifrons*) y Vaquita verde (*Ceratoma spp*) y la enfermedad pudrición de la raíz, causada por *Diplodia manihotis*.

Palabras Claves: Métodos Siembra Yuca *Manihot esculenta* Crantz.

ABSTRACT

This research study entitled "Effect of three planting methods (POSITION OF STAKES) ON THE DEVELOPMENT AND product Watch of cassava (*Manihot esculenta* Crantz)" IN THE BAND DURING THE SECOND HALF OF 2010, aimed to: a) determine the effect of the position of stakes in the morphological, agronomic and yield of cassava variety under study, b) describe the climatic and soil conditions of the study area during the experiment and, c) evaluate the incidence of pests and diseases during the crop cycle.

The treatments compared were: upright in X, Inclined at 45° and Horizontal (control), the experimental design used was randomized blocks with five replications. The variables assessed were: days to emergence, days to harvest, number of roots per plant, length and weight of roots and yield in tons per hectare.

The weather conditions were: average temperature of 26.4° C and total rainfall of 588.2 mm. The soil has a clay loam structure, a strongly acidic pH and low macro-nutrient content.

Features like the days to emergence and number of roots per plant were the same. Planting methods or positions of stake "in X" and "Vertical" had favorable effects on the variables root length and weight compared to other positions are studied as the "Bent" and "Landscape". Positions "in X" and vertical 16.68 16.49 t / ha were statistically superior to other treatments, therefore it is recommended that producers in the region use these positions to obtain satisfactory yields

During the period presented the Grasshopper (*Schistocerca piceifrons*) and green Vaquita (*Ceratoma spp*) and root rot disease caused by *Diplodia manihotis*.

Keywords: Cassava Planting Methods *Manihot esculenta* Crantz.

1. INTRODUCCIÓN

La yuca es originaria del continente Americano; ocupa el noveno lugar entre los alimentos con más contenido de calorías en el mundo y el cuarto lugar en las zonas tropicales (después del arroz, la caña de azúcar y el maíz). Es un alimento básico de millones de habitantes en el trópico y en el mundo (Alves de Mendonça et al. 2003). Constituye la “raíz de la vida” en África, Asia y América Latina. En África, es el alimento de más de 200 millones de personas y de casi 500 millones en el mundo. La producción en 1960 fue de 70 millones de toneladas, mientras en 1999 se incrementó a 165,7 millones de toneladas; de las cuales el 52,2% se produjo en África, el 28,3% en Asia, el 19,4% en América Latina y el 0,12% en Oceanía. Los rendimientos más elevados (16 - 20 t ha⁻¹) correspondieron a aquellos países donde el área plantada de yuca es poco considerada (FAO 1996, FAO/SMIA 1999, FAO 2002).

Los sistemas de siembra de yuca que se vienen aplicando en el país varían de una zona a otras, utilizándose diferentes posiciones y longitudes de las estacas y a profundidades variables, bien sea en el suelo plano o sobre camellón. La posición en que se siembran las estacas va a influir en la distribución de las raíces reservantes e igualmente en el proceso de la cosecha que de acuerdo al sistema que se use, será fácil o difícil, también esto influye en el crecimiento de las partes aéreas que en algunos casos, según el tamaño de las estacas que se utiliza, va a contribuir al control de las malezas (Mojena y Pascual 2004).

La presente investigación se justifica, debido a que la yuca constituye uno de los alimentos básicos de la canasta familiar de los pobladores del departamento Pando y con mayor importancia para los pobladores del área rural, sin embargo los sistemas de producción tradicional y actual tienen bajos niveles de productividad, por lo que los resultados de la presente investigación podrán ser aplicados por los pequeños productores y/o

instituciones que promueven el desarrollo productivo mediante actividades de capacitación y extensión.

En consecuencia, la presente investigación tuvo como objetivo: Evaluar el efecto de tres métodos de siembra (posición de estacas) sobre el desarrollo y productividad de la Yuca (*Manihot esculenta Crantz*) en el CINTA durante el segundo semestre del 2010, mientras que los objetivos específicos fueron:

- Determinar el efecto de la posición de estacas en las características morfológicas, agronómicas y rendimiento de la variedad de yuca en estudio.
- Describir las condiciones edafológicas del área de estudio.
- Evaluar la incidencia de plagas y enfermedades durante el ciclo del cultivo.

Hipótesis:

Ha: Las posiciones de estacas durante la siembra de yuca, tienen efectos estadísticamente diferentes en cuanto a características morfológicas, agronómicas y rendimiento.

Ho: Las posiciones de estacas durante la siembra de yuca, tienen efectos estadísticamente iguales en cuanto a características morfológicas, agronómicas y rendimiento.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

La yuca o mandioca es una especie de origen americano, que se ha extendido en una amplia área de los trópicos americanos desde Venezuela y Colombia hasta el Noroeste de Brasil, con predominio de los tipos de yuca dulce en el norte y en la zona de Brasil los amargos. Según Rogers, las especies silvestres del género *Manihot* tienen dos centros de origen: uno en México y América Central y el otro en el noroeste de Brasil. (ALVES et. al 2003).

La yuca es originaria de la América Tropical, posiblemente del noreste de Brasil, donde se cultiva hace más de 2,500 años. Actualmente se cultiva en la mayoría de los países tropicales y subtropicales incluyendo países como Brasil, Congo, Nigeria, Tailandia, Indonesia, India, Australia, Vietnam y otros (Díaz 2008).

2.2. IMPORTANCIA

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 afectados por plagas y enfermedades. Las raíces tuberosas producen más energía alimenticia por unidad de tierra que ningún otro cultivo (Díaz 2008).

De la planta de yuca se puede utilizar las hojas, tallos y raíces (85 a 90%): producto fresco (para consumo humano), almidones (para uso industrial y humano), energéticos (producción de etanol para combustible automotriz), harina integral no descortezada (alimento para ganados y camarones en cultivo), harina integral para la fabricación de tableros contrapechados, harina descortezada para consumo humano y almidón o harina para fabricar cola o pegamento (Díaz 2008).

La yuca constituye uno de los alimentos fundamentales, especialmente en aquellas zonas con déficit alimentario, gracias a su importante contenido proteico y energético, como se muestra en la siguiente tabla.

Cuadros N° 1

Composición nutritiva media (por 100 g de base seca)

| | |
|---------------------------|-------|
| Valor energético (Kcal) | 132,0 |
| Agua (%) | 65,2 |
| Proteína (%) | 1,0 |
| Grasa (%) | 0,4 |
| Carbohidratos totales (%) | 32,8 |
| Fibra (%) | 1,0 |
| Cenizas (%) | 0,6 |
| Calcio (mg) | 40,0 |
| Fósforo (mg) | 34,0 |
| Hierro (mg) | 1,40 |
| Tianina (mg) | 0,05 |
| Riboflavina (mg) | 0,04 |
| Niacina (mg) | 0,6 |
| Ácido ascórbico (mg) | 19,0 |
| Porción no comestible (%) | 32,0 |

Fuente: INFOAGRO (2010).

Por su parte la harina de yuca, se trata de un alimento concentrado, formado en especial por almidón, casi privado de proteínas digestibles. Es interesante resaltar que contiene muy poca cantidad de fibra, lo que permite deducir que se trata de un alimento dotado de un elevado coeficiente de digestibilidad. El valor almidón de la harina de yuca corresponde aproximadamente a 76, igual a 100 UF por cada 100 Kg. Dicho de otra forma, 100 Kg de harina de yuca equivalen a 100 Kg de una cebada de buena calidad (Cárdenas 2009).

2.3. TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA

FERNÁNDEZ et al (2000), da la siguiente clasificación taxonómica y describe botánicamente.

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Malpighiales

Familia: Euphorbiaceae

Género: *Manihot*

Especie: *M. esculenta* Crantz.

Ésta es la especie cultivada, aunque según estudios taxonómicos, son sinónimos de *Manihot esculenta* como: *M. Utilísima*, *M. Aipi*, *M. Dulcis*, *M. Flexuosa*, *M. Flabellifolia*, *M. Difusa*, *M. Melanobasis*, *M. Digitiformis* y *M. Sprucei*.

- Planta: La yuca es un arbusto perenne de tamaño variable, que puede alcanzar los 3 m de altura. Se pueden agrupar los cultivares en función de su altura en: bajos (hasta 1,50 m), intermedios (1,50-2,50 m) y altos (más de 2,5 m).
- Tallo: El tallo puede tener posición erecta, decumbente y acostada. Según la variedad, el tallo podrá tener ninguna, dos, o tres o más ramificaciones primarias, siendo el de tres ramificaciones el mayoritario en la yuca. Las variedades de ramificación alta, es decir, a más de 100 cm, facilitan las labores de escarda. El grosor del tallo se mide a 20 cm del suelo y puede ser delgado (menos de 2 cm de diámetro), intermedio (2-4 cm) y grueso (más de 4 cm). Al carácter del grosor del tallo se le ha asociado el alto rendimiento en raíces de

reserva. Los entrenudos pueden ser cortos (hasta 8 cm), medios (8-20 cm) y largos (más de 20 cm).

- Hojas: de forma palmipartida, con 5-7 lóbulos, que pueden tener forma aovada o linear. Son simples, alternas, con vida corta y una longitud de 15 cm aproximadamente. Los peciolo son largos y delgados, de 20-40 cm de longitud y de un color que varía entre el rojo y el verde. La epidermis superior es brillante con una cutícula definida. Según la defoliación en la estación seca, las variedades de yuca se pueden retener algo de follaje, o gran parte de follaje (60% aproximadamente).
- Flores: es una especie monoica por lo que la planta produce flores masculinas y femeninas. Las flores femeninas se ubican en la parte baja de la planta, y son menores en número que las masculinas, que se encuentran en la parte superior de la inflorescencia. Las flores masculinas son más pequeñas.
- Sistema radicular: Comprende la corteza externa, la corteza media y la corteza interna y el cilindro central, estela, pulpa o región vascular. La corteza externa llamada también súber o corcho, corresponde un 0,5-2,0% del total de la raíz. La industria del almidón prefiere aquellas variedades de adherencia débil. La corteza media está formada por felodermis sin esclerénquima. Posee un contenido en almidón bajo y en principios cianogénéticos alto. Constituye un 9-15% del total de la raíz. La corteza interna está constituida por parte del parénquima de la corteza primaria, floema primario y secundario. Por último, el cilindro central está formado básicamente por el xilema secundario. La raíz reservante no tiene médula y pueden ser raíces de pulpa amarilla, crema y blanca. El rendimiento de raíces por planta suele ser de 1-3 kg, pudiendo llegar en óptimas condiciones hasta 5-10 kg/planta.

2.4. REQUERIMIENTOS EDAFO-CLIMÁTICAS

2.4.1. Temperatura:

Los rendimientos máximos se obtienen en un rango de temperatura entre 25-29°C, siempre que haya humedad disponible suficiente en el periodo de crecimiento. Aunque puede tolerar el rango 16-38°C. Por debajo de los 16°C el crecimiento se detiene. Por este motivo en los climas tropicales-húmedos se alcanzan altas productividades, mientras que en otras regiones subtropicales, al descender de los 16°C se paraliza el crecimiento. Conforme la temperatura disminuye el desarrollo del área foliar se hace más lento, y el tamaño de las hojas más pequeño (NEGRETE et al 2004).

Temperaturas cálidas entre 25° y 30°C y entre 300 a 700 msnm. En temperaturas más bajas o mayores alturas (más de 800 msnm) el ciclo se extiende demasiado (más de los 12 meses).

2.4.2. Precipitación:

Requiere de una muy buena precipitación durante todo su ciclo. Por ser un cultivo de ciclo largo requiere de más precipitación que otros cultivos. La precipitación deseable es de 1,400 mm bien distribuidos durante su ciclo productivo.

2.4.3. Luminosidad y fotoperiodo:

La yuca crece y florece bien en condiciones de plena luz, siendo un factor importante de cara al rendimiento de la planta. La longitud del día afecta a varios procesos fisiológicos de la planta. Es una planta típica de fotoperiodo corto: 10-12 horas de luz, propio de las regiones tropicales (RODRÍGUEZ 1987).

2.4.4. Suelos:

No es un cultivo exigente en cuanto a suelo, se da desde en suelos muy pobres en elementos nutritivos hasta en aquellos con una alta fertilidad. Preferiblemente los suelos han de tener un pH ligeramente ácido, entre 6 y 7, con una cierta cantidad de materia orgánica y han de ser sueltos, porosos y friables, evitando suelos con excesos de agua o desérticos. (CALDERÓN 1977).

Es conveniente controlar la erosión de los suelos arenosos de sabana expuestos a erosión eólica, en los que debe realizarse el cultivo en franjas alternadas con pastos naturales o artificiales (CALDERÓN 1977).

2.5. TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN

La yuca, es un cultivo tradicional que se produce en la costa occidental, la Amazonía oriental y los valles interandinos (tales como Loja y Santo Domingo de los Colorados), desde hace mucho tiempo. En Manabí, el mayor porcentaje de productores está constituido por pequeños agricultores de escasos recursos, que la siembra generalmente como cultivo de subsistencia en superficies de 0.25 a 5.0 hectáreas, sin utilizar tecnologías mejoradas y de preferencia intercalada con maíz; de tal suerte que para optimizar los rendimientos, debe hacerse mediante técnicas sencillas, baratas y de fácil aplicación, considerando además que la siembra se la hace en áreas de baja fertilidad y poca precipitación.

El INIAP dispone de cierta tecnología que se viene aplicando a nivel de fincas, especialmente en la provincia de Manabí. La tecnología incluye variedades de fácil manejo y prácticas agronómicas y fitosanitarias que son sencillas y baratas. Con esta tecnología se ha logrado casi duplicar el rendimiento de las variedades locales y mejorar el de los materiales introducidos.

Estas tecnologías consisten básicamente de lo siguiente:

1. Buena preparación del suelo,
2. Selección y protección de las estacas,
3. Uso de estacas de 20 cm y con 5 yemas como mínimo,
4. Siembra sobre los surcos cuando los suelos son pesados y existen altas precipitaciones,
5. Población adecuadas de plantas,
6. Control oportuno de malezas, y
7. Rotación del cultivo, por lo menos cada tres años.

En Colombia, en siete años de validación de esta tecnología, hecha por el CIAT en doce localidades bajo diferentes condiciones edáficas y climáticas, se ha duplicado el rendimiento con las variedades locales y triplicado con las variedades seleccionadas.

2.5.1. Preparación del suelo:

En Zona plana: La preparación debe hacerse a mano, con tractor o con bestia. Se debe arar tratando de no voltear la capa, a una profundidad de 20 cm. y luego surcar tratando de que el surco tenga una altura de 20-30 cm y un ancho de 40 cm para lograr un buen enraizamiento y que el suelo no se compacte para que la raíz engruese. No se recomienda rastrillar.

En Zona de ladera: Se recomienda preparar el suelo con bueyes ó manual por holladura o cajuelas.

Con bueyes: se realiza un paso con el arado de cincel a una profundidad de 20 cm en el sentido opuesto de la pendiente. Se da un segundo pase con el arado para el trazado de los surcos o camellones, se trazan previamente las curvas a nivel en una distancia entre surcos de 1 metro.

Preparación manual, holladura ó cajuelas: para este tipo de preparación se recomienda hacer hoyos o cajuelas de 40 cm de ancho 40 cm de largo y 20-25 cm de profundidad usando el sistema de triángulo o tresbolillo, tratando que la distancia entre los centros de los huecos sea de 80 cm.

Control de acidez

En la etapa de preparación de suelos y antes de surcar se aplican 500 Kg de cal dolomita al 35% para darles las condiciones mínimas al cultivo para su desarrollo. La cal se aplica al voleo antes de surcar ó junto con la gallinaza cuando se hacen cajuelas.

Prácticas de control de erosión

- 1) Trazado de curvas de nivel: Se lleva a cabo antes de hacer la surcada. Se utiliza el nivel A, trazando una curva en el centro del lote como guía para los bueyes.
- 2) Siembra de barreras vivas: De acuerdo a la pendiente del lote se establecerán el número de barreras, por ejemplo: si la pendiente es menos del 10% se establecen barreras cada 15-20 m. Si es superior al 15% se deben establecer cada 10 m mínimo. Como barreras se usa: citronela, pasto de corte, caña, limoncillo, vetiver. Esto se define con el agricultor.

2.5.2. Material vegetal para propagación:

La propagación de la yuca es vegetativa por trozos de tallos o cangres y se utilizan 12.500/ha. Esta se debe sembrar con un ángulo de inclinación de 45°C y no acostada, su tamaño ideal es de 20 cm. logrando que tenga por lo menos cinco yemas, el diámetro de 1.5 a 2 cm. (moneda de 20 pesos) y el corazón 0.75 cm.

La renovación del material a sembrar se realiza cada 2 a 3 años, dependiendo de la sanidad del cultivo. Esta se debe conservar con raíces

parada con el fin de inhibir las yemas, es importante saber que la mejor semilla es la que se saca del tallo principal hasta la primera ramificación, siempre y cuando el diámetro de 1.5 a 2 cm. y el corazón 0.75 cm. Obteniendo así las estacas que garanticen la germinación y el desarrollo de una nueva planta.

2.5.3. Selección y proyección de estacas:

De la calidad del material de siembra depende en gran parte el éxito en cultivos multiplicados vegetativamente. Este factor, es de los más importantes en la producción, responsable no solo del buen establecimiento del cultivo (enraizamiento de las estacas y brotación de las yemas), sino de su sanidad y producción (número de raíces comerciales por planta) por unidad de superficie en cada ciclo.

Las estacas de yuca pueden sembrarse inmediatamente de cortadas las plantas maduras o después de un periodo de almacenamiento. En Manabí, se acostumbra cortar y almacenar bajo sombra de un árbol y antes de la siembra se realiza la selección. Estas estacas regularmente tienen menor porcentaje de brotación, vigor y rendimiento, que aquellas tratadas con insecticidas y funguicidas antes del almacenamiento.

Los criterios para seleccionar material para la siembra son:

- Separar estacas de las plantas más productivas,
- Escoger estacas libres de plagas y enfermedades,
- Utilizar varetas (palos) que tengan la madurez apropiada de 8-12 meses; si tienen más de un año y medio es aconsejable tomar la parte superior,
- Evitar daño físico en los procesos de preparación, almacenamiento y siembra.
- Tratar estacas con una mezcla de funguicidas e insecticidas, y

- Reducir al mínimo el almacenamiento.

Las características deseables de una buena estaca son:

- Diámetro mayor a la mitad del diámetro de la porción más gruesa del tallo,
- Longitud entre 15 y 20 cm (depende de la variedad)
- Número de nudos por estacas de 5 a 7 (de acuerdo a la variedad), y
- Corte transversal.

Es aconsejable tratar las estacas con un baño químico, en la siguiente forma:

- Tratar con funguicida mas insecticida en un lugar bajo sombra,
- Mezclar primero el insecticida con agua; agregar después funguicida,
- Tratar primero la mitad de estacas atadas durante 5 minutos y luego la otra por igual tiempo,
- Mover la solución cada vez que se traten nuevas estacas, y
- Protegerse con un forro plástico, guantes y mascara.

Las ventajas de estos tratamientos son:

- Protege las estacas contra organismos patógenos del suelo
- Acelera y aumenta la germinación de las yemas
- Induce el enraizamiento, y
- Prolonga el periodo de almacenamiento.

2.5.4. Plantación:

MOJENA et al (2000), recomienda realizar la plantación al comienzo de la estación de lluvias. En aquellas zonas en las que llueve durante todo el año,

se podrá planificar la plantación de acuerdo a las demandas del mercado o las necesidades de la industria.

Si el cultivo de la yuca es industrial es preferible hacerlo en caballones. Dulong apunta tres diseños de plantación:

- En platabandas convexas, de dimensiones 1,60 x 1,80 m de ancho sobre las que se plantan dos hileras de yuca. Cuando la precipitación anual supera los 1.300 mm.
- En caballones (camellones), a una distancia de 0,80 m, en suelos poco profundos o cuando hay riesgo de humedad permanente.
- En suelos planos, para suelos poco profundos y de estructura pobre. Es el más rápido y económico. Tras varios estudios en los que se evaluaba la orientación y el tamaño de la estaca, así como su profundidad en el rendimiento del cultivo, parece ser que el sistema más indicado sería el de orientación horizontal y con estacas de unos 15 cm y colocadas a una profundidad de 5-6 cm. Así se permite la mecanización de la plantación.

La población y los rendimientos adecuados, varían de acuerdo a la zona ecológica. En general, 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.

Con variedades mejoradas el INIAP ha logrado la máxima producción con 15.000 plantas/ha. Nuestro agricultor emplea poblaciones de 5.000 plantas/ha cuando asocia y 10.000 plantas/ha para yuca en monocultivo, poblaciones que se encuentran dentro de los rangos establecidos. En conclusión, la densidad depende del tipo de planta, la fertilidad del suelo y las malas hierbas existentes.

2.5.5. Tamaño, posición y profundidad de Siembra:

Los sistemas de siembra de yuca que se vienen aplicando varían de una zona a otra, utilizándose diferentes posiciones, longitudes de las estacas y a profundidades variables, bien sea en el suelo plano o sobre el camellón. La posición en que se siembran las estacas va a influir en la distribución de las raíces reservantes e igualmente en el proceso de la cosecha que de acuerdo al sistema que se use, será fácil o difícil, también esto influye en el crecimiento de la parte aérea que en algunos casos, según el tamaño de las estacas que se utiliza, va a contribuir al control de malezas. Para aspectos relacionados con el tamaño de las estacas y la posición de siembra de las estacas de yuca, se realizaron dos ensayos de investigación, confirmando que el mayor rendimiento se alcanzó con estacas más grandes (45 cm) en el cultivar Bonifacia y Querepa. Estos resultados pueden ser debidos al hecho de que las estacas más grandes tienen un desarrollo vegetativo vigoroso, dando origen a un mayor área foliar, lo que permite un mejor control sobre las malezas durante los primeros meses del cultivo. Con respecto a la posición de siembra, la forma de colocación de la estaca no influyó sobre el rendimiento (González 1973 y Arismendi 1980). Un tercer trabajo que permitió estudiar el efecto de la profundidad de siembra de las estacas de yuca (2 a 10 cm de profundidad), en los suelos de sabana, determinó que la profundidad no influyó en los parámetros altura de planta, follaje y producción de raíces frescas (Arismendi, 1980).

2.5.6. Cuidados Culturales:

Eliminación de Brotes

La yuca brota entre 15 a 21 días después de siembra y 15 días después de brotado debemos de dejar solo un brote por estaca siendo éste el más vigoroso, ya que puede producir hasta 10 brotes por estaca. Si la yuca se sembró con riego por goteo se puede dejar 2 o 3 brotes por estaca, ya que vamos a realizar la labor de fertilización a través del sistema. Una de las

razones de la eliminación de brotes es para poder tener espacio para realizar la labor de fertilización y limpias, pero con goteo podemos fertilizar y tenemos entre surcos más anchos así que podemos dejar otros brotes.

Limpias y escardas

MONSALVE (1990), indica que se deben llevar a cabo las limpias cuando las plantas tengan entre 20-30 cm, siendo recomendable una segunda labor a los dos meses. En el caso que haya asociación de cultivos, se reducirán estas labores, y en el caso que sean leguminosas no se realizarán.

Aporcado

Se lleva a cabo a los 2 - 3 meses de vegetación, en aquellos cultivos que no están mecanizados. Con esto se consigue que las raíces reservantes se pueden desarrollar bien, y se evita la acción perniciosa de los rayos solares, así como el ataque de roedores u otros animales (RODRÍGUEZ 1987).

Malas hierbas

NEGRETE (2004), señala que con una buena rotación de cultivos y una adecuada preparación de los suelos, se consigue una baja frecuencia de malas hierbas. Es importante controlarlas al comienzo del desarrollo de la yuca, puesto que al coincidir con el periodo de lluvias, se evita que las semillas de las malezas germinen.

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

Las malas hierbas más comunes en las regiones tropicales y subtropicales de América con su nombre científico y común son: *Cyperus rotundus* o corocillo o coquito, *Eleusine indica* o guarataro o pata de gallina, *Echinochloa sp*, arrozillo o paja americana, *Sorghum halepense* sorgo de halepo o millo, *Setaria geniculata* limpia botella o gusanillo, *Cenchrus*

brownei o cadillo *Axonopus compressus* o paja peluda *Ipomea spp*, batatilla o camotillo, *Amaranthus sp* pira o bledo, *Portulaca oleracea* o verdolaga y *Sclerocarpus coffeacolus* o flor amarilla o buba amarilla.

2.5.7. Rotación de cultivos:

La yuca se caracteriza por producir en suelos ácidos y pobres. Muchas veces es el último cultivo que se siembra en un programa de rotación, debido a la capacidad de producir, a pesar de la falta de nutrientes de suelos empobrecidos. Las siembras consecutivas pueden inducir a que los patógenos y las plagas se incrementen progresivamente. Por esta razón es necesario dejar o rotar el terreno después de la segunda o tercera cosecha consecutiva de yuca. Si se siembra otro cultivo después de la yuca, es aconsejable fertilizar apropiadamente.

Todas estas prácticas para mejorar la producción de yuca son aplicables en cualquier lugar. Se puede afirmar que dondequiera que se produzca yuca, se puede aumentar su rendimiento, siempre y cuando se empleen prácticas agronómicas apropiadas.

2.5.8. Plagas y enfermedades:

LÓPEZ et al (1995), hacen referencia a las siguientes plagas y enfermedades como las más comunes que se presentan en el desarrollo del cultivo en las regiones tropicales.

a) Plagas

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

- Gusano de la hoja. *Erinnyis ello*, Lepidoptera. Es una plaga importante que ataca por toda América y acaba con las hojas de la yuca y otras plantas. Como control biológico se han indicado las especies *Trichogramma spp*, *Telenomus dilopphonotae* y *Telenomus monolicornis*; *Apanteles americanus*, *Apanteles flaviventris* y *Belvosia williamsi*.
- "Mosquinha dos mandiocais" o "Broca dos brotes", *Lonchaea pendula*. Es una de las plagas más importantes de América. La mosca coloca los huevos en los brotes, llegando a acabar con las hojas en desarrollo. Existen variedades con resistencia genética.
- Ácaros. Provoca decoloración y deformación de las hojas, llegando a la caída de las mismas. Desorganiza todo el proceso de crecimiento de la planta, provocando acortamiento de los nudos y la muerte en los extremos apicales, incluso en toda la planta. Se observa una mayor proliferación en la estación seca. Son enemigos naturales *Somatium spp*, *Karschomia spp* de *Tetranychus bimaculatus*.

b) Enfermedades

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

que causan estas especies comienza por un amarillamiento en la hoja, en el centro aparece un color pardo en cuyo borde en ocasiones aparece una línea irregular pardo-violeta. En las hojas produce manchas irregulares, primero amarillas y posteriormente pardas de unos 5 - 10 mm. El hongo penetra en la planta a través de las estomas, invadiendo posteriormente los espacios intercelulares. El hongo sobrevive en la época seca sobre los tejidos viejos infectados, para volver a iniciar su actividad en el periodo de lluvias. No se conoce ninguna variedad resistente específica.

- Ceniza o mildiu. Causada por *Oidium sp.* Esta enfermedad aparece en la época seca. La ceniza de la yuca está causada por *Oidium manihotis*. Ataca preferentemente a las hojas más desarrolladas. Provoca lesiones amarillentas en las que en ocasiones aparecen áreas necróticas de color marrón. Pudiendo llegar hasta provocar la defoliación de la planta. En cuanto al control de la enfermedad, parece ser que existen variedades resistentes. También se recomienda la aplicación de productos a base de azufre por aspersión.
- Añublo pardo fungoso. Causada por *Cercospora vicosae*. Suele presentarse donde aparece la mancha parda. Los síntomas son manchas grandes de color marrón, siendo marrón grisáceo en el envés. Puede ocasionar defoliaciones severas en variedades susceptibles. No obstante, no es una enfermedad que ocasione grandes pérdidas. Para controlar la enfermedad se recomienda excesiva humedad en el suelo y el empleo de variedades resistentes.
- Pudrición seca del tallo y la raíz. Causada por *Diplodia manihotis*. Aparece una pudrición radical que conllevará a la muerte de la planta. También ataca el material de propagación almacenado, sobre todo en condiciones de alta humedad relativa, y a los restos de tallos

que se han dejado en el terreno. Para controlar la enfermedad se recomienda la rotación con cultivos como maíz o sorgo. Se deben utilizar estacas sanas en la plantación desinfectando adecuadamente las herramientas.

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

2.6. COSECHA

Un indicador de que la yuca se encuentra próxima a la madurez es el requebramiento del suelo alrededor de la planta. Suele cosecharse entre los 7 y los 10 meses, en función de la variedad. Es importante no adelantarse demasiado a la cosecha pues tendrá demasiado contenido en látex y no será apto para el consumo. Entre los 12-24 meses del ciclo de cultivo es el periodo óptimo para la recolección de la yuca cuando su destino es la industria del almidón, pues es cuando se alcanza el máximo rendimiento en raíces (MOJENA Y BERTOLÍ 2000).

La recolección puede ser manual o mecánica. En ambos casos es importante no dañar las raíces. La cosecha manual, es la más común y resulta más sencilla en suelos con una textura arenosa a franca. Previo a la cosecha, los tallos se cortan con un machete o una segadora rotativa, a una altura de 10 - 15 cm. Se necesitan aproximadamente de 18 a 20 jornales por hectárea. La cosecha semi-mecanizada se lleva a cabo con un arado de vertedera que abre los surcos a ambos lados del caballón, con el objeto de que sea más fácil el arranque de las raíces. Una vez arrancadas las raíces, es necesario cortar con un machete el pedúnculo para separarlas del esqueje plantado originalmente (RODRÍGUEZ 1987).

2.7. RENDIMIENTO

Aplicando buenas técnicas agronómicas se pueden alcanzar los 2,5 tm de raíces/ha hasta 30 t /ha) (MONSALVE 1990).

A nivel experimental la variedad Nataima-31 tiene un rendimiento potencial de 33 t/ha de raíces frescas. Su promedio de rendimiento en el Valle Cálido del Alto Magdalena es de 23.1 t/ha de raíces frescas, superando en 6.8 t/ha a la variedad regional Aroma.

La calidad de la nueva variedad se expresa por su rendimiento promedio de 7.3 t/ha de materia seca (M.S.) que superó en 1.6 t/ha de M.S. a la variedad regional, aunque el contenido de materia seca de Aroma (35.2%) fue superior a NATAIMA-31(32.1% M.S.). Ambas variedades presentaron niveles bajos de contenido de ácido cianhídrico (HCN) y buena calidad culinaria. La nueva variedad es tolerante al deterioro fisiológico, al no presentar la pulpa, estrías azul-negras desde la corteza hacia dentro, a las 72 horas después de cosecha.

2.8. POST-COSECHA

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

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

2.8.1. Daños mecánicos:

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

2.8.2. Daños fisiológicos:

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

2.8.3. Daños por patógenos:

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

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN

La presente investigación se realizó en el Centro de Investigación de Nuevas Tecnologías para la Amazonía (CINTA), dependiente del Área de Ciencias Biológicas y Naturales de la Universidad Amazónica de Pando.

La propiedad está ubicada en la siguiente jurisdicción:

Comunidad : Gran Chaco
Municipio : Porvenir,
Provincia : Nicolás Suárez
Departamento: Pando.

Las coordenadas del área de estudio son:

05°30'90" latitud sur.

87°61'51" longitud oeste:



3.2. MATERIALES

Equipos y herramientas de campo

- Machete
- Hacha
- Rastrillo
- Azadón
- Cinta métrica
- Libreta de campo
- Computadora e impresora
- Cámara fotográfica digital
- Insecticidas (solo en caso de ser necesario)

Material vegetal e insumos:

- Estacas de yuca variedad “190 días”.

3.3. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL:

Preparación del terreno: consistió en la limpieza del área experimental cortando los arbustos y todo tipo de vegetales existentes empleando herramientas manuales como el hacha, machete y azadón; a continuación se realizó el demarcado de las unidades experimentales, empleando cinta métrica de 50 m, señalizando con estacas las repeticiones y las unidades experimentales de acuerdo al croquis de campo.



Obtención del material vegetal (estacas): el material vegetal empleado en la investigación fue obtenido de la comunidad Villa Fátima ubicado en el municipio de Cobija, el cultivo de donde se obtuvieron las estacas fueron establecidos con nueve meses de anterioridad y al momento de la recolección se hallaban al final de cosecha. Las ramas fueron seleccionadas lo más homogénea posible en cuanto al grosor y libre de patógenos, los mismos que fueron cortados con machete de longitud uniforme (20 cm) y con 4 a 5 yemas aproximadamente.



Siembra: la posición de las estacas en la siembra constituyó el objeto de estudio de la presente investigación y fueron los siguientes:

- A Posición vertical
- B Posición en X
- C Posición con inclinación de 45 grados.
- T Posición horizontal (Testigo)

El procedimiento consistió en la apertura de hoyos con la ayuda de un azadón hasta una profundidad aproximada de 10 a 15 cm, en las cuales se enteraron las estacas en las posiciones descritas anteriormente. La distancia de siembra adoptada fue de 1 m x 1 m.



Control de malezas: consistió en dos deshierbes el primero a los 45 días después de la siembra y el segundo en función al grado de enmalezamiento, esta actividad se realizó con la ayuda de herramientas manuales como palas y azadones.

Aporque: Para lograr un buen engrosamiento de la raíz se realizó esta labor que consistió en amontonar tierra alrededor de la planta y se efectuó durante el segundo deshierbe.



Raleo o deshije: Para favorecer una buena producción y regular el número de planta por semillas, se dejaron un máximo de 2 plantas por estacas cuando tenían similar calidad, mientras que cuando presentaban diferencias se eliminó el más deficiente. Esta labor se efectuó con el primer deshierbe y en algunos caso en la segunda. El deshije se efectuó manualmente.



Control fitosanitario: dependiendo del grado de incidencia de insectos y/o enfermedades, no fue necesario aplicar agroquímicos por que el ataque no era considerable ya que solamente se observó en la época de la cosecha, los mismos que se describen en el capítulo de resultados.

Cosecha: Se efectuó cuando las plantas presentaron un amarillamiento y caída de las hojas bajas, para la cosecha se procedió empezando con el corte de ramillete de hojas superiores y a continuación con el arranque de las raíces, tratando de remover la menor cantidad de suelo.



3.4. TOMA DE DATOS:

Datos climáticos: los datos correspondientes a temperatura y precipitación durante el periodo de estudio fueron obtenidos del Servicio Nacional Meteorología e Hidrología (SENHAMI-Cobija), considerando que se encuentra dentro de los 50 km de su radio de acción.

Datos edáficos: para determinar las características del suelo del área experimental, se efectuó un muestreo del suelo en cinco puntos ubicados al azar, de los cuales se obtuvieron muestras de suelo de un kilogramo

aproximadamente, posteriormente se juntaron y mezclaron todas las muestras y por el método de cuarteo se obtuvo una sola muestra, la misma que fue analizada en el laboratorio de suelos del Instituto Boliviano de Ciencias y Tecnología Nuclear. La Paz.

Características agronómicas: durante el desarrollo del cultivo se tomaron los siguientes datos:

- Días a la emergencia, se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta cuando más del 50% de plantas emergieron.



- Días a la cosecha, se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta cuando más del 90% de plantas presentaron amarillamiento de las hojas superiores.



- Número de raíces por planta: en el momento de la cosecha se contó el número de raíces.



- Peso y tamaño de las raíces: de todas las raíces cosechadas en cada unidad experimental se seleccionarán 10 al azar, a las cuales se tomarán medidas de longitud, grosor y peso.



Rendimiento: con la ayuda de una balanza (con exactitud en gramos) se pesaron la totalidad de las raíces cosechadas en cada unidad experimental, las mismas que posteriormente fueron expresadas en kg/ha mediante la regla de tres simple.



3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental empleado fue “distribución en bloques al azar” con las siguientes características:

| | | |
|------------------------------|---|----------------------------------|
| Tratamientos | : | 4 |
| Repeticiones | : | 5 |
| Nº Unidades Exp. | : | 20 |
| Distancia entre plantas | : | 1 m |
| Distancia entre hileras | : | 1 m |
| Número de hileras/U.E. | : | 5 |
| Número de plantas/hilera | : | 6 |
| Tamaño de la Unid. Exp. | : | 30 m ² (5 m x 6 m) |
| Área a evaluar/U.E. | : | 12 m ² (3 m x 4 m) |
| Distancia entre repeticiones | : | 1 m |
| Área total del experimento | : | 792 m ² (36 m x 22 m) |
| Ver croquis de campo | : | Anexo N° 1 |

El modelo lineal adoptado es la siguiente:

$$Y = \mu + B_i + T_j + \xi$$

Donde:

Y = Cualquier valor obtenido en una unidad experimental

μ = Promedio general

B_i = Efecto del i-ésimo bloque o repetición

T_j = Efecto del j-ésimo tratamiento o posición de estaca

ξ = Error experimental

Los datos obtenidos fueron transcritos en una hoja electrónica EXCEL y posteriormente analizados mediante el paquete estadístico SPSS 11.5, mediante el cual se realizó el análisis de varianza de un factor y la comparación de medias mediante la prueba de Duncan.

4. RESULTADOS

4.1. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

4.1.1. Longitud de la raíz

En el cuadro N° 2 se detalla los datos por unidad experimental, en el mismo se observa que esta característica varió desde 19,3 hasta 28,8 cm, con un promedio general de 25,4 cm por planta.

Los promedios por tratamiento indican que el mayor número de raíces por planta se observó en la posición “en X” y la menor en la posición horizontal.

Cuadro N° 2
Longitud de la raíz (cm)

| Posiciones de estaca | Repeticiones | | | | | Promedio |
|----------------------|--------------|------|------|------|------|----------|
| | I | II | III | IV | V | |
| Vertical | 26,8 | 26,6 | 25,8 | 27,5 | 28,0 | 26,9 |
| En X | 27,1 | 27,1 | 26,5 | 28,8 | 27,7 | 27,4 |
| Inclinado | 22,6 | 22,0 | 22,4 | 25,3 | 27,4 | 23,9 |
| Horizontal | 19,3 | 26,0 | 26,4 | 19,3 | 25,1 | 23,2 |
| Promedio | 24,0 | 25,4 | 25,3 | 25,2 | 27,1 | 25,4 |

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de varianza al 5% de significancia del error (cuadro N° 3), indica que no existe diferencia estadística significativa entre repeticiones, mientras que existe diferencia estadística significativa entre tratamientos, por lo que es posible afirmar que la posición de las estacas en la siembra influyó en el tamaño de las raíces.

Cuadro N° 3

Análisis de Varianza para el Tamaño de Raíz

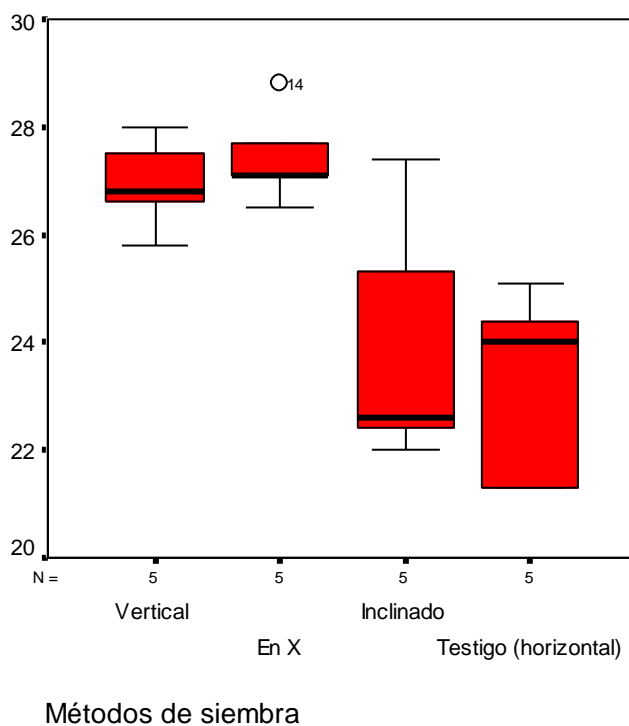
| Fuentes de varianza | Suma de Cuadrados | Grados de libertad | Cuadrados Medio | Fc | Ft |
|---------------------|-------------------|--------------------|-----------------|------|------|
| Repeticiones | 19,483 | 4 | 4,871 | 0,97 | 3,26 |
| Posiciones | 67,082 | 3 | 22,361 | 4,45 | 3,49 |
| Error | 60,281 | 12 | 5,023 | | |
| Total | 146,846 | 19 | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Sometidos los promedios a la prueba múltiple de Duncan (5% de error) se establece que las posiciones “En X” y vertical son estadísticamente superiores a las posiciones inclinada y horizontal, como se observa en el siguiente gráfico.

Gráfico N° 1

Longitud de las raíces (cm)



4.2. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS

Días a la emergencia y a la Cosecha

Estas características fueron homogéneas en todos los métodos de siembra. Los días a la emergencia variaron desde los 7 días hasta los 23 de días después de la siembra, en promedio más del 50% de plantas por unidad experimental emergieron después de los 17 días.

Respecto a los días a la cosecha, las primeras plantas en cambiar la coloración de follaje se observó a los 184 días, mientras que más del 80% de plantas presentaron esta característica a los 190 días, por lo que la cosecha se efectuó a los 191 días en todas las unidades experimentales.

4.3. COMPONENTES DEL RENDIMIENTO

4.3.1. Número de Raíces por Planta

En el cuadro N° 4 se detalla los datos por unidad experimental, en el mismo se observa que esta característica varió desde 4,82 hasta 5,07 raíces por planta, con un promedio general de 4,95 raíces por planta.

Los promedios por tratamiento indican que el mayor número de raíces por planta se observó en la posición horizontal y la menor en la posición vertical.

Cuadro N° 4
Número de Raíces por Planta

| Posiciones de estaca | Repeticiones | | | | | Promedio |
|----------------------|--------------|------|------|------|------|----------|
| | I | II | III | IV | V | |
| Vertical | 5,13 | 5,03 | 4,89 | 5,03 | 5,10 | 5,04 |
| En X | 4,93 | 5,11 | 5,03 | 5,29 | 5,02 | 5,07 |
| Inclinado | 4,81 | 4,64 | 4,69 | 4,95 | 5,27 | 4,87 |
| Horizontal | 4,58 | 4,93 | 4,99 | 4,62 | 4,97 | 4,82 |
| Promedio | 4,86 | 4,93 | 4,90 | 4,97 | 5,09 | 4,95 |

Fuente: Elaboración propia.

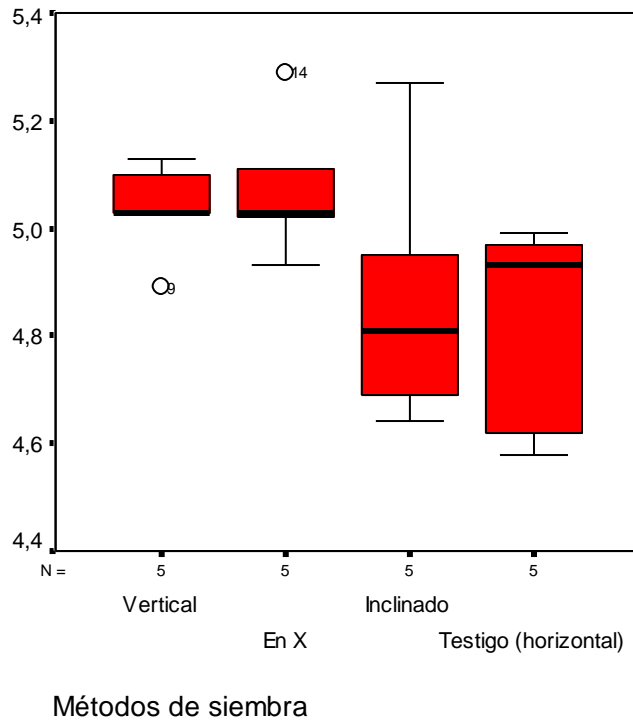
El análisis de varianza, (cuadro N° 5) indica que no existe diferencia estadística significativa considerando un 5% de significancia del error, entre repeticiones ni entre tratamientos, por lo que es posible afirmar que la posición de las estacas en la siembra no influye en la cantidad de raíces por planta, siendo esta una característica genética propia de la variedad.

Cuadro N° 5
Análisis de Varianza para Número de Raíces por Planta

| Fuentes de varianza | Suma de Cuadrados | Grados de libertad | Cuadrados Medio | Fc | Ft |
|---------------------|-------------------|--------------------|-----------------|------|------|
| Repeticiones | 0,122 | 4 | 0,031 | 0,91 | 3,26 |
| Posiciones | 0,228 | 3 | 0,076 | 2,25 | 3,49 |
| Error | 0,404 | 12 | 0,034 | | |
| Total | 0,755 | 19 | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 2
Número de Raíces por Planta



4.3.2. Peso de la raíz

En el cuadro N° 6 se detalla los datos por unidad experimental, en el mismo se observa que esta característica varió desde 291 hasta 339 gramos por raíz, con un promedio general de 319,1 g por raíz.

Los promedios por tratamiento indican que el mayor número de raíces por planta se observó en la posición “en X” y la menor en la posición horizontal.

Cuadro N° 6
Peso de raíz (gramos)

| Posiciones de estaca | Repeticiones | | | | | Promedio |
|----------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|----------|
| | I | II | III | IV | V | |
| Vertical | 314 | 324 | 333 | 335 | 332 | 327,6 |
| En X | 344 | 320 | 323 | 319 | 339 | 329,0 |
| Inclinado | 301 | 316 | 315 | 318 | 305 | 311,0 |
| Horizontal | 315 | 304 | 302 | 309 | 313 | 308,6 |
| Promedio | 318,5 | 316,0 | 318,3 | 320,3 | 322,3 | 319,1 |

Fuente: Elaboración propia.

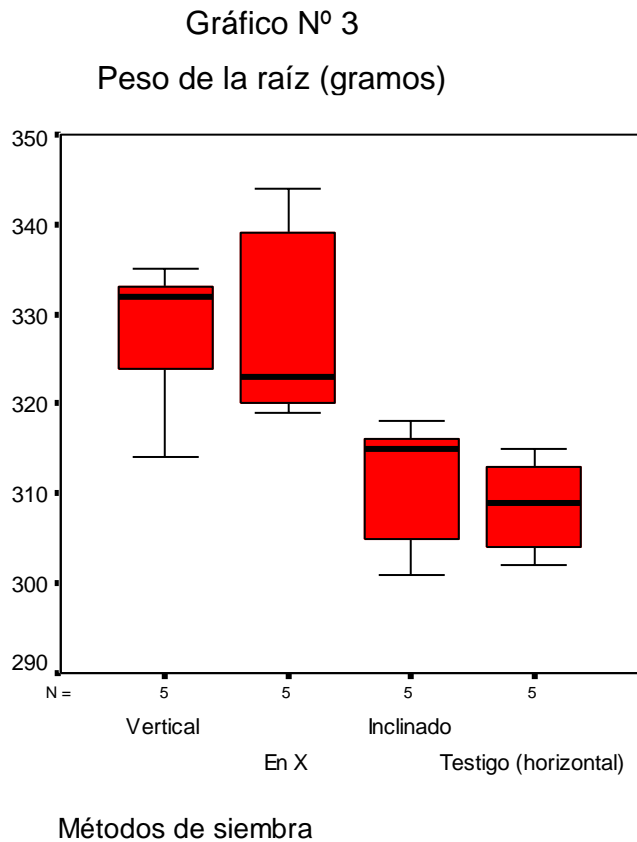
El análisis de varianza al 5% de significancia del error (cuadro N° 7), indica que no existe diferencia estadística significativa entre repeticiones, mientras que existe diferencia estadística significativa entre tratamientos, por lo que es posible afirmar que la posición de las estacas en la siembra influyó en el peso de las raíces.

Cuadro N° 7
Análisis de Varianza para el Peso de Raíz

| Fuentes de varianza | Suma de Cuadrados | Grados de libertad | Cuadrados Medio | Fc | Ft |
|---------------------|-------------------|--------------------|-----------------|------|------|
| Repeticiones | 87,700 | 4 | 21,925 | 0,24 | 3,26 |
| Posiciones | 1730,550 | 3 | 576,850 | 6,25 | 3,49 |
| Error | 1106,700 | 12 | 92,225 | | |
| Total | 2924,950 | 19 | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Sometidos los promedios a la prueba múltiple de Duncan (5% de error) se establece que las posiciones “En X” y vertical son estadísticamente superiores a las posiciones inclinada y horizontal, como se observa en el siguiente gráfico.



4.3.3. Rendimiento de Raíces:

En el cuadro N° 8 se detalla los datos por unidad experimental, en el mismo se observa que esta característica varió desde 14,28 hasta 17,01 toneladas de raíz por hectárea, con un promedio general de 15,80 tn/ha.

Los promedios por tratamiento indican que el mayor rendimiento de raíces por hectárea se observó en la posición “en X” y la menor en la posición horizontal.

Cuadro N° 8
Rendimiento de Raíces (toneladas/ha)

| Posiciones de estaca | Repeticiones | | | | | Promedio |
|----------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|----------|
| | I | II | III | IV | V | |
| Vertical | 16,12 | 16,30 | 16,27 | 16,85 | 16,93 | 16,49 |
| En X | 16,95 | 16,36 | 16,24 | 16,86 | 17,01 | 16,68 |
| Inclinado | 14,49 | 14,67 | 14,77 | 15,75 | 16,08 | 15,15 |
| Horizontal | 14,43 | 15,00 | 15,07 | 14,28 | 15,56 | 14,87 |
| Promedio | 15,50 | 15,58 | 15,59 | 15,94 | 16,40 | 15,80 |

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de varianza al 5% de significancia del error (cuadro N° 9), indica que no existe diferencia estadística significativa entre repeticiones, mientras que existe diferencia estadística significativa entre tratamientos, por lo que es posible afirmar que la posición de las estacas en la siembra influyó en el productividad de raíces.

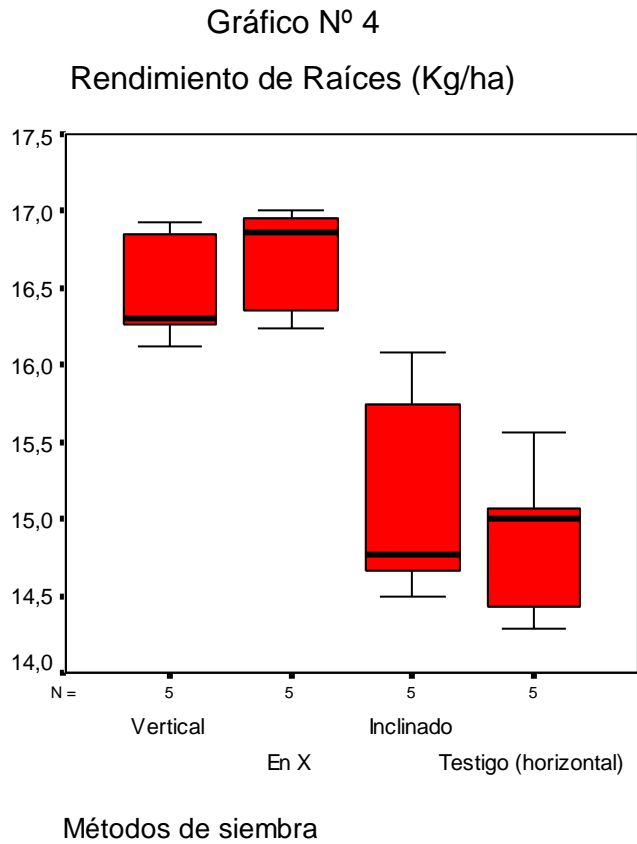
Cuadro N° 9
Análisis de Varianza para Rendimiento de Raíces (Kg/ha)

| Fuentes de varianza | Suma de Cuadrados | Grados de libertad | Cuadrados Medio | Fc | Ft |
|---------------------|-------------------|--------------------|-----------------|-------|------|
| Repeticiones | 2,225 | 4 | 0,556 | 3,44 | 3,26 |
| Posiciones | 12,758 | 3 | 4,253 | 26,31 | 3,49 |
| Error | 1,940 | 12 | 0,162 | | |
| Total | 16,923 | 19 | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Sometidos los promedios a la prueba múltiple de Duncan (5% de error) se establece que las posiciones “En X” y vertical son estadísticamente

superiores a las posiciones inclinada y horizontal, como se observa en el siguiente gráfico.



4.4. **CONDICIONES EDÁFICAS**

El área de estudio antes de la siembra presentaba un pH fuertemente ácido, textura franco arcilloso con 37% de arena, 33% de arcilla y 30% de limo y los siguientes contenidos de macronutrientes:

Cuadro N° 10

Principales características físico-químicas del suelo

| Componentes | Contenido | Evaluación |
|-------------|-----------|-------------------|
| Ph | 4,39 | Fuertemente ácido |
| MO (%) | 0,27 | Bajo |
| N (ppm) | 0,05 | Muy bajo |
| P (ppm) | 1,41 | Bajo |
| K (ppm) | 0,13 | Bajo |

Fuente: Laboratorio de suelos de la UFAC.

Estos valores permiten afirmar que el suelo donde se realizó la investigación tiene una baja fertilidad. Las demás características químicas y los resultados del análisis físico químico de las muestras para cada tratamiento se detallan en el anexo N° 2.

4.5. CONDICIONES CLIMÁTICAS

Los datos correspondientes a las temperaturas registradas durante el periodo de investigación, se detalla en el Cuadro N° 11, en el mismo se observa que la temperatura promedio fue de 32,3°C, la mínima media de 21,5°C y la máxima media de 36,6°C.

Cuadro N° 11

Temperatura y Precipitación, registradas durante la investigación

| Meses | Temperatura °C | | | Precipitación (mm) | |
|-------------|----------------|----------|--------|--------------------|-------|
| | Mínima | Promedio | Máxima | Total | Prom |
| Junio* | 22,9 | 31,7 | 35,2 | 0,6 | 0,03 |
| Julio | 13,0 | 29,9 | 35,6 | 22,3 | 0,72 |
| Agosto | 25,1 | 34,0 | 38,5 | 36,8 | 1,19 |
| Septiembre | 24,7 | 34,6 | 39,5 | 58,8 | 1,96 |
| Octubre | 16,7 | 32,7 | 36,7 | 170,6 | 5,50 |
| Noviembre | 24,4 | 31,7 | 36,4 | 219,8 | 7,33 |
| Diciembre** | 23,4 | 31,7 | 34,5 | 102,6 | 12,83 |
| Total | | | | 611,5 | |
| Promedio | 21,5 | 32,3 | 36,6 | | 3,20 |

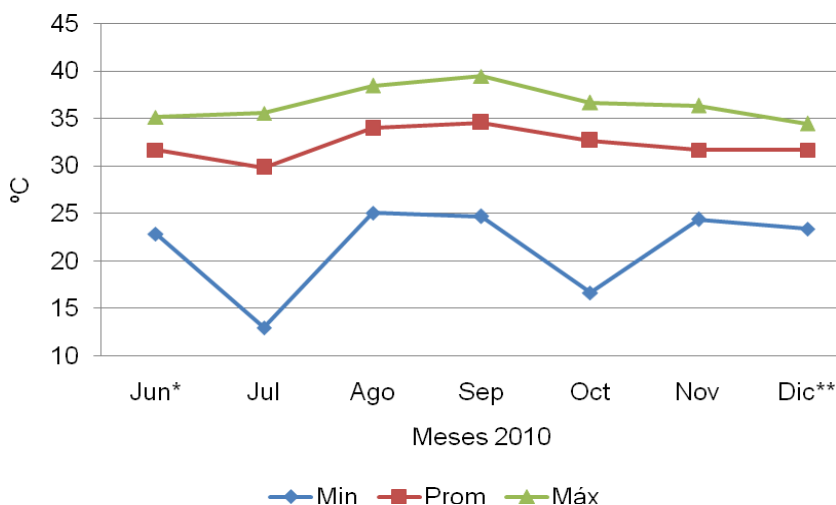
* 10 – 30 de junio ** 1 – 8 de diciembre

Fuente: SENAMHI 2010

El Gráfico N° 5, permite observar que el mes de Septiembre se registró la mayor temperatura, mientras que en el mes de julio se registró la temperatura más baja.

Gráfico N° 5

Promedios de Temperatura, Durante el Estudio



*10 de Junio (inicio)

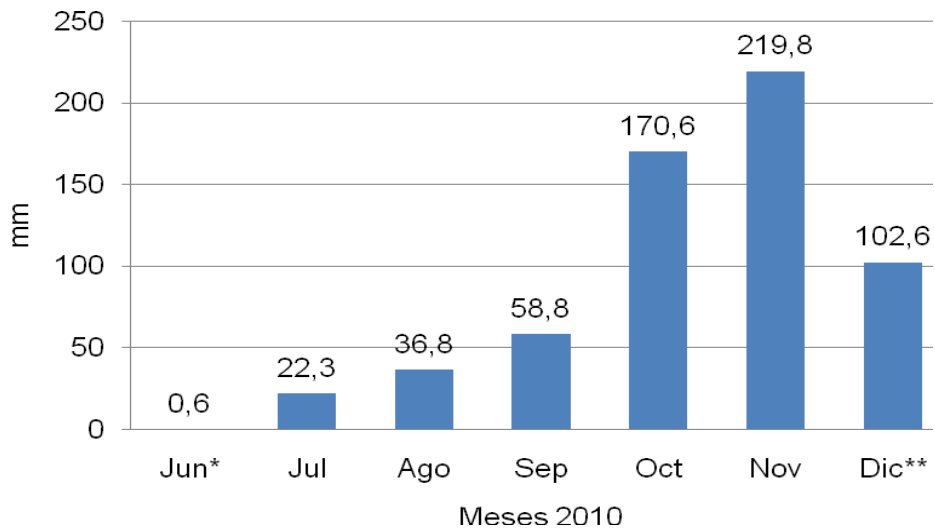
**8 de Diciembre (final)

Los datos correspondientes a la precipitación pluvial que se registran en el Cuadro N° 11 y Gráfico N° 6, indican que durante el periodo de estudio, se registró una precipitación total de 611,5 mm, equivalente a 3,2 litros-día/m².

Sin embargo se observa que el mes de junio se registró la menor precipitación con solo 0,6 mm mientras que el mes de noviembre se registró el máximo con 219,8 mm. La precipitación fue mal distribuida como se detalla en los promedios diarios con dos épocas claramente diferenciados, los cuatro primeros meses (junio – septiembre) tuvieron muy baja precipitación, mientras que los últimos tres meses (octubre – diciembre) registraron las más altas precipitaciones, situación que se atribuye a las condiciones climáticas propias de la región.

Gráfico N° 6

Precipitación Pluvial registrada durante el estudio



*10 de Junio (inicio)

**8 de Diciembre (final)

4.6. INCIDENCIA DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Durante el periodo de investigación se presentaron los siguientes insectos:

- Saltamontes (*Schistocerca piceifrons*) perteneciente a la familia Acrididae y al orden Orthoptera, estos insectos atacaron a la parte foliar de las plantas cortando las hojas; la incidencia fue de un 6%.
- Vaquita verde (*Ceratoma spp.*) perteneciente a la familia Culicidae y al orden Díptera, estos insectos produjeron quemazón de las hojas, en algunos casos provocando la marchitez, su incidencia fue del 3,5%.



La única enfermedad que se presentó y observó en la fase de la cosecha fue la pudrición de la raíz, causada por *Diplodia manihotis*. Se ha observado en una planta.



5. DISCUSIÓN

5.1. EFECTO DE LOS MÉTODOS DE SIEMBRA

González (1973) y Arismendi (1980) coinciden en que los sistemas de siembra de yuca que se vienen aplicando varían de una zona a otra, utilizándose diferentes posiciones, longitudes de las estacas y a profundidades variables, bien sea en el suelo plano o sobre el camellón. La posición en que se siembran las estacas va a influir en la distribución de las raíces reservantes e igualmente en el proceso de la cosecha que de acuerdo al sistema que se use, será fácil o difícil, también esto influye en el crecimiento de la parte aérea que en algunos casos, según el tamaño de las estacas que se utiliza, va a contribuir al control de malezas.

En la presente investigación, los métodos de siembra o posiciones de estas no tuvieron efecto sobre la emergencia que en promedio se produjo a los 17 días después de la siembra, tampoco se observó efecto sobre el número de raíces por planta que varió desde 4,82 hasta 5,07 con un promedio general de 4,95 raíces por planta.

Sin embargo se observó efectos significativos sobre la longitud de la raíz que presentó un promedio 25,4 cm, mientras que las posiciones vertical con 26,9 cm y "En X" con 27,4 cm fueron estadísticamente superiores a las posiciones: inclinado con 23,9 cm y horizontal con 23,2 cm.

Otra característica directamente relacionada con el rendimiento como es el peso de las raíces, también se vio influido por las posiciones de las estacas en la siembra, toda vez que su promedio fue de 319,1 g, y los pesos obtenidos con la posición "En X" con 329,0 g y Vertical 327,6 g fueron estadísticamente superiores a las registradas en las posiciones inclinadas con 311,0 g y horizontal con 308,6 g.

Estos resultados corroboran lo indicado por González (1973) y Arismendi (1980), es decir que la posición de las estacas en la siembra de la yuca

influye en la distribución de las raíces reservantes e igualmente en el proceso de la cosecha y en el crecimiento de la parte subterránea.

5.2. RENDIMIENTO

Monsalve (1990), indica que aplicando buenas técnicas agronómicas se pueden alcanzar los 2,5 tn de raíces/ha hasta 30 t /ha.

Por su parte, González (1973) señala que a nivel experimental la variedad Nataima-31 tiene un rendimiento potencial de 33 t/ha de raíces frescas. Su promedio de rendimiento en el Valle Cálido del Alto Magdalena es de 23.1 t/ha de raíces frescas, superando en 6.8 t/ha a la variedad regional Aroma.

En la presente investigación, el rendimiento promedio de raíces fue de 15,80 toneladas por hectárea. La comparación entre promedios por tratamiento indica que las posiciones inclinada con 15,15 toneladas/ha y horizontal con 14,87 toneladas/ha fueron estadísticamente inferiores a los obtenidos en las posiciones “En X” con 16,68 toneladas/ha y vertical con 16,49 toneladas/ha. Estos resultados si bien están enmarcados en los parámetros citados por Monsalve (1990) son inferiores a los obtenidos en condiciones experimentales obtenidos por González (1973). También se posible afirmar que la productividad baja se debió a la época en que se realizó el estudio, iniciándose en plena época seca del año.

5.3. CONDICIONES ECOLÓGICAS

Negrete *et al* (2004), indica que los rendimientos máximos se obtienen en un rango de temperatura entre 25-29°C, siempre que haya humedad disponible suficiente en el periodo de crecimiento. Aunque puede tolerar el rango 16-38°C. Por este motivo en los climas tropicales-húmedos se alcanzan altas productividades. Por su parte, Mojena y Bertoli (2000), señalan que las temperaturas cálidas entre 25° y 30°C, requiere de una muy buena precipitación durante todo su ciclo. Por ser un cultivo de ciclo largo requiere

de más precipitación que otros cultivos, la precipitación deseable es de 1,400 mm bien distribuidos durante su ciclo productivo.

En la presente investigación, la temperatura promedio fue de 32,3°C, la mínima media de 21,5°C y la máxima media de 36,6°C, la precipitación pluvial total durante el periodo de estudio fue de 611,5 mm, equivalente a 3,20 litros-día/m². La precipitación fue mal distribuida con dos épocas claramente diferenciadas, los cuatro primeros meses (junio – septiembre) tuvieron muy baja precipitación, mientras que los últimos tres meses (octubre – diciembre).

En consecuencia es posible afirmar que la temperatura del área de estudio es adecuado para el desarrollo y producción de la yuca, sin embargo la precipitación pluvial fue insuficiente, debido principalmente a que la siembra se produjo en plena época seca, situación que también influyó en el ciclo productivo, retrasando significativamente, tomando en cuenta lo mencionado por Negrete *et al* (2004) y Mojena y Bertoli (2000).

Calderón (1977), indica que la yuca no es un cultivo exigente en cuanto a suelo, se da desde en suelos muy pobres en elementos nutritivos hasta en aquellos con una alta fertilidad. Preferiblemente los suelos han de tener un pH ligeramente ácido, entre 6 y 7, con una cierta cantidad de materia orgánica y han de ser sueltos, porosos y friables, evitando suelos con excesos de agua o desérticos.

En la presente investigación, el suelo presentó una estructura franco arcilloso, con un pH fuertemente ácido (4,39), bajos contenidos en macronutrientes: materia orgánica (0,27%), nitrógeno disponible (0,05 ppm), fósforo (1,41 ppm) y potasio (0,13 ppm).

Comparando estos datos con lo señalado por Calderón (1977), es posible afirmar que la elevada acidez del suelo pudo perjudicar el crecimiento y productividad, mientras que la baja fertilidad del área de estudio, de acuerdo

a la bibliografía consultada no constituye un factor determinante sobre este cultivo.

5.4. PLAGAS Y ENFERMEDADES

LÓPEZ et al (1995), hacen referencia a las siguientes plagas y enfermedades como las más comunes que se presentan en el desarrollo del cultivo en las regiones tropicales, insectos: taladrador de tallos y ramas *Coelostermus sp.*, Gusano de la hoja. *Erinnyis ello*, Mosquinha dos mandiocais o Broca dos brotes, *Lonchaea pendula*. Enfermedades: Mancha parda de la hoja *Cercospora henningsii*, Mancha blanca de la hoja *Cercospora caribae*, Ceniza o mildiu *Oidium sp.*, Añublo pardo fungoso *Cercospora vicosae*, Pudrición seca del tallo y la raíz *Diplodia manihotis* y, Bacteriosis, pudrición *Xanthomonas manihotis*.

Durante el periodo de investigación se presentaron los insectos: Saltamontes (*Schistocerca piceifrons*) que atacaron a la parte foliar de las plantas cortando las hojas, su incidencia fue de un 6%, también se observó la presencia de Vaquita verde (*Ceratoma spp.*) que produjeron quemazón de las hojas, en algunos casos provocando la marchitez, su incidencia fue del 3,5%. La única enfermedad que se presentó y observado en la fase de la cosecha fue la pudrición de la raíz, causada por *Diplodia manihotis*.

Considerando que el experimento se realizó por primera vez en esta área y se realizaron constantes limpiezas de la vegetación circundante, se observaron pocas plagas y una sola enfermedad que no tuvieron efectos significativos en la productividad del cultivo, como indica López et al (1995)

6. CONCLUSIONES

El análisis de los resultados de la presente investigación, permite efectuar las siguientes conclusiones:

- Los métodos de siembra o posiciones de estaca “En X” y “Vertical” tuvieron efectos favorables sobre las variables longitud y peso de raíces con respecto a las otras posiciones estudiadas como son la “Inclinada” y “Horizontal”.
- Las características como los días a la emergencia y número de raíces por planta no tuvieron efectos significativos debido a las posiciones de las estacas en la siembra.
- El rendimiento promedio de raíces fue de 15,80 t/h. Las posiciones “inclinada” con 15,15 t/ha y “horizontal” con 14,87 t/ha fueron estadísticamente inferiores a los obtenidos en las posiciones “En X” con 16,68 t/ha y “vertical” con 16,49 t/ha.
- Las condiciones climáticas del área de estudio caracterizadas por una temperatura media de 32,3°C, mínima de 21,5°C y la máxima de 36,6°C fueron favorables, mientras que la precipitación pluvial total de 611,5 mm, equivalente a 3,2 litros-día/m².
- El suelo del área de estudio presentó una estructura franco arcilloso, un pH fuertemente ácido (4,39) y bajos contenidos en macro-nutrientes: materia orgánica (0,27%), nitrógeno disponible (0,05 ppm), fósforo (1,41 ppm) y potasio (0,13 ppm).
- Durante el periodo de investigación se presentaron plagas como Saltamontes (*Schistocerca piceifrons*) y Vaquita verde (*Ceratoma spp.*). La única enfermedad que se presentó en la fase de la cosecha fue la pudrición de la raíz, causada por *Diplodia manihotis*.

7. RECOMENDACIONES

Los resultados de la presente investigación, permite efectuar las siguientes recomendaciones:

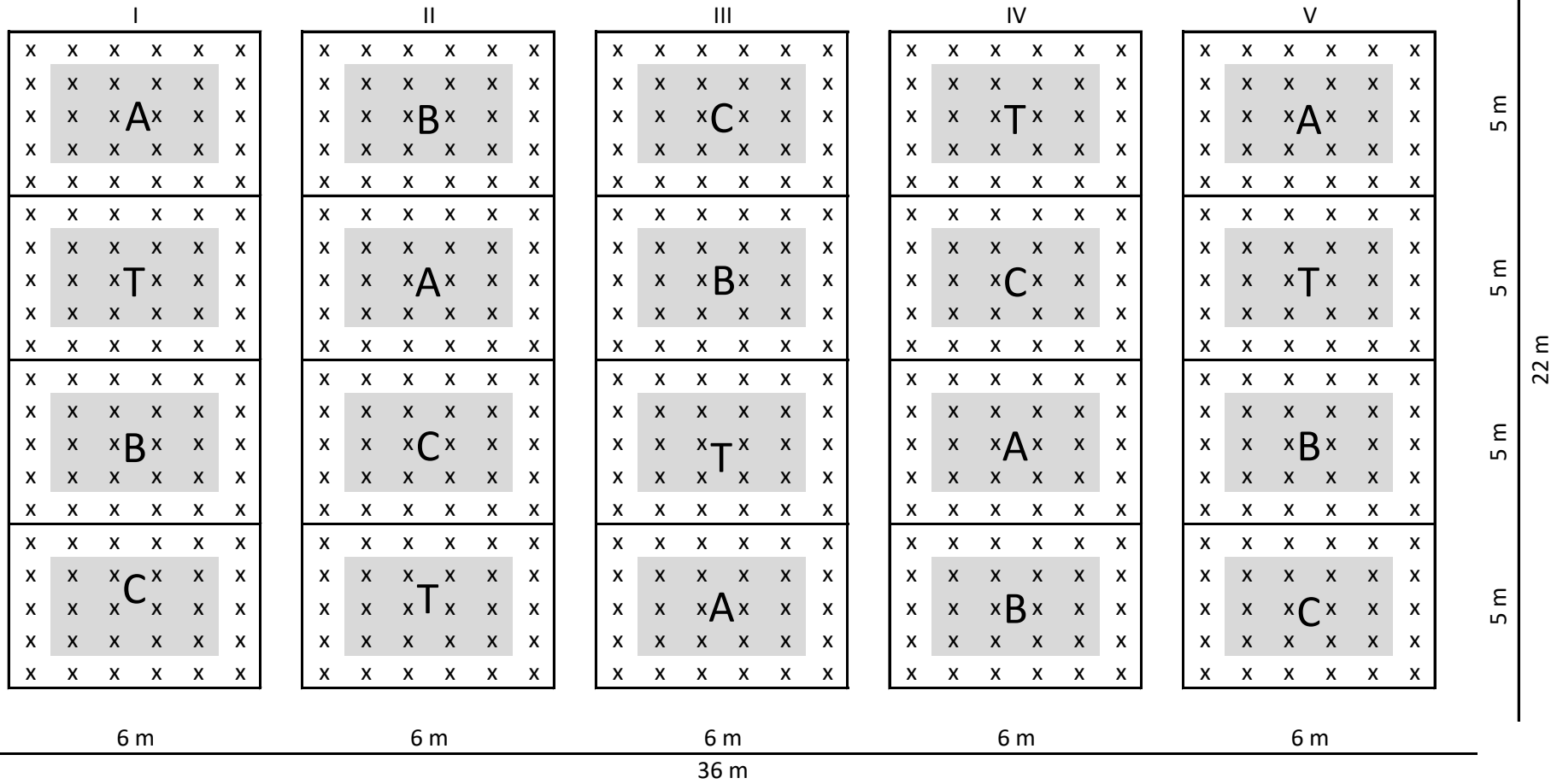
- De manera preliminar se recomienda a los productores de la región, como métodos de siembra emplear las posiciones “En X” y vertical, para obtener rendimientos satisfactorios.
- Considerando que en la presente investigación se empleó una densidad 10000 plantas por hectárea (1m x 1 m), que pudo haber limitado la productividad, se recomienda realizar investigaciones con diferentes densidades de siembra.
- Toda vez que la presente investigación se realizó en monocultivo, se recomienda realizar nuevas investigaciones en cultivo diversificado o en asociación con otras especies como parte de sistemas agroforestales.
 - Se recomienda tener mucho cuidado en la utilización de dos estacas por hoyos de 4 a 5 yemas cada una durante la siembra, se corre el riesgo que una de las estacas sea perjudicada en el momento del raleo o deshije.
- Debido a que el área de estudio presentó elevada acidez, se sugiere efectuar nuevas investigaciones orientadas a corregir la acidez del suelo mediante encaladuras, preparación anticipada del suelo, fertilización orgánica, etc.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- ALVES DE MEDOVA H., DE MELO G.M, TEIXEIRA E.C. 2003. Avaliação de genótipos de mandioca em diferentes épocas de colheita no Estado do Acre. *Pesq. Agropec. Bras.* 38(6): 761-769.
- ARISMENDI, L. 1980. Prácticas culturales, almacenamiento y procesamiento del cultivo de la Yuca (*Manihot esculenta*). Trabajo de ascenso. Universidad del Oriente. Escuela de Ingeniería Agronómica. Venezuela.
- CALDERÓN A.H. 1977. Ensayo de siembra con dos variedades de yuca (*Manihot esculenta*) en la región de Santágua. *Resúmenes Analíticos de yuca*. CIAT, Cali, Colombia. p. 77.
- CIAT. 1990. Especies silvestres de *Manihot*. Un recurso valioso. *Yuca Boletín Informativo*. 14(1):12.
- DIAZ, M. 2008. La Yuca. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), San José, Costa Rica.
- FAO. 1996. Anuario de producción. vol. 49, p. 235.
- FAO. 2002. Anuario estadístico. <http://www.fao.org/> 2002.
- FAO/SMIA. 1999. Perspectiva alimentaria No. 5, Nov.
- FERNÁNDEZ L., GÁVEZ G., FUNDORA Z. 2000. Estudio de la heredabilidad del rendimiento y sus componentes en yuca (*Manihot esculenta* Crantz). *Cultivos Tropicales* 21(2):37-42.
- LÓPEZ Z.M., VÁZQUEZ B.E., LÓPEZ F.R. 1995. Raíces y Tubérculos. *Pueblo y Educación*. La Habana. Cuba, p. 3-93.
- MOJENA M., BERTOLÍ M. 2000. Comportamiento del rendimiento y sus componentes en la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en agroecosistemas de intercalamiento con maíz (*Zea mays* L) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L). *Cultivos Tropicales* 21(3):61-66.

- MOJENA M., BERTOLÍ M. 1996. Intercalamiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) con yuca (*Manihot esculenta* Crantz) var. Señorita en diferentes arreglos espaciales. Cultivos Tropicales 17 (3):52-55.
- MOJENA M. Y PASCUAL M. 2004. Rendimiento en la yuca (*Manihot esculenta*) en diferentes arreglos espaciales. Agronomía Costarricense 28(2): 87-94.
- MOJENA M., BERTOLÍ M., ZAFARONI E. 2000. Evaluación de algunas plagas insectiles en agroecosistemas de intercalamiento de maíz (*Zea mays* L) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L) con yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Rev. Brasileira de Agrociencia 6(1): 4-11.
- MONSALVE M. F. R. 1990. Relaciones de competencia entre yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y boniato (*Ipomoea batata* L) en condiciones de asocio. Resúmenes analíticos sobre yuca. 16(3). CIAT, Cali, Colombia.
- NEGRETE B.F., ESSEN S.F., GREGORIO M.J. 2004. Efecto de la *Crotalaria juncea*, l. en arreglos espaciales dentro del sistema yuca//maíz como práctica de manejo cultural del chinche de la viruela *Cyrtomenus bergi* froeschner. CORPOICA, Ecorregión Caribe, Departamento Sistemas. <http://www.turipana.org.co-/crotalaria.htm>
- RODRÍGUEZ S. 1987. Interacción genotipo-ambiente, clasificación de ambientes y uso de diferentes métodos de estabilidad en yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en ciencias agrícolas. INCA. p. 139.
- SANTAMARIA H.E., CONTRERAS G.J. 1984. Composición química de seis variedades de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en distintas etapas de desarrollo. Agricultura Técnica de México 10(1):3-16.

ANEXO Nº 1
CROQUIS DE CAMPO



600 100
36 6

600 100
58 9,66666667

3,50% 21 ptas
6% 36 ptas
57

792
600