



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
UNA**

**FACULTAD DE DESARROLLO RURAL
F. D. R.**

TRABAJO DE DIPLOMA

**EFFECTO DE SEIS DENSIDADES DE SIEMBRA SOBRE EL
RENDIMIENTO DE RAICES TUBEROSAS DE YUCA (*Manihot
esculentum* Crantz) VARIEDAD VALENCIA**



AUTORES:

Br: JOSÉ RAFAEL GARCÍA LÓPEZ

Br: CHAMBAR BALDIOCEDA MANZANARES

ASESORES:

DR: Agr. VÍCTOR AGUILAR BUSTAMANTE

Ing: MSc. MOISES BLANCO NAVARRO

**MANAGUA, NICARAGUA
NOVIEMBRE, 2003**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
UNA
FACULTAD DE DESARROLLO RURAL
F. D. R.**

TRABAJO DE DIPLOMA

**EFFECTO DE SEIS DENSIDADES DE SIEMBRA SOBRE EL
RENDIMIENTO DE RAICES TUBEROSAS DE YUCA (*Manihot
esculentum* Crantz) VARIEDAD VALENCIA**

Esta tesis es sometida a la consideración del Honorable Tribunal Examinador, nombrado por la Facultad de Educación a Distancia de la Universidad Nacional Agraria para ser presentada como requisito parcial para optar al grado profesional de Ingeniero Agrónomo Generalista.

AUTORES:

**Br: JOSÉ RAFAEL GARCÍA LÓPEZ
Br. CHAMBAR BALDIOCEDA MANZANARES**

ASESORES:

**Dr. Agr: VÍCTOR AGUILAR BUSTAMANTE
Ing: MSc. MOISÉS BLANCO NAVARRO**

**MANAGUA, NICARAGUA
NOVIEMBRE, 2003**

DEDICATORIA

Al ser único, **Dios**, por darme la capacidad, sabiduría y guiarme para concluir mi carrera universitaria, siendo realidad mi aspiración de alcanzar el título profesional de Ingeniero Agrónomo Generalista.

A mi santa madre Gregoria Catalina López Ruiz, por ser la fuente de toda mi energía, al haberme formado con tanto amor y sacrificio dentro de los valores del trabajo y superación que desde niño formó en mí, para ahora coronar mi carrera lo que hace que me sienta muy orgulloso de ella.

A mi padre por apoyarme de la mejor manera en toda la trayectoria de mi vida y principalmente en el tiempo de mi carrera para así lograr alcanzar esta meta.

A mis hermanos Sor Martha, Carmen, Juan y Julio por que siempre han estado conmigo.

A un amigo, amigo que raras veces lo puedes encontrar en esta vida, Luis Idiáquez.

A todas aquellas lindas personas que desearon que culminara mi carrera.

José Rafael García López

DEDICATORIA

Este humilde trabajo se lo dedico con gran satisfacción:

A mi madre María Elena Manzanares, por ser la persona que me enseñó el amor y que ha sido un ejemplo de superación.

A mi padre René Baldioceda, por que de él he tenido todo el apoyo moral y por haberme formado como un pilar de sostén, ya que, es una de las pocas personas que me quedan en esta vida.

A mis hermanos, Reyna Isabel, Jaime Manuel y Perla Celeste, que desearon que culminara este curso y a todos mis sobrinos, por estar siempre al lado de nosotros en todos los momentos.

Phambar Baldioceda Manzanares

AGRADECIMIENTO

El trabajo experimental lo agradecemos a la Universidad Nacional Agraria por sus estudios brindados para formarnos como profesionales.

A los Docentes de FDR por transmitirnos los conocimientos básico para ser profesionales capaces y útiles a la sociedad nicaragüense.

Al Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) por habernos permitido realizar este estudio en el Centro Experimental Campo Azules, Masatepe.

Al Dr. Agr. Víctor Aguilar Bustamanante por su asesoría en esta investigación, en su etapa de campo y revisión del texto.

Al MSc. Moisés Blanco Navarro por su apoyo constante y asesoría en la revisión del informe final del trabajo de investigación.

Al amigo MSc. Octavio Menocal Barberena por su valiosa ayuda en la revisión del primer borrador del documento.

Al Ingeniero Agrónomo y amigo Humberto López Díaz por su apoyo técnico y metodológico en la conducción de toma de datos de campo.

*José García P
Phambar Baldioceda*

INDICE

Contenido	Página
INDICE DE TABLAS	i
INDICE DE FIGURAS	iii
INDICE DE ANEXOS	iv
RESUMEN	v
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	3
III. MATERIALES Y METODOS.....	4
2.1 Descripción del lugar	4
2.2 Descripción del experimento	6
2.2.1 Diseño y tratamientos.....	6
2.2.2 Variables a medir.....	7
2.2.2.1 Variables de crecimiento	7
2.2.2.1.1 Porcentaje de emergencia	7
2.2.2.1.2 Altura de planta	7
2.2.2.1.3 Grosor del tallo	7
2.2.2.1.4 Número de tallos por planta.....	7
2.2.2.2 Variables de rendimiento.....	7
2.2.2.2.1 Número de raíces tuberosas por planta.....	7
2.2.2.2.2 Longitud de las raíces tuberosas.....	7
2.2.2.2.3 Diámetro de las raíces tuberosas	8
2.2.2.2.4 Rendimiento.....	8
3.3 Análisis Estadístico.....	8
3.4 Manejo Agronómico.....	9
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	12
3.1 % Emergencia	12
3.2 Altura de planta.....	14
3.3 Grosor del tallo	15
3.4 Número de tallos por planta.....	16
3.5 Número de raíces tuberosas por planta.....	17
3.6 Longitud de las raíces tuberosas	18
3.7 Diámetro de las raíces tuberosas.....	19
3.8 Rendimiento.....	20
V. CONCLUSIONES.....	25
VI. RECOMENDACIONES	23
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	27
VIII ANEXOS	28

INDICE DE TABLAS

Tabla N°	Página
1. Dimensión del ensayo sobre densidades de siembra de yuca en el Centro Experimental Campo Azules, Masatepe, 2001- 2002.....	6
2. Tratamientos a evaluar sobre densidades de siembra de yuca en el Centro Experimental Campos Azules, Masatepe, 2001 – 2002.....	6
3. Requerimiento del cultivo de yuca variedad Valencia (Principal variedad de exportación)...	9
4. Densidad, distancia y material vegetativo para la propagación del cultivo de yuca.	10
5. Altura de planta obtenida en seis densidades del cultivo de la yuca en el período junio 2001 a junio 2002. Centro Experimental Campo Azules, Masatepe, Masaya, Nicaragua.	14
6. Grosor del tallo (cm) obtenido para seis densidades del cultivo de la yuca en el período junio 2001 a junio 2002. Centro Experimental Campo Azules, Masatepe, Masaya, Nicaragua.	15
7. Número de tallos por planta obtenido en seis densidades del cultivo de la yuca en el período junio 2001 a junio 2002. Centro Experimental Campo Azules, Masatepe, Masaya, Nicaragua.	16
8. Diámetro de las raíces tuberosas por planta obtenido para seis densidades del cultivo de la yuca en el período junio 2001 a junio 2002. En el Centro Experimental Campo Azules, Masatepe, Masaya, Nicaragua.	20
9. Rendimiento en toneladas por hectáreas obtenido en seis densidades del cultivo de la yuca en el período junio 2001 a junio 2002. Centro Experimental Campo Azules, Masatepe, Masaya, Nicaragua... ..	21
10. Análisis Económico Parcial de los Costos Variables en la Producción de yuca.	24

INDICE DE FIGURAS

Figura N°	Página
1 Precipitación y temperatura mensual, desde la siembra hasta la cosecha. Efecto de seis densidades poblacionales en rendimiento de yuca (<i>Manihot esculentum</i> Crantz). Variedad Valencia. Centro Experimental de Campo Azules, 2001 – 2002. (INETER), Masatepe.	5
2. Emergencia de plantas (%) en seis densidades de siembra del cultivo de la yuca. En el período junio 2001 a junio 2002. Centro Experimental Campo Azules Masatepe, Masaya, Nicaragua.	13
3. Número de raíces tuberosas por planta en seis densidades de siembra del cultivo de la yuca en el período junio 2001 a junio 2002. Centro Experimental Campo Azules, Masatepe, Masaya, Nicaragua.	17
4. Longitud de las raíces tuberosas en seis densidades de siembra del cultivo de la yuca en el período junio 2001 a junio 2002. Centro Experimental Campo Azules, Masatepe, Masaya, Nicaragua.	18
5. Regresión de rendimiento y densidad en seis densidades de siembra del cultivo de la yuca en el período junio 2001 a junio del 2002. Centro Experimental Campo azules, Masatepe, Masaya, Nicaragua.	22
6. Regresión de raíces y densidad en seis densidades de siembra del cultivo de la yuca en el período junio 2001 a junio del 2002. Centro Experimental Campo azules, Masatepe, Masaya, Nicaragua.	23

INDICE DE ANEXOS

Anexo N°	Página
1. Principales regiones y departamentos donde se cultiva la yuca en Nicaragua, según el III Censo Nacional Agropecuario Marzo 2001.	29
2. Zona de mayor producción de yuca en Nicaragua, según INTA. Managua, Nicaragua.	30

RESUMEN

En junio del 2001, en la comarca San José de Monte Redondo del municipio de Masatepe, departamento Masaya, Nicaragua, se efectuó un estudio en el cultivo de yuca (*Manihot esculentum* Crantz), variedad Valencia. El principal objetivo fue determinar el efecto que ejercen las diferentes densidades de siembra 14 286, 15 385, 16 667, 18 182, 20 000 y 22 222 plantas por hectárea. Los espaciamientos fueron 1 m de distancia entre hileras por 0.70, 0.65, 0.60, 0.55, 0.50 y 0.45 metros de distancia entre plantas respectivamente. En el rendimiento del cultivo de la yuca. El Diseño utilizado fue un Bloque Completo al Azar (BCA), con cuatro repeticiones en los que se realizaron evaluaciones de las características de crecimiento y los componentes del rendimiento. El análisis de varianza demostró que el mayor porcentaje de emergencia (91.75 %) se obtuvo con una densidad poblacional de 16 667 plantas por hectárea. Se determinó que la mayor altura de planta (199.75 cm) se obtuvo con la densidad poblacional de 20 000 plantas por hectárea. El mayor grosor encontrado fue de 1.75 cm con una densidad de 22 222 plantas/ha. El mayor número de tallos encontrados (1.72), se obtuvo con una densidad de 16 667 plantas/hectáreas. En el análisis de número de raíces tuberosas el mayor fue de 5.13 al igual que en la longitud de raíz de 32.6 cm, que correspondieron a una densidad de 14 286 plantas/hectáreas. Se encontró que el mayor diámetro de raíz de 5.20 cm, se obtuvo con una densidad poblacional de 15 385 plantas por hectárea, al igual para el resultado encontrado en rendimiento de 27.75 toneladas/hectáreas, correspondiendo esta densidad al arreglo espacial de 1 m entre surcos y 0.65 m entre plantas.

I. INTRODUCCIÓN

La yuca (*Manihot esculentum* Crantz), es una planta perteneciente a la familia Euforbiáceae, originaria del trópico americano donde se ha cultivado quizás por 4 mil años y es uno de los cultivos con mayor potencial de producción energética bajo condiciones agronómicas y socio económicas limitadas (amplio límite de adaptabilidad, resistente a sequías, tolerancia a suelos pobres, relativa facilidad del cultivo y altos rendimientos potenciales). Es el cuarto cultivo tropical en la cantidad de calorías producidas y utilizadas para el consumo humano, además se utiliza para el consumo animal. La producción de yuca esta mayoritariamente en manos de pequeños agricultores de escasos recursos económicos. Ocupa el séptimo lugar en términos de producción total a nivel mundial entre todos los cultivos. En la mayoría de los aspectos es el más importante de los cultivos de raíces en el trópico y se estima como fuente significativa de calorías para 500 millones de habitantes en los países en desarrollo (Cock, 1982. Citado por Thurston, 1989).

En nuestro país la producción de yuca se concentra principalmente en la Región Autónoma del Atlántico Norte (RAAN) en la Región Autónoma del Atlántico Sur (RAAS) en los departamentos de León y Masaya y en el departamento de Río San Juan; a esta actividad se dedican pequeños y medianos productores, con un área promedio 0.28 ha a 2.47 ha. (INEC, 2001). (Anexos 1 y 2)

El MAG-FOR (2002), estima que a nivel nacional hay 21 108 ha sembradas con un rendimiento promedio de 9.7 t/ ha, con una producción total a nivel nacional de 204 747.6 t.

En 1998, el aumento de los precios de mercado de la yuca en el país ha alentado a los productores a modernizar el sector y a producir yuca de regadío. También se prevé una expansión de la producción en Colombia, Paraguay, Haití, Nicaragua y Perú, como efecto del aumento de la demanda interna de yuca para el consumo humano y otros usos. Además este cultivo se ha convertido en una excelente alternativa para la diversificación agrícola, principalmente para el pequeño y mediano productor (FAO, 2001).

Los principales problemas en la producción de yuca dependen en gran medida por la bajas densidades de siembra de lo que se obtienen bajos rendimientos, según Gurnah obtuvo los mayores rendimientos con 18 500 plantas/ha, usando distancia de 60*60 cm, espaciamientos mayores y menores disminuyeron el rendimiento. (Montaldo, 1985).

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 sólo 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. (proexant@hotmail.com).

A pesar de las diferentes cualidades que éste cultivo tiene, su rendimiento potencial es muy superior al obtenido en Nicaragua, es debido a esto entre otras razones se realizó el presente estudio

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

- Determinar el efecto que ejerce la densidad en el Crecimiento y Rendimiento del cultivo de yuca (*Manihot esculentum* Crantz), en el departamento de Masaya, en el período de 2001 a 2002.

2.2. Objetivo Específicos

- Determinar el efecto de diferentes densidades de siembra sobre el crecimiento del cultivo de la yuca.
- Determinar el efecto de diferentes densidades de siembra sobre el rendimiento de yuca.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Descripción del lugar

El ensayo se estableció en el Centro Experimental Campos Azules (CECA), del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), ubicado en San José de Monte Redondo a 3 km, al Sur del municipio de Masatepe, departamento de Masaya, Nicaragua.

Este sitio esta localizado en la longitud 86° 11' Oeste y latitud 11° 52' Norte. Esta es una zona subtropical húmeda con precipitación media anual de 1 500 mm y extrema de 1 200 a 1 800 mm, ocasionalmente hasta los 2 000 mm, con altitud de 470 m.s.n.m. La temperatura oscila entre 18° C y 25° C con media de 23.6° C. (INETER. 2002).

Con una estación seca bien definida que inicia en noviembre y finaliza en abril, los meses más lluviosos son: Junio, septiembre y octubre, con el 20 por ciento de total de lluvia cada mes. El agua recibida en todo el ciclo desde Junio 12 del 2001 a Junio del 2002 fue de 2 229.8 mm, (INETER, 2002). Pudiéndose apreciar las precipitaciones más altas en los meses de julio del 2001 y mayo del 2002 con temperatura promedio de 22.2 °C (Figura 1).

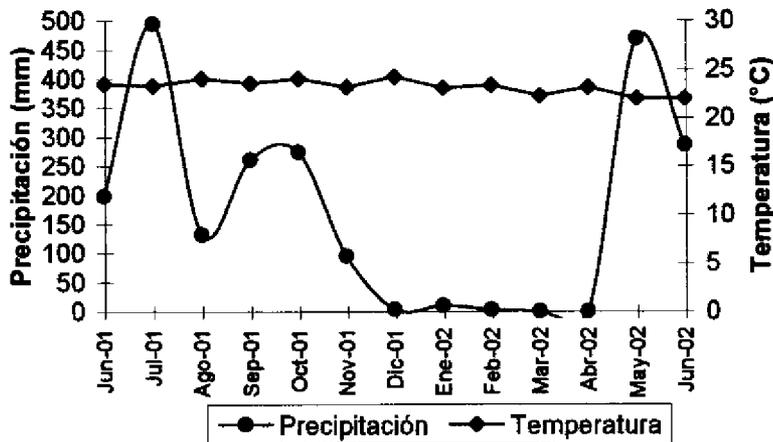


Figura: 1 Precipitación y temperatura mensual, desde la siembra hasta la cosecha. Efecto de seis densidades de siembra sobre el rendimiento de raíces tuberosas de yuca (*Manihot esculentum* Crantz). Variedad Valencia. Centro Experimental de Campo Azules, 2001 – 2002. (INETER, 2002), Masatepe.

El suelo presenta un relieve suavemente ondulado con pendientes cortas; es de textura media, (franco-arenoso) con una profundidad variable hasta los 50 cm, descansa sobre una capa de cenizas volcánicas compactadas (talpetate) con espesor de 30 cm aproximadamente; ésta a su vez se asienta sobre una capa de materiales arenosos de 15 cm de espesor seguida de materiales de textura que van de media a pesada. El tipo de textura permite una permeabilidad moderada, no habiendo problemas de estancamiento de agua. Con un pH de 5.5 – 6.5. El suelo anteriormente descrito pertenece a la serie Masatepe Clase II. (CATASTRO, 1972).

3.2 Descripción del experimento

3.2.1 Diseño y tratamientos

Se usó el diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con cuatro repeticiones, asignando a la parcela experimental cinco hileras de siete metros de longitud, un área útil compuesta por las tres hileras centrales, siendo de 35 metros cuadrados el tamaño de la parcela experimental, según se aprecia en la Tabla 1.

Tabla. 1 Dimensión del ensayo sobre densidades de siembra de yuca en el Centro Experimental Campos Azules, Masatepe, 2001 – 2002.

Áreas	m ²
Parcela experimental	35
Parcela útil	21
Área total del experimento	840

Se estudiaron las combinaciones de 1 metro de distancia entre hilera por 0.45, 0.50, 0.55, 0.60, 0.65 y 0.70 metros de distancia entre plantas (Tabla 2).

Tabla. 2 Tratamientos a evaluar sobre densidades de siembra de yuca en el Centro Experimental Campos Azules, Masatepe, 2001 – 2002.

Distancias (m) entre plantas	Densidad plantas/ha
1.0 * 0.70	14 286
1.0 * 0.65	15 385
1.0 * 0.60	16 667
1.0 * 0.55	18 182
1.0 * 0.50	20 000
1.0 * 0.45	22 222

3.2.2 Variables a medir

3.2.2.1 Variables de crecimiento

3.2.2.1.1 Emergencia de plantas (%):

Se realizó a los 22 días después de la siembra, contando cada una de las plantas emergidas y no emergidas en la parcela útil.

3.2.2.1.2 Altura de planta (cm):

Se realizó la medición cada mes, tomando la altura de la base hasta las yemas terminales en diez plantas al azar, expresadas en cm, en cada parcela útil en las tres hileras centrales.

3.2.2.1.3 Grosor del tallo:

De la base de la planta a 30 cm de altura se realizó la medición en diez plantas al azar, estas mediciones se hicieron a los 55 días después de la siembra con el instrumento de medición. (Vernier).

3.2.2.1.4 Número de tallos por planta:

A la cosecha se tomaron diez plantas al azar por tratamiento y se contaron el número de tallos por planta.

3.2.2.2 Variables de rendimiento

3.2.2.2.1 Número de raíces tuberosas:

A la cosecha se realizó el conteo de raíces de diez plantas previamente marcadas o etiquetadas con cintas plásticas y se contó el número total de raíces separando las raíces comerciales y las no comerciales, considerándose las comerciales aquellas que presentan más de 20 cm y 226.8 g.

3.2.2.2.2 Longitud de las raíces tuberosas (cm):

Al momento de la cosecha se tomó el largo de las raíces de diez plantas previamente etiquetadas con cintas plásticas, éstas separadas en raíces comerciales y no comerciales.

3.2.2.2.3 Diámetro de las raíces tuberosas (cm):

Al momento de la cosecha se midieron diez raíces por la parte central, siendo este el momento de la clasificación en comerciales y no comerciales.

3.2.2.2.4 Rendimiento (kg):

Se realizó mediante una balanza de reloj pesándose las raíces comerciales y no comerciales por separado, obteniendo el rendimiento total en kg/ha.

3.3. Análisis estadístico:

- En el análisis de las variables de crecimiento y rendimiento se utilizó el Programa SAS (Statistical Analysis System) V-8, 2002.
- Se realizó Análisis de Varianza (ANDEVA) y separación de medias por rangos múltiples de TUKEY al 5 % de probabilidad de error.
- Se realizaron regresiones para densidad de siembra con el número de raíces y rendimiento.
- A las variables discontinuas se les realizó transformación de raíz cuadrada de $X + 0.5$.

3.4. Manejo Agronómico.

Se usó la variedad de yuca Valencia, de hábito de crecimiento erecto, hojas color verde claro, con pecíolos cortos y de color vino, tallos color gris oliva, corto y ramificación irregular, cuyas características agronómicas y varietales aparecen en las Tablas 3 y 4. Esta variedad se encuentra registrada en el catálogo de Variedades de la Dirección de Semillas de Nicaragua para el período 2003 -2004. (MAG-FOR, SF).

Tabla 3. Requerimiento del cultivo de yuca variedad Valencia (Principal variedad de exportación).

Agro ecológicos	
Clima	Trópico, sub trópico, cálido
Temperatura	26 - 28 °C, no apta a menos de 17 °C.
Hora – luz	10 - 12 (fotoperíodo)
Humedad	80 – 90 %
Pluviosidad	800 – 1 800 mm. Anuales
Altitud	Hasta 1 000 m.s.n.m.
Vientos	menores de 30 km / h
Formación ecológica	Bosque húmedo tropical, bosque seco tropical.
Edáficos	
Textura	Francos, ligeros, con buen drenaje.
Acidez (pH)	5.5 a 7.5
Tipo de suelo	Bien drenados, francos, franco - limosos, profundos, ricos en potasio.

El ciclo del cultivo presenta el desarrollo de la plantación a los 12 meses y a los 10 meses se da el inicio de la cosecha.

Tabla 4. Densidad, distancia y material vegetativo para la propagación del cultivo de yuca.

Material de siembra	Estacas sanas y vigorosas
Distancia de siembra	1.0 m entre hileras y 60 cm entre plantas, depositando una estaquilla por sitio.
Densidad de plantas	8 500 a 16 667 plantas por ha.
Época de plantación	Al inicio del período de lluvias.

Esta variedad puede alcanzar un rendimiento de 30 t/ha. Los costos de establecimiento y producción por ha es de U\$ 600.00 para cada ciclo, es un cultivo que debería aprovecharse más para la exportación congelada, como bocadillos en bolsas (snack y sheeps) y como almidón elaborado (el precio del almidón de yuca es más alto que otros similares). (proexant@hotmail.com).

La siembra se realizó manualmente colocando cada esqueje de forma inclinada en el fondo del surco, introduciendo 2/3 parte de su largo en el surco, se usó esquejes de madera de tercio inferior de la planta de 25 cm, de longitud.

La fertilización consistió en la aplicación de 136.36 kg/ha (3 qq/ha) de la fórmula 12-30-10 45 días después de la siembra (dds) y una segunda aplicación de 90.90 kg/ha (2 qq/ha) seis meses después de la primera con Urea al 46 %.

Las malezas fueron controladas mediante el método mecánico utilizándose azadón y machete. Se realizó un primer control a los 45 (dds). Un segundo a los 60 días y un tercero a los 120 (dds). No hubo necesidad de aplicaciones fitosanitarias ya que el cultivo no fue atacado por insectos plagas ni enfermedades.

La cosecha se efectuó de forma manual y mecánica en el mes de junio del 2002, halando las plantas y con una pala se auxilió para aquellas raíces que se desprendían y quedaban enterradas.

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Emergencia (%)

Generalmente, una semana después de la siembra, se forman las primeras raíces a nivel de los nudos de las estacas, poco después, se forman los tallos aéreos y a los 10 o 20 días después de la siembra aparecen las primeras hojas. A los 15 días ha terminado la fase de brotación (Navarro, 1983).

El poder de brotación de la estaca se estima por el tiempo que tarda el látex en aparecer, una vez que se ha hecho el corte. Se supone que si aparece en menos de 3 segundos habrá buena brotación (Blanco, 1992). Una estaca con alta viabilidad tardará menos tiempo en emitir brotes.

De acuerdo con el análisis de varianza del porcentaje de emergencia en el cultivo de la yuca (Figura 2), demuestra que el mayor porcentaje de emergencia (91.75 %), se obtuvo con la densidad 16 667 plantas/ha y el menor porcentaje de emergencia (86.75 %), se obtuvo con la densidad de 15 385 plantas/ha. El análisis refleja que no existe significancia para el porcentaje de emergencia en las diferentes densidades de siembra siendo el valor de probabilidad de 0.69 al 5 %.

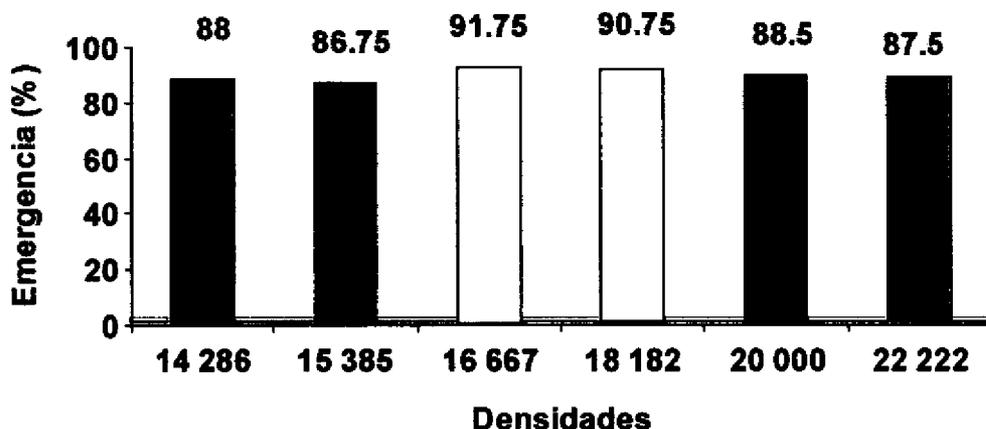


Figura 2. Emergencia de plantas (%) en seis densidades de siembras del cultivo de la yuca. En el período junio 2001 a junio 2002. Centro Experimental Campo Azules, Masatepe, Managua, Nicaragua.

La poca diferencia observada en la población emergente, demuestra que no hay diferencia en las densidades, sino mas bien en las condiciones ambientales, el material utilizado en el establecimiento del ensayo era de buena calidad, confirmando lo expresado por Leihner & Andrade (1979), el cual dice que el factor de mayor importancia en la reducción de los rendimientos de yuca es la pérdida del poder germinativo de éstas debido a su deshidratación, infestación por patógenos u otras influencias adversas.

Celis & Toro (1979), indican que la falta de humedad puede ocasionar pérdidas graves en la brotación si esta ocurre durante los primeros 20 días de la siembra de las estacas. Una sequía pronunciada cuando las plantas son muy pequeñas también puede causar pérdidas; por consecuencia, el suelo debería regarse hasta la capacidad de campo cuando falta humedad si en el momento de la siembra no ha llovido por lo menos en los últimos cuatros días y el riego no es factible, la siembra se debe suspender hasta las próximas lluvias.

3.2 Altura de planta (cm)

El hábito de ramificación que varía desde decumbente horizontal (-+ 90), hasta erecta (25 %), es determinada por la altura de la primera ramificación y el ángulo formado entre las ramas de la primera ramificación con el tallo central (Domínguez, *et al.*, 1979).

En general no se presentó diferencia significativa en las densidades de siembra en los diferentes muestreos realizados durante el ciclo del cultivo de la yuca.

La altura de planta a los 208 días después de la siembra, oscila entre 1.84 y 1.99 m. En las seis densidades evaluadas (Tabla. 5), correspondiendo la mayor altura (199.75 cm) a la densidad 20 000 plantas/ha y la menor altura a la densidad de 16 667 plantas/ha, (184.25 cm).

Tabla. 5. Altura de planta obtenida en seis densidades del cultivo de la yuca en el período junio 2001 a junio 2002. Centro Experimental Campo Azules, Masatepe, Managua, Nicaragua.

Densidad	42 dds	72 dds	105 dds	116 dds	140 dds	175 dds	208 dds
14 286	25.7 a	64.7 a	100.5 a	136.2 a	172.0 a	186.0 a	192.5 a
15 385	24.5 a	65.2 a	100.5 a	135.2 a	172.0 a	187.5 a	196.2 a
16 667	22.5 a	58.5 a	98.2 a	137.2 a	168.2 a	182.0 a	184.2 a
18 182	24.0 a	58.5 a	101.0 a	143.0 a	172.7 a	186.5 a	188.0 a
20 000	24.5 a	66.5 a	104.7 a	142.2 a	180.0 a	196.0 a	199.7 a
22 222	25.2 a	64.5 a	99.0 a	132.7 a	170.7 a	190.7 a	192.5 a
Pr >F 5%	0.27	0.61	0.59	0.48	0.69	0.32	0.87
C.V	7.75	13.17	5.13	6.03	5.83	6.07	7.84

Notas: dds: días después de la siembra.

Las densidades mayores provocaron una mayor competencia por luz, elongando más las plantas, en consecuencia obteniendo la mayor altura, debido a la alta capacidad fotosintética que tienen los brotes apicales y sequenciales para producir nuevas hojas; donde los brotes laterales no pudieron realizar ninguna función por la falta de luz solar, sabiendo que estos ocasionalmente se desarrollan de yemas axilares en la parte basal del tallo (Cock, 1979).

La presente variedad corresponde a la clasificación de plantas intermedias en relación a su altura esto resulta acorde a lo reportado por Montalván, (1984), quien afirma que los cultivares se agrupan según su tamaño en: bajos (hasta 1.5 m) intermedios (1.5 a 2.5 m) y altos (más de 2.5 m).

3.3 Grosor del tallo (cm)

El alto rendimiento en raíces reservantes depende del grosor del tallo (Montalván, 1984).

El análisis del grosor del tallo no se encontró diferencia significativa en las seis densidades evaluadas, siendo la de mayor grosor 1.75 cm con la densidad de 22 222 plantas/ha, y el menor 1.57 cm, en la densidad 20 000 plantas/ha, según se aprecia en la Tabla 6.

Tabla. 6. Grosor del tallo (cm) obtenido en seis densidades del cultivo de la yuca en el período junio 2001 a junio 2002. Centro Experimental Campo Azules, Masatepe, Masaya, Nicaragua.

Densidad	116 dds	140 dds	175 dds	208 dds
14 286	1.22 a	1.40 a	1.45 a	1.72 a
15 385	1.40 a	1.45 a	1.50 a	1.60 a
16 667	1.40 a	1.47 a	1.55 a	1.70 a
18 182	1.32 a	1.42 a	1.47 a	1.60 a
20 000	1.42 a	1.45 a	1.52 a	1.57 a
22 222	1.37 a	1.47 a	1.62 a	1.75 a
Pr > F5%	0.26	0.96	0.72	0.44
C.V.	8.95	11.2	12.04	8.99

Nota: dds: días después de la siembra.

Al parecer las densidades no tuvieron influencia en el grosor del tallo por ser esta una característica varietal. No pudiéndose apreciar en el ensayo experimental.

Los resultados de esta variable son menores que los reportados por Domínguez (1979), que afirma que el tallo maduro es cilíndrico y su diámetro varía de 2 a 6 cm, tanto el grosor del tallo como el color, varía de acuerdo a la edad de la planta y a la variedad.

3.4 Número de tallos por planta

Diversos autores afirman que el tallo es el material de especial importancia para la preparación en las siembras comerciales (Cunha and Conceicao 1975; Veltkamp. Com. Pers. 1979; Keating 1981. Citado por Cock, 1979).

En la Tabla. 7, se aprecia que al someter los datos de números de tallo al análisis de varianza, considerando F al 0.05 de probabilidad de error, no refleja diferencia significativa, siendo el mayor de 1.72 tallos por planta para la densidad de 16 667 plantas/ha y el menor de 1.63 tallos por planta para la densidad de 15 385 plantas/ha.

Tabla. 7. Número de tallos por planta obtenido en seis densidades del cultivo de la yuca en el período junio 2001 a junio 2002. Centro Experimental Campo Azules, Masatepe, Masaya, Nicaragua.

Densidad	72 dds	105 dds	116 dds	140 dds	175 dds	208 dds
14 286	1.42 a	1.56 a	1.65 a	1.65 a	1.65 a	1.68 a
15 385	1.29 a	1.47 a	1.49 a	1.56 a	1.58 a	1.63 a
16 667	1.46 a	1.49 a	1.51 a	1.54 a	1.72 a	1.72 a
18 182	1.17 a	1.47 a	1.49 a	1.56 a	1.59 a	1.69 a
20 000	1.33 a	1.49 a	1.58 a	1.63 a	1.63 a	1.69 a
22 222	1.42 a	1.55 a	1.60 a	1.64 a	1.67 a	1.69 a
Pr > F 5%	0.0956	0.998	0.8554	0.9142	0.7189	0.4507
C.V.	14.99	23.57	18.9	14.94	13.98	16.8298

Nota: dds: días después de la siembra.

Estos resultados confirman lo anteriormente reportado por Domínguez (1979), el cual afirmó que la ramificación reproductora constituye el carácter varietal más estable, la poca variación en los resultados de número de tallos por planta es un carácter varietal muy marcado, razón por la cual no se pudo apreciar en éste experimento. Mostrando un número promedio óptimo de tallos de dos por plantas.

3.5 Número de raíces tuberosas por planta

Las raíces reservantes son morfológica y anatómicamente idénticas a las raíces fibrosas, la diferencia esencial radica en que las raíces reservantes tienen mayor desarrollo radical y alta cantidad de almidón. Este almacenamiento de almidones le da valor económico. (Villa. G. et al. 1993).

Las plantas tienen números bajos de raíces con una penetración profunda, por ello la planta tiene la capacidad para resistir períodos largos de sequía. Se ha determinado que las raíces fibrosas de la planta pueden penetrar hasta los 2.5 m (Villa G. et al. 1993).

En el análisis del número de raíces por planta oscilaron entre 3.50 y 5.13 la mayor cantidad se encontró en la densidad de 14 286 plantas/ha, y el menor número de raíces por planta lo representa la densidad de 22 222 plantas/ha, (Figura 3).

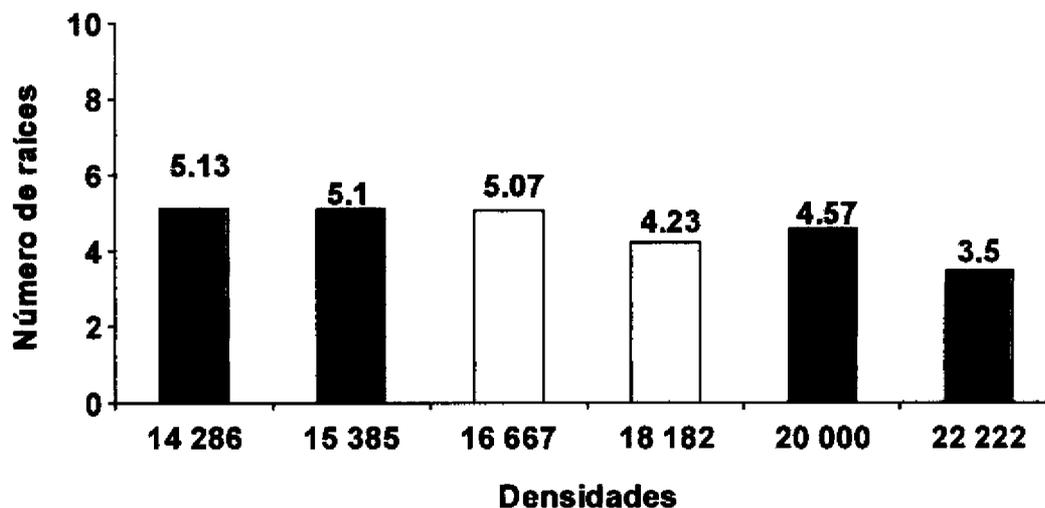


Figura 3. Número de raíces tuberosas por planta en seis densidades de siembra del cultivo de la yuca en el período junio 2001 a junio 2002. Centro Experimental Campo Azules, Masatepe, Managua, Nicaragua.

Estos resultados son menores que los reportados por Méndez (1993), que son de 7 y 15 raíces por planta, según las variedades evaluadas (SG-439, CM-4168, SG-513, Matas de pavas, Cubana y Corazón Amarillo).

3.6 Longitud de las raíces tuberosas (cm)

Para este aspecto diversos autores han afirmado que los principales órganos de almacenamiento en yuca son las raíces. A los 28 días después de la siembra se puede encontrar un número de gránulos de almidón en parénquima del xilema de las raíces fibrosas. Anatómicamente en este estadio no es posible distinguir entre las raíces que mas tarde engrosaran y las que permanecen fibrosas (Cock, 1979).

Las raíces son tuberosas, variando en números de acuerdo con el cultivar y generalmente presentando un crecimiento en dirección inclinada. Mide de 20 a 40 cm, de longitud (Montes, SF).

En promedio la longitud de la raíz osciló entre 28.10 y 32.62 cm, para cual no se encontró diferencia significativa por lo que son similares entre sí, según se observa en la Figura 4.

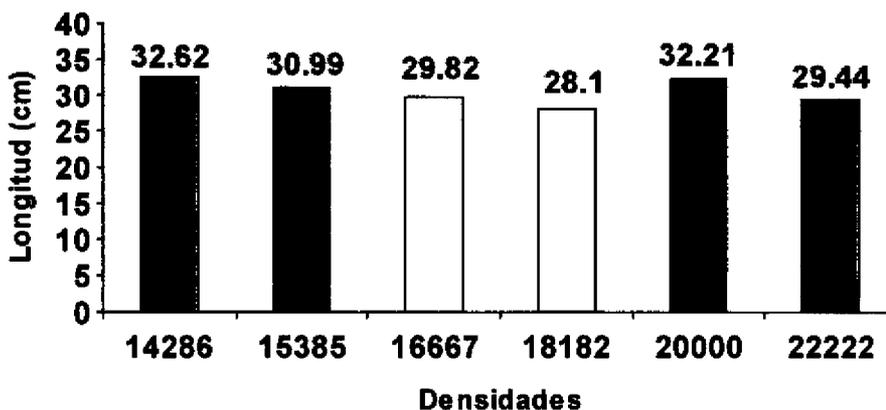


Figura 4. Longitud de las raíces tuberosas en seis densidades de siembra del cultivo de la yuca en el período junio 2001 a junio 2002. Centro Experimental Campo Azules, Masatepe, Masaya, Nicaragua.

Similares resultados fueron encontrados por Serrano (1971) y Méndez, (1993), ya que reportan que la longitud de raíces osciló entre (21.18 cm, y 35.15 cm), y (30.48 cm y 17.78 cm), respectivamente a mayores distancias entre surcos y entre plantas, la raíz alcanzó mayor longitud, esto sucede al haber más espacio y menor competencia de nutrientes, permitiendo el elongamiento con mayor facilidad de las raíces. Además, según Jennings (1970), informó que las raíces de estacas sembradas verticalmente tienden a penetrar más profundamente que las que están en posición inclinada u horizontal.

3.7 Diámetro de las raíces tuberosas por planta

La planta absorbe el agua y los nutrimentos por medio de las raíces fibrosas y aparentemente todas estas raíces tienen esa capacidad, la cual disminuye considerablemente cuando se vuelven tuberosas. Solamente unas pocas raíces fibrosas en cada planta, por lo general, menos de diez, se vuelven tuberosas de manera tal que la mayoría de las raíces fibrosas permanecen y continúan en su función de raíces alimentadoras (Domínguez, 1979).

El diámetro de raíz no mostró significancia, este osciló entre 4.10 y 5.20 cm, por lo que son similares entre sí (Tabla 8).

Tabla. 8. Diámetro de las raíces por planta en seis densidades del cultivo de la yuca en el período junio 2001 a junio 2002. Centro Experimental Campo Azules, Masatepe, Managua, Nicaragua.

Densidad	Diámetro Comercial
14 286	4.51 a
15 385	5.20 a
16 667	4.64 a
18 182	4.10 a
20 000	4.81 a
22 222	4.37 a
Pr>F 5%	0.54
C.V.	18.00

Nota: Diámetro C: diámetro comercial.

Esto esta de acuerdo a lo reportado por (Méndez, 1993) que obtuvo resultados de 4.4 cm y 6.5 cm de diámetro en diez variedades, teniendo como característica principal la capacidad de almacenamiento de almidón.

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. Al final de este periodo, la producción de hojas casi ha disminuido (Navarro, 1983).

3.8 Rendimiento (t/ha)

La densidad de siembra y los rendimientos óptimos fluctúan de un país a otro e incluso dentro de un mismo país y zona agro ecológica. El hábito de crecimiento de la planta, su morfología y condiciones ambientales influyen en el rendimiento. Las recomendaciones para una variedad en particular no son necesariamente aplicables a otra de hábito de crecimiento y morfología diferente o en otro ambiente.

Según la Corporación PROEXANT, ha logrado la máxima producción con 15 000 plantas por hectárea. Con la variedad Valencia. (proexant@hotmail.com).

En los rendimientos promedio de yuca no mostraron significancia en ninguna de las seis densidades de siembra. El rango de rendimiento varía desde 24.26 t/ha hasta 27.75 t/ha, alcanzando un rango óptimo en la densidad de 15 385 plantas por hectárea. (Tabla 9).

Tabla. 9. Rendimiento en toneladas por hectáreas obtenido en seis densidades del cultivo de la yuca en el período junio 2001 a junio 2002. Centro Experimental Campo Azules, Masatepe, Managua, Nicaragua.

Densidad	t/ha
14 286	27.51 a
15 385	27.75 a
16 667	26.00 a
18 182	26.38 a
20 000	25.80 a
22 222	24.26 a
Pr>F 5%	0.60
C.V.	27.85

Según Sosa & Landa 2002, obtuvieron resultados de 19.1 y 31.6 t/ha, similares a este experimento.

Mostrando una notable diferencia con lo reportado por (Méndez, 1993), que obtuvo resultado de 11.8 y 90.9 t/ha, según la variedad.

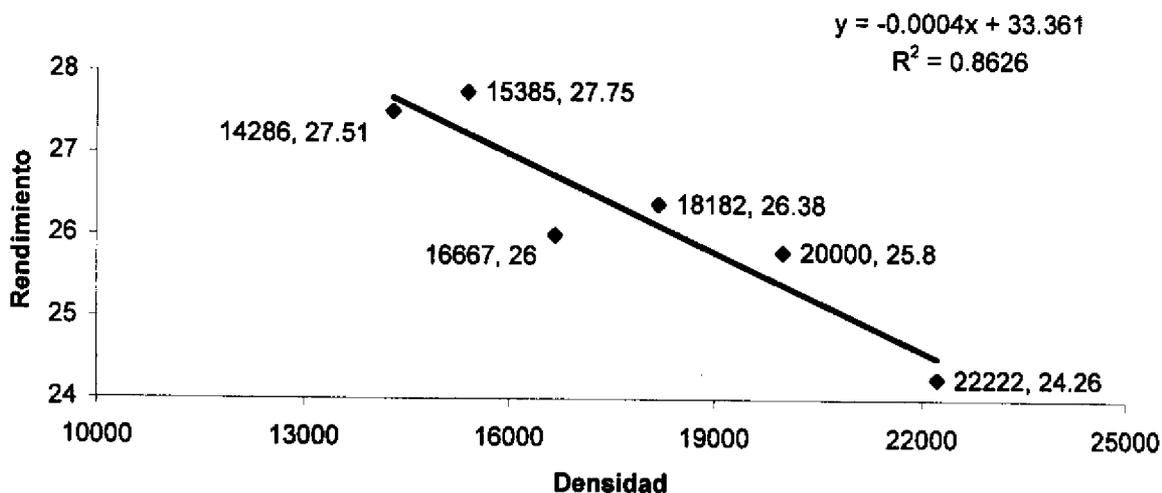


Figura: 5 Regresión de rendimiento y densidad en seis densidades de siembra del cultivo de la yuca en el período junio 2001 a junio del 2002. Centro Experimental Campo azules, Masatepe, Masaya, Nicaragua.

En la regresión de rendimiento y densidad, ésta fue altamente significativa con un P (0.007 **) representa 86.26 % de la dispersión de los datos. Encontrándose una relación negativa. La tendencia de la línea proyectada muestra que al aumentar la densidad el rendimiento disminuye. Obteniéndose el rango óptimo con la densidad de 15 385 plantas/ha, siendo el rendimiento mayor de 27.75 t/ha.

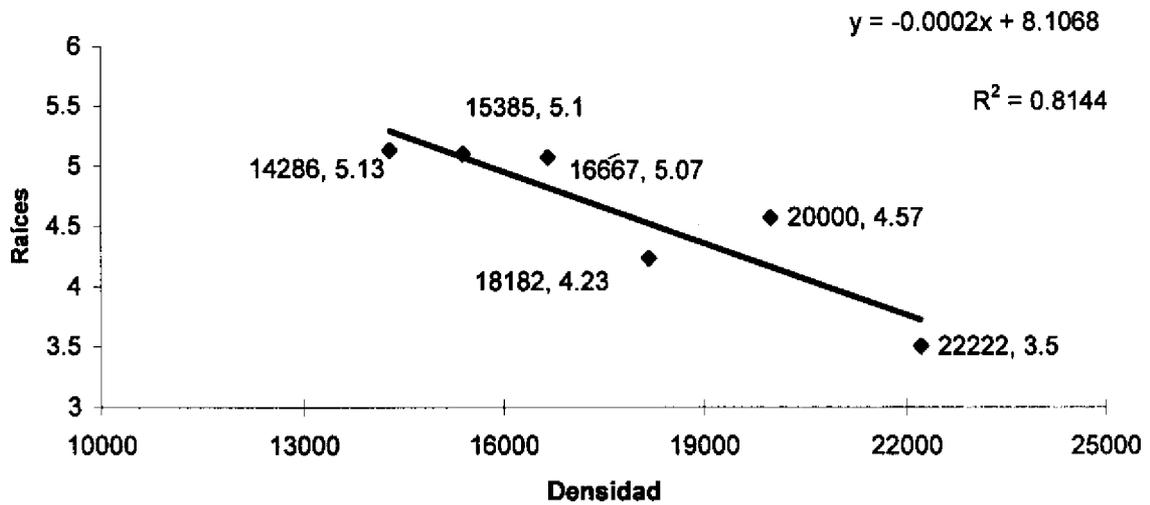


Figura: 6 Regresión de raíces y densidad en seis densidades de siembra del cultivo de la yuca en el período junio 2001 a junio del 2002. Centro Experimental Campo azules, Masatepe, Managua, Nicaragua.

La regresión de raíces y densidad fue significativa con un P (0.014 *) representando 81.4 % la dispersión de los datos. Encontrándose una relación negativa. Al comparar las variables demuestra que al aumentar la densidad disminuye el número de raíces.

Tabla: 10. Análisis Económico Parcial de los Costos Variables en la Producción de yuca.

Concepto/ Tratamiento	Esqueje C\$	Siembra C\$	Insumo C\$	Cosecha C\$	Costos/ Variables/ Prod- C\$	Venta total-C\$	Retorno Marginal %
14 286	750	285	590	1250	2 875	64 731	106
15 385	808	308	636	1350	3 102	65 296	107
16 667	875	333	688	1450	3 346	61 178	100
18 182	954	364	752	1600	3 670	62 072	101
20 000	1050	400	825	1750	4 025	60 707	98
22 222	1167	444	917	1950	4 478	57 083	91

En el Análisis Económico Parcial de los Costos Variables tomando 16 667 plantas/ha como testigo considerado éste el 100 %, muestra que el retorno marginal es mayor en el tratamiento 15 385 plantas/ha, con 107 % lo que significa que por cada 100 córdobas invertido se recupera 7 córdobas.

V CONCLUSIONES

El porcentaje de emergencia se aumenta a medida que la población se acerca al rango medio de las seis densidades, alcanzando el mayor porcentaje con la densidad de 16 667 plantas/ha.

El aumento de la altura de la planta se alcanza en ambos rangos de las mayores y menores densidades, donde las mayores alturas tuvieron mayor competencia de luz solar.

La poca variación del grosor del tallo, se da por el carácter varietal, alcanzando el mayor grosor en la distancia 0.45 metros entre planta y 1 metro entre surcos.

El número de tallos por planta es mayor al disminuir la población a 16 667 plantas por hectárea; por su carácter varietal.

El número de raíces tuberosas por planta aumenta en función de la disminución de la población, hasta llegar a distancia de 0.70 m entre plantas y 1 m entre surco (14 286 plantas/ha).

La mayor longitud de raíz se alcanzó en la densidad poblacional de 14 286 plantas/ha, siendo de 32.62 cm.

El mayor diámetro de raíz se alcanzó en la densidad poblacional de 15 385 plantas /ha (0.65m x 1m).

Usando la combinación de 1 metro entre surco y 0.65 metro entre plantas (15 385 plantas/ha), se alcanzó el mayor rendimiento en el peso de raíz.

Las densidades de mayor espaciamientos de surco y entre planta evaluadas mostraron buena capacidad de producción y adaptabilidad a las condiciones de ecológicas del departamento de Masaya, Masatepe.

VI RECOMENDACIONES

Con base en los resultados y conclusiones obtenidas se establecen las siguientes recomendaciones:

Utilizar una distancia de siembra de 15 385 plantas por hectárea, ya que los rendimientos son satisfactorios para el aval de su exportación a nivel internacional.

Realizar estudio de concentración de almidón y sanidad en la yuca Valencia, comparándolas con las del mercado internacional.

Realizar en otra localidad de la zona de Masaya el proceso de evaluación con densidades mayores a 0.65 metros entre plantas ya que el rendimiento tiende a incrementar a menores densidades poblacionales pero la misma variedad, con el objetivo de conocer su estabilidad en rendimientos en diferentes condiciones agro climáticas.

Comparar de esta variedad con las variedades criolla a través de la pruebas de cocción para consumo fresco y aceptación en el mercado.

Se recomienda continuar el estudio y las evaluaciones de las densidades recomendadas con la comparación de las variedades criolla en épocas de cosecha diferente.

VII REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Blanco, M. 1992. Raíces y tubérculos. UNA. Libro de texto. Managua, Nicaragua. 242 pp.

CATASTRO E INVENTARIO DE REC. NATZ DE NIACARAGUA. 1971. Levantamiento de suelos de la Región del Pacífico de Nicaragua; descripción de suelos. Nicaragua. Vol. I parte 2.

Celis, B. & Toro, J.C. 1979. Prácticas agronómicas para la producción de yuca. In. Yuca: Investigación, producción y utilización. CIAT. Colombia. Pp 167 – 207.

Cock, J. H. 1979. Aspectos fisiológicos del crecimiento y desarrollo de la planta de yuca. En Yuca: Investigación, producción y utilización, CIAT. Colombia. Pp 51 – 74.

Cock, J. H. 1982. Cassava: a basic energy source for the tropics. Science 218: 755 – 762.

Domínguez, C. 1979. Yuca: Investigación, producción y utilización. CIAT. Colombia. 660pp.

Domínguez, C; Ceballos, L & Fuentes, C. 1979. Morfología de la planta de yuca. En. Yuca: Investigación, producción y utilización. CIAT. Colombia. Pp 29 – 49.

FAO, 2001. Sistema Mundial de Información y Alerta sobre la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. Revista No. 4. 26 pp.

INEC, 2001, Tercer Censo Agropecuario, Censo Nacional Agropecuario. Nicaragua.

INETER, 2002, Registros de precipitación y temperatura. Centro Experimental Campo Azules, Masatepe, Masaya, Nicaragua.

Leihner, D. E. & Andrade, S. 1979. Métodos y duración del almacenamiento de estaca. In Yuca: Investigación, producción y utilización. CIAT, Colombia. Pp 231 - 239.

MAG-FOR, 2002. Informe Anual de Producción de Hortalizas por regiones I, II, IV, V, RAAN, RAAS. Dirección de Estadísticas. Cuadro 4-H. Managua, Nicaragua.

MAG-FOR, SF. Variedad Registrada en Nicaragua 2003- 2004, Tríptico. Dirección de semillas. Nicaragua.

Méndez, G. M. 1993. Validación de variedades de yuca. INTA, Managua, Nicaragua. 10 pp.

- Montaldo, A. 1985. La Yuca Mandioca: Cultivo, Industrialización, Aspecto económico, empleo en la alimentación y mejoramiento. IICA. San José Costa Rica. 386 pp.
- Montalván, R. 1984. Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria. Primer Jornada Científica de Cultivo Trópico Húmedo, Estación Experimental, El Recreo, Managua, Nicaragua. Pp (135 y136).
- Montes, A. SF. Cultivo de hortalizas en el trópico. Zamorano, Honduras. 187 pp.
- Navarro, M. F. 1983. Guía Técnica para el cultivo de yuca. Estación Experimental DEAM PAOGETTB. Managua, Nicaragua. Pp 7 y 9.
- Proexant@hotmail.com .
- Serrano, B. 1971. Estudio de la densidad de población en el cultivo de yuca. P 10.
- Sosa, M. & Landa, V. 2002. Comparación de Rendimiento de Variedades de Yuca. XLVIII Reunión Anual del PCCMCA. San Cristóbal, Republica Dominicana. P 88.
- Thurston D. 1989. Enfermedades de cultivos en el trópico. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 232 pp.
- Villagómez C, V & Rodríguez S, G. 1993. El Cultivo de la Yuca. Managua, Nicaragua. Lima, Perú. 10 pp.

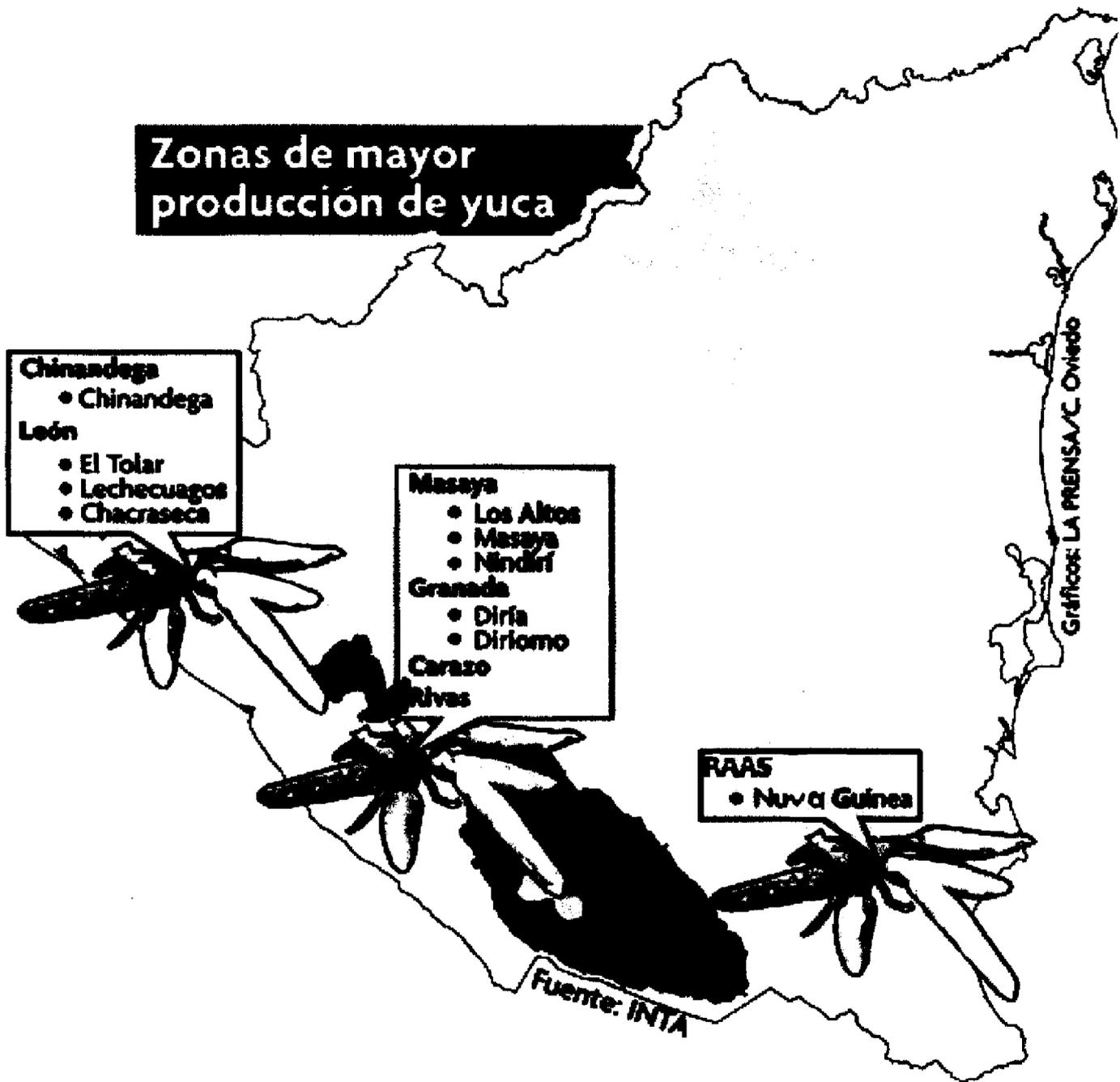
VIII ANEXOS

Anexo 1. Principales regiones y departamentos donde se cultiva la yuca en Nicaragua, según el III Censo Nacional Agropecuario Marzo 2001.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos III CENAGRO

Cultivo de Yuca

	Mean	EA's que Sembraron	% Total de EA's	Sumatoria de Superficie	% Total de la Sumatoria
Pais *Total	1.02	21 378	100	21 800.62	100
5 Nueva Segovia	0.57	234	1.09	133.90	0.61
10 Jinotega	0.75	1 146	5.36	854.15	3.92
20 Madriz	0.56	68	0.32	38.23	0.18
25 Estelí	0.56	25	0.12	13.90	0.06
30 Chinandega	0.87	398	1.86	347.35	1.59
35 León	3.52	566	2.65	1 991.60	9.14
40 Matagalpa	0.52	1 219	5.70	638.52	2.93
50 Boaco	0.41	483	2.26	198.66	0.91
55 Managua	1.20	348	1.63	418.88	1.92
60 Masaya	1.48	1 045	4.89	1 544.59	7.09
65 Chontales	0.60	558	2.61	333.41	1.53
70 Granada	1.90	367	1.72	698.08	3.20
75 Carazo	0.81	323	1.51	260.76	1.20
80 Rivas	0.57	215	1.01	121.57	0.56
85 Río San Juan	0.75	1 421	6.65	1 062.68	4.87
91 RAAN	0.85	5 339	24.97	4 558.01	20.91
93 RAAS	1.13	7 623	35.66	8 586.33	39.39



Anexo 2. Zona de mayor producción de yuca en Nicaragua, según INTA. Managua, Nicaragua.