

## NOTA TÉCNICA

# EFFECTO DE LAS DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO DE YUCA (*Manihot esculentum* Crantz) vr VALENCIA<sup>1</sup>

Moisés Blanco Navarro<sup>2</sup>, Víctor Aguilar Bustamante<sup>2</sup>, José Rafael García López<sup>3</sup>, Chambar Baldioceda Manzanares<sup>3</sup>

### RESUMEN

**Efecto de las densidades de siembra en el rendimiento de yuca (*Manihot esculentum* Crantz) vr Valencia.** 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, 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/ha, sobre los componentes del rendimiento. Los espaciamientos fueron de un metro de distancia entre hileras por 0,70; 0,65; 0,60; 0,55; 0,50 y 0,45 metros de distancia entre plantas respectivamente. El diseño utilizado fue bloques completos al azar (BCA), con cuatro repeticiones, en los que se realizaron evaluaciones de las características de crecimiento y los componentes del rendimiento. No hubo diferencias en la germinación debido a las densidades de siembra. En el análisis del número de raíces tuberosas, el mayor fue de 5,13 con una densidad de 14.286 plantas por hectárea (1 x 0,7). El mayor diámetro de raíz (5,20 cm), al igual que el mayor rendimiento (27,75 t/ha), se obtuvo con un densidad de 15.385 plantas por hectárea, con una distancia de 1 m entre surcos y 0,65 m entre plantas siendo ésta la densidad que promovió la formación de mayor número de raíces aptas para la exportación.

**Palabras clave:** *Manihot esculentum*, densidad, número y diámetro de raíces tuberosas, rendimiento, Nicaragua.

### ABSTRACT

**Effect of density on the yield of cassava (*Manihot esculentum* Crantz) cv. Valencia.** A study of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) cv. Valencia was carried out in June of 2001, in San José de Monte Redondo, Municipality of Masatepe, Masaya Department, Nicaragua. The objective of this test was to assess the effect of 14 286, 15 385, 16 667, 18 182, 20 000 y 22 222 plants per hectare on the components of yield. Spacing was 1m between rows and 0.70, 0.65, 0.60, 0.55, 0.50 y 0.45 m between plants respectively. The experimental design used was a completely randomized blocks design, with four replications. Higher emergency of plants (91.75 %) was obtained with a population of 16,667 plants per hectare (1 x 0.6 m). The highest number of tuberous roots was 5.13 in a density of 14 286 plants per hectare (1 x 0.7). The largest diameter of root (5.20 cm), and the best yield (27.75 t/ha) were obtained with a plant population of 15 385 plants per hectare, when plants were sown at 1 m between rows and 0.65 m between plants. This density caused the formation of the highest quantity of roots for exportation.

**Key words:** *Manihot esculentum*, density, number and diameter of tuberous roots, yield, Nicaragua.



## INTRODUCCIÓN

La yuca (*Manihot esculentum* Crantz), es una planta perteneciente a la familia Euforbiaceae, originaria del trópico americano donde se ha cultivado quizás por cuatro mil años. Es uno de los cultivos con mayor potencial de producción energética bajo condiciones agronómicas y socio económicas limitadas, ya que presenta amplia

aceptación, resistencia a la sequía, tolerancia a suelos pobres, relativa facilidad del cultivo y altos rendimientos potenciales (Cock 1982, citado por Thurston 1989).

Generalmente, una semana después de la siembra, se forman las primeras raíces a nivel de los nudos de la estacas; poco después, se forman los tallos aéreos y a los 10 ó 20 días después de la siembra aparecen las

<sup>1</sup> Recibido: 4 de octubre, 2004. Aceptado: 30 de agosto, 2004. Presentado en la L Reunión Anual del PCCMCA, El Salvador, abril del 2004.

<sup>2</sup> Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. Correo electrónico: moises.blanco@una.edu.ni.

<sup>3</sup> Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua.

primeras hojas. A los 15 días, finaliza la fase de brotación (Navarro 1983).

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, representa el valor económico de este cultivo (Villa y Rodríguez 1993).

Las plantas tienen pocas raíces con una penetración profunda, por ello la planta tiene la capacidad para resistir periodos largos de sequía. Se ha determinado que las raíces fibrosas de la planta pueden penetrar hasta los 2,5 m (Villa y Rodríguez 1993).

La planta absorbe el agua y los nutrientes 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).

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.

En Nicaragua, la producción de yuca se concentra principalmente en la Región de la Costa Caribe (RAAN y RAAS), y en los departamentos de León, Masaya y Río San Juan. A esta actividad se dedican pequeños y medianos productores, con un área promedio que va desde 0,28 ha hasta 2,47 ha (INEC 2001).

Se estima que en Nicaragua se siembran 21.108 ha de yuca, con una producción total de 204.748 t, presentando un rendimiento promedio de 9,7 t/ha (MAG-FOR 2002). Los principales problemas en la producción de yuca se deben en gran medida a las bajas densidades de siembra, que producen bajos rendimientos. Según Gurnah (1973) obtuvo los mayores rendimientos con 18.500 plantas/ha, usando distancia de 60 \* 60 cm, espaciamientos mayores y menores disminuyeron el rendimiento (Montaldo 1985).

A pesar de las diferentes cualidades que este cultivo tiene, su rendimiento potencial es muy superior al obtenido en Nicaragua. Debido a esto, se realizó el presente estudio planteándose el objetivo de determinar el efecto de diferentes densidades de siembra sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de la yuca.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción del lugar

El ensayo se estableció en el Centro Experimental Campos Azules (CECA), del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), ubicado en Masatepe, departamento de Masaya, Nicaragua.

Este sitio está 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. La temperatura oscila entre 18° C y 25° C con media de 23,6 °C, 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 % de total de lluvia cada mes. El agua recibida en todo el ciclo desde junio 12 del 2001 a junio del 2002 fue de 2.230 mm (INETER 2002).

El suelo presenta un relieve suavemente ondulado con pendientes cortas. Es de textura media (franco-arenoso), con una profundidad variable hasta los 50 cm y 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 que van de textura media a pesada. El tipo de textura permite una permeabilidad moderada, sin problemas de estancamiento de agua. El suelo anteriormente descrito pertenece a la serie Masatepe Clase II (CATASTRO 1973).

### Descripción del experimento

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.

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 (Cuadro 1).

### Métodos de fitotecnia

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, cortos y de ramificación irregular. 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).

**Cuadro 1.** Tratamientos a evaluar sobre densidades de siembra de yuca en el Centro Experimental Campos Azules, Masatepe, 2001 – 2002.

Distancia entre plantas (m)	Densidad plantas/ha
1,0 x 0,70	14.286
1.0 x 0,65	15.385
<b>1,0 x 0,60</b>	<b>16.667</b>
1,0 x 0,55	18.182
1,0 x 0,50	20.000
1,0 x 0,45	22.222

La siembra se realizó manualmente colocando cada esqueje de forma inclinada en el fondo del surco, introduciendo 2/3 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 % de nitrógeno.

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 DDS 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 usando una pala para aquellas raíces que se desprendían y quedaban enterradas.

### Variables de crecimiento

**Emergencia de plantas (%):** Se realizó a los 22 DDS, contando las plantas emergidas y no emergidas en la parcela útil.

### Variables de rendimiento

**Número de raíces tuberosas:** A la cosecha se realizó el conteo de raíces de 10 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.

**Diámetro de las raíces tuberosas (cm):** Al momento de la cosecha se midieron diez raíces de la parte central, clasificándose en comerciales y no comerciales.

**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.

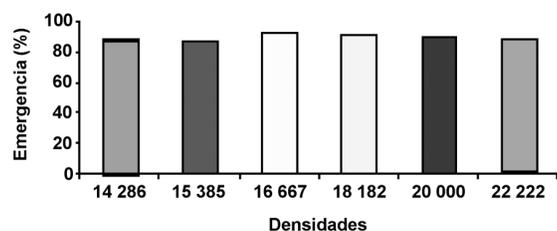
**Análisis estadístico:** El análisis de las variables de crecimiento y rendimiento se realizaron con el Programa SAS (Sistema de Análisis Estadístico y Separación de Medias, por sus siglas en inglés). Las diferencias entre tratamientos se efectuaron con las pruebas de rangos múltiples de TUKEY al 5 % de probabilidad de error. Además se realizó regresiones y correlaciones de las variables.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Emergencia (%)

El mayor porcentaje de germinación en el cultivo de la yuca (91,75 %) (Figura 1), se obtuvo con la densidad de 16.667 plantas/ha y el menor porcentaje de germinación (86,75 %), se obtuvo con la densidad de 15.385 plantas/ha. El análisis refleja que no existieron significancias para el porcentaje de germinación en las diferentes densidades de siembra siendo el valor de probabilidad de 0,69 al 5 %.

Como es de esperarse, no hubieron diferencias en la población emergente, lo que demuestra que no hubo diferencia producida por las densidades, sino mas bien por las condiciones ambientales y sanitarias del material de siembra, evidenciando que el material utilizado



**Figura 1.** Emergencia de plantas (%) en seis densidades de siembras del cultivo de la yuca. Centro Experimental Campo Azules, Masatepe, Nicaragua. 2001-2002.

en el establecimiento del ensayo era de buena calidad. Esto coincide con lo expresado por Leihner y Andrade (1979), quienes dicen 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 y Toro (1979), indican que la falta de humedad puede ocasionar pérdidas graves en la brotación si esta ocurre durante los primeros 20 DDS 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 cuatro días y el riego no es factible, la siembra se debe suspender hasta las próximas lluvias.

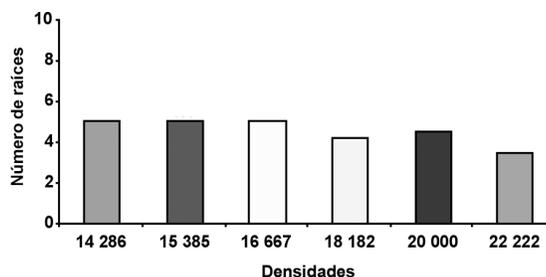
### Número de raíces tuberosas por planta

El análisis del número de raíces por planta osciló 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. Se encontró efectos significativos de la densidad en el número de raíces por planta con un valor de probabilidad de 0,081 (Figura 2).

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

### Diámetro de raíces tuberosas por planta

El diámetro de raíz no mostró significancia, éste osciló entre 4,10 y 5,20 cm, por lo que son similares entre sí, como se puede observar en el Cuadro 2.



**Figura 2.** Número de raíces tuberosas por planta en seis densidades de siembra del cultivo de la yuca. Centro Experimental Campo Azules, Masatepe, Nicaragua. 2001-2002.

**Cuadro 2.** Diámetro de las raíces por planta en seis densidades del cultivo de la yuca. Centro Experimental Campo Azules, Masatepe, Managua, Nicaragua. 2001- 2002.

Densidad	Diámetro comercial (cm)
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

Estos datos coinciden con lo reportado por Méndez (1993), que obtuvo resultados de 4,4 cm y 6,5 cm de diámetro en 10 variedades, teniendo como característica principal la capacidad de almacenamiento de almidón.

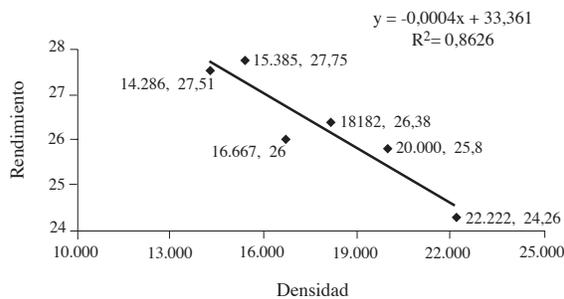
El engrosamiento de las raíces reservantes empieza después de los primeros seis meses. A partir de entonces, se va acelerando con el paso del tiempo y dura aproximadamente cinco meses. Al final de este periodo, la producción de hojas casi ha disminuido (Navarro 1983).

### Rendimiento (t/ha)

En los rendimientos promedio de yuca no se registró significancia en ninguna de las seis densidades de siembra. El rango de rendimiento varió desde 24,26 t/ha hasta 27,75 t/ha, alcanzando un rango óptimo en la densidad de 15.385 plantas por hectárea, según se aprecia en el Cuadro 3, Figuras 3 y 4.

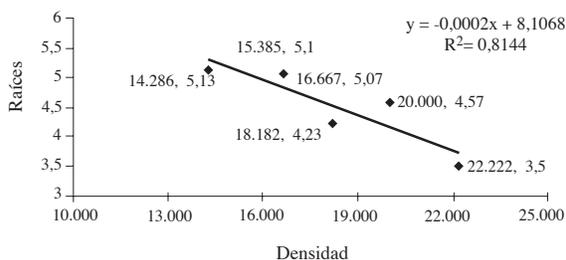
**Cuadro 3.** Rendimiento en toneladas por hectárea obtenido en seis densidades del cultivo de la yuca. Centro Experimental Campo Azules, Masatepe, Nicaragua. 2001 - 2002.

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



**Figura 3.** Regresión de rendimiento y densidad en seis densidades de siembra del cultivo de la yuca. Centro Experimental Campo azules, Masatepe, Masaya, Nicaragua. 2001 - 2002.

Según la Corporación PROEXANT, ha logrado la máxima producción con 15.000 plantas por hectárea con la variedad Valencia (<http://www.proexant.org.ec/Manual%20de%20Yuca.html>, visitado enero 2004).



**Figura 4.** Regresión de raíces y densidad en seis densidades de siembra del cultivo de la yuca. Centro Experimental Campo azules, Masatepe, Masaya, Nicaragua. 2001 - 2002.

Los resultados obtenidos en este experimento son similares a los obtenidos por Sosa y Landa (2002) que oscilaron entre 19,1 y 31,6 t/ha. Mostrando una notable diferencia con lo reportado por Méndez (1993), quien obtuvo resultados tan bajos como 11,8 t/ha y tan altos como 90,9 t/ha, según la variedad.

## RECOMENDACIONES

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

Utilizar una densidad de siembra de 15.385 plantas por hectárea (1x 0,65 m), 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 otras localidades de la zona del Pacífico de Nicaragua, el proceso de evaluación con distancias mayores a 0,65 metros entre plantas, ya que el rendimiento tiende a incrementar a menores densidades poblacionales, pero usando la misma variedad, con el objetivo de conocer su estabilidad en rendimientos en diferentes condiciones agro climáticas.

## LITERATURA CITADA

- CATASTRO E INVENTARIO DE RECURSOS NATURALES DE NICARAGUA. 1973. Levantamiento de suelos del Pacífico de Nicaragua; descripción de suelos. Nicaragua. Vol. I parte 2. 591 p.
- CELIS, B.; TORO, J.C. 1979. Prácticas agronómicas para la producción de yuca. *In*: CIAT ed. Yuca: Investigación, producción y utilización. CIAT. Colombia. p. 167 - 207.
- 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. 660 p.
- GURNAH, A.M. 1973. Effects on yield and yield components of cassava in the forest zone of Ghana. 3<sup>rd</sup> Intern. symp. trop. root crops. Ibadan, Ghana. 7 p.

- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). 2001. Tercer Censo, Censo Nacional Agropecuario. Nicaragua. 975 p.
- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). 2002. Registros de precipitación y temperatura. Centro Experimental Campo Azules, Masatepe, Masaya, Nicaragua. 120 p.
- LEIHNER, D.E.; ANDRADE, S. 1979. Métodos y duración del almacenamiento de estaca. *In*: CIAT ed. Yuca: investigación, producción y utilización. CIAT, Colombia. p. 231 - 239.
- MAG-FOR (Ministerio Agropecuario y Forestal). 2002. Informe anual de producción de hortalizas por regiones I, II, IV, V, RAAN, RAAS. Dirección de Estadísticas. Managua, Nicaragua. 99 p.
- MAG-FOR (Ministerio Agropecuario y Forestal). SF. Variedades registradas en Nicaragua 2003- 2004, Tríptico. Dirección de semillas. Nicaragua. 6 p.
- MÉNDEZ, G. M. 1993. Validación de variedades de yuca. INTA, Managua, Nicaragua. 10 p.
- MONTALDO, A. 1985. La yuca mandioca: cultivo, industrialización, aspecto económico, empleo en la alimentación y mejoramiento. IICA. San José, Costa Rica. 386 p.
- NAVARRO, M. F. 1983. Guía técnica para el cultivo de yuca. Estación Experimental DEAM PAOGETTB. Managua, Nicaragua. p. 7 y 9.
- SOSA, M.; LANDA, V. 2002. Comparación de rendimiento de variedades de yuca. *In*: XLVIII Reunión Anual del PCCMCA. San Cristóbal, República Dominicana. p. 88.
- THURSTON, D. 1989. Enfermedades de cultivos en el trópico. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 232 p.
- VILLA GÓMEZ C, V.; RODRÍGUEZ S, G. 1993. El cultivo de la yuca. Lima, Perú. 10 p.