

RENDIMIENTO EN LA YUCA (*Manihot esculenta*) EN DIFERENTES ARREGLOS ESPACIALES¹

Modesto Mojena^{2/*}, Martín Pascual Bertoli*

Palabras clave: Yuca, arreglos espaciales, componentes del rendimiento, rendimiento.

Keywords: Cassava, spatial arrangements, yield components, yield.

Recibido: 05/08/04

Aceptado: 14/10/04

RESUMEN

En los años 1993 y 1994, fueron desarrollados experimentos de campo en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, San José de las Lajas, La Habana, Cuba. Los trabajos fueron realizados en un suelo Ferralítico Rojo compactado, en un diseño de bloques al azar con 5 repeticiones. Estos consistieron en plantar los clones de yuca CMC-40 y Señorita en diferentes arreglos espaciales: 0,90x0,70; 0,70x1,0; 0,90x0,90; 0,90x1,0; 1,40x0,50; 1,40x0,60; 1,40x0,80; 1,80x0,50; 1,80x0,65 m, en monocultivo. Se evaluó el rendimiento y sus componentes. Los resultados mostraron una respuesta diferencial entre los 2 clones a los arreglos utilizados. En el clon CMC-40, el mejor rendimiento (40,93 t ha⁻¹ en promedio) se obtuvo en los arreglos de 1,40x0,60 y 0,70x1,0. Mientras que en el clon Señorita, el mayor rendimiento se alcanzó en el arreglo de 1,80x0,50 m. con 31,46 t ha⁻¹.

ABSTRACT

Cassava (*Manihot esculenta*) yield in different spatial arrangements. Experiments were carry out at the National Institute of Agricultural Sciences, San José de las Lajas, Havana, Cuba, during 1993 and 1994. Experiments were conducted on a compacted Ferralitic Red soil, in a randomized block design with 5 replicates. Cassava clones CMC-40 and Señorita were planted at different spatial arrangements 0.90x0.70; 0.70x1.0; 0.90x0.90; 0.90x1.0; 1.40x0.50; 1.40x0.60; 1.40x0.80; 1.80x0.50; 1.80x0.65 m. Experiments were planted in monoculture. Cassava yield and its components were evaluated. Results showed a differential response between the 2 clones along the used arrangements. In clone CMC-40, the best yield, 40,93 t ha⁻¹ in average, was obtained with the 1,40x0,60 and 0,70x1,0 arrangements. While in clone Señorita, the best yield (31,46 t ha⁻¹) was obtained with the 1,80x0,50 m arrangement.

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

1/ Parte de la tesis doctoral del primer autor.

2/ Autor para correspondencia. Correo electrónico: mmojena@cci.cu

* Departamento Fitotecnia, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. La Habana, Cuba.

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).

Lograr una densidad óptima por hectárea en el cultivo, constituye una forma económica de aumentar los rendimientos. Normalmente, la yuca se establece en arreglos espaciales adaptados a la maquinaria que se emplea para realizar las prácticas culturales y no se toma en cuenta la biología de la planta, por lo que muchas veces no se utiliza todo el espacio agrícola al establecerla en monocultivo.

El espacio agrícola se podría aprovechar si se diseñan arreglos espaciales con posibilidades para intercalar cultivos con mínima competencia interespecífica, que mantengan rendimientos elevados y a la vez permitan efectuar las prácticas culturales. Teóricamente, un patrón de siembra en el cual cada

planta este a igual distancia de las otras sería lo ideal, ya que permite un uso más eficiente de los recursos para crecer y producir; sin embargo, razones prácticas como la preparación del suelo, las labores de cultivo y la cosecha muchas veces hacen más deseable un ordenamiento diferente (Leihner 1983).

Por todo lo anteriormente expuesto se desarrolló el presente trabajo con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico de la yuca bajo diferentes arreglos espaciales.

MATERIALES Y MÉTODOS

En enero de 1993 y 1994, fueron desarrollados los experimentos que se describen a continuación. Estos fueron realizados en un suelo Ferralítico Rojo compactado (Hernández *et al.* 1995), en la estación Central del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) a 138 msnm, en San José de Las Lajas, provincia La Habana, Cuba.

Las características del suelo se pueden observar en el cuadro 1 y las condiciones climáticas para ambos periodos en el cuadro 2.

Cuadro 1. Algunas características químicas del suelo del área experimental. (profundidad de 0-30 cm) (media del período).

Exp.	K ⁺	Ca ²⁺ meq 100 g de suelo ⁻¹	Mg ²⁺	P ppm	MO %	pH H ₂ O	pH KCl
	1	0,5	8,5	2,1	333,5	3,05	6,25
2	0,52	9,75	1,65	335	3,1	6,25	7,03

Cuadro 2. Condiciones climáticas de la zona durante los años en que se realizaron los experimentos.

Mes	Temperatura (°C)		Precipitación (mm)		Humedad relativa (%)	
	1993	1994	1993	1994	1993	1994
Enero	21,7	21,6	181,5	106,4	82	83,8
Febrero	19,6	22,2	24,3	80,7	81	80,7
Marzo	21,2	21,9	70,4	60,9	79	83,8
Abril	22,3	24,7	138,9	106,7	77	80,0
Mayo	24,8	25,8	121,4	72,8	80	81,2
Junio	26,1	26,5	225,8	133,1	82	83,8
Julio	26,6	26,9	93,5	158,8	81	82,0
Agosto	26,7	26,3	132,2	190,1	81	85,3
Setiembre	26,2	25,2	216,3	328,1	85	86,6
Octubre	24,8	24,3	108,7	61,2	87	85,0
Noviembre	23,4	23,3	43,6	82,1	84	83,7
Diciembre	20,6	21,5	39,9	16,3	82	84,9

Los experimentos fueron establecidos en un diseño de bloques al azar con 9 tratamientos y 5 repeticiones. En cada año, los experimentos consistieron en plantar 2 clones de yuca, el clon CMC-40 que alcanza de 1,5 a 2,5 m de altura, presenta más de 2 ramificaciones, es de porte semierecto, vigoroso, con follaje abundante, y posee más de 10 raíces comerciales por planta; el segundo utilizado fue el clon Señorita que alcanza de 1,57 a 2,5 m de altura, es medianamente ramificado, de tallo erecto, poco follaje y produce de 10 a 11 raíces comerciales. Los arreglos espaciales utilizados se presentan en el cuadro 3.

Evaluaciones

Componentes de rendimiento

Fueron evaluados:

- El número de raíces por planta
- El diámetro de la raíz (cm)
- La longitud de las raíces (cm)
- El peso de las raíces por planta (kg)
- El rendimiento de raíces comestibles ($t\ ha^{-1}$).
- Las prácticas culturales realizadas fueron las establecidas por las Normas técnicas para el cultivo de la yuca (MINAGRI 1992).

Los resultados de las evaluaciones fueron procesados de acuerdo a un diseño de bloques al azar (Snedecor y Cochran 1971), también se realizó una subdivisión de la suma de

cuadrados para tratamientos, según Cochran y Cox (1971), para detectar diferencias estadísticas, y para la separación de medias se utilizó la prueba de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Número de raíces por planta

El número de raíces por planta en el clon CMC-40 bajo diferentes arreglos espaciales se presenta en los cuadros 4 y 5. Se puede observar que hubo diferencias significativas entre los tratamientos, siendo el arreglo de 1,40x0,60 m (T-6), en 1993, donde se obtuvo los mejores resultados con 5,70 raíces por planta, la misma tendencia se observó en 1994, aunque en este año no hubo diferencias significativas entre el arreglo espacial de 1,40x0,60 m (T-6) y el de 1,40x0,80 m (T-7), con 5,72 y 5,52 raíces por planta como promedio, respectivamente; pero si hubo diferencias con el resto de los arreglos espaciales. El valor menor fue el de el arreglo de 0,70x0,90 m (T-1) con 4,32. Por su parte, en el clon Señorita, el mejor resultado se alcanzó en el arreglo de 1,40x0,60 m (T-6) con valores de 4,49 y 4,48 en 1993 y 1994, respectivamente. Este tratamiento presentó diferencias a $p < 0,01$ con el resto de los tratamientos. En adición, los resultados fueron muy superiores a los del tratamiento testigo (T-4=0,90x1,0 m).

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos.

Tratamientos	Arreglos espaciales (m)	Área de la parcela (m^2)	Plantas parcela ⁻¹	Plantas ha^{-1}	Plantas* (%)
T-1	0,70x0,90	21	33	15873	+42
T-2	0,70x1,00	21	30	14286	+28
T-3	0,90x0,70	27	43	15873	+42
T-4 (Testigo)	0,90x1,00	27	30	11111	100
T-5	1,40x0,50	42	60	14286	+28
T-6	1,40x0,60	42	50	11904	+7
T-7	1,40x0,80	42	38	8929	-12,64
T-8	1,80x0,50	54	60	11111	100
T-9	1,80x0,65	54	46	8547	-23,08

* Porcentaje de plantas por debajo y por encima del testigo.

Cuadro 4. Número, diámetro y longitud de la raíz de yuca bajo diferentes arreglos espaciales en agroecosistemas de monocultivo en 1993.

Clones	CMC-40			Señorita		
	Tratamientos	Número de raíces pl ⁻¹	Diámetro medio de la raíz (cm)	Longitud de la raíz (cm)	Número de raíces pl ⁻¹	Diámetro medio de la raíz (cm)
(T-1) 0,70x0,90 m	4,84 e	5,31 d	24,40 f	3,25 h	5,45 ab	30,30 de
(T-2) 0,70x1,00 m	4,34 g	5,31 d	27,18 e	3,35 g	5,60 a	32,78 bc
(T-3) 0,90x0,70 m	5,10 c	5,40 cd	28,26 d	3,55 f	5,47 ab	29,70 e
(T-4) 0,90x1,00 m	4,91 d	5,76 a	28,48 cd	3,67 e	5,36 bc	30,86 d
(T-5) 1,40x0,50 m	5,06 c	5,55 bc	29,82 b	3,24 h	5,68 a	33,06 b
(T-6) 1,40x0,60 m	5,70 a	5,57 bc	28,42 d	4,49 a	5,20 c	32,12 c
(T-7) 1,40x0,80 m	5,50 b	5,70 ab	32,90 a	4,15 d	5,20 c	34,75 a
(T-8) 1,80x0,50 m	4,64 f	5,78 a	30,08 b	4,32 b	4,79 d	32,92 bc
(T-9) 1,80x0,65 m	4,84 e	5,84 a	29,12 c	4,22 c	4,93 d	30,80 d
Media general	4,99	5,58	28,74	3,80	5,29	31,92
Error estándar	0,018***	0,058***	0,220***	0,006***	0,075***	0,275***
CV (%)	0,817	2,328	1,792	0,378	3,183	1,924

Medias con letras comunes no difieren significativamente a $p < 0,001$.

Cuadro 5. Número, diámetro y longitud de la raíz de yuca bajo diferentes arreglos espaciales en agroecosistemas de monocultivo en 1994.

Clones	CMC-40			Señorita		
	Tratamientos	Número de raíces pl ⁻¹	Diámetro medio de la raíz (cm)	Longitud de la raíz (cm)	Número de raíces pl ⁻¹	Diámetro medio de la raíz (cm)
(T-1) 0,70x0,90 m	4,80 b	5,33 c	24,17 e	3,24 e	4,40 e	31,58 cd
(T-2) 0,70x1,00 m	4,32 c	5,33 c	26,76 d	3,36 de	5,21 c	33,12 b
(T-3) 0,90x0,70 m	5,06 b	5,64 ab	28,65 bc	3,56 cd	5,09 c	29,20 e
(T-4) 0,90x1,00 m	4,90 b	5,77 ab	29,01 b	3,68 c	4,71 d	30,82 d
(T-5) 1,40x0,50 m	5,00 b	5,53 bc	29,23 b	3,20 e	5,58 ab	32,94 b
(T-6) 1,40x0,60 m	5,72 a	5,56 bc	27,60 cd	4,48 a	5,70 a	31,76 bcd
(T-7) 1,40x0,80 m	5,52 a	5,72 ab	32,41 a	4,14 b	5,35 bc	35,17 a
(T-8) 1,80x0,50 m	4,60bc	5,78 ab	29,41 b	4,32 ab	5,33 bc	32,76 bc
(T-9) 1,80x0,65 m	4,80 b	5,84 a	28,43 b	4,20 b	5,33 bc	31,71bcd
Media general	4,96	5,61	28,40	3,79	5,18	32,11
Error estándar	0,149***	0,820**	0,403***	0,091***	0,104***	0,468***
CV (%)	6,685	3,283	3,168	5,379	4,500	3,257

Medias con letras comunes no difieren significativamente a $p < 0,001$.

La tendencia hacia un mayor número de raíces por planta, ocurrió en los arreglos espaciales intermedios, esto podría estar relacionado con las observaciones de Cock *et al.* (1980), citados por Negrete *et al.* (2004), quienes indican que la planta define el número de raíces durante

el primer período de su desarrollo, posiblemente como respuesta a una mayor cantidad de fotoasimilados, producto de una actividad fotosintética más eficiente, causada por densidades de siembra menores, donde hay una mayor incidencia de la radiación y un aumento de la temperatura. Estas

observaciones son concordantes con lo expuesto por Manrique (1990), quien indica que esta característica podría estar influenciada por las condiciones edafoclimáticas predominantes. Sin embargo, Rodríguez (1987), señala que el número de raíces por planta está más influenciado por el clon que por el ambiente, lo cual corrobora los resultados de este trabajo, donde el promedio total en el clon CMC-40 fue de 4,99 y 4,96 para 1993 y 1994, respectivamente; mientras que en el Señorita fue de 3,80 en 1993 y de 3,79 en 1994, resultados similares fueron obtenidos por Cock (1984) y Fernández *et al.* (2000).

Diámetro de las raíces

En la medida en que el arreglo espacial entre plantas fue más amplio, el diámetro de las raíces fue mayor, como se observa en los cuadros 4 y 5. Los mayores valores se encontraron en el clon CMC-40, en los tratamientos de 1,80x0,65 m (T-9) con 5,84 cm en ambos años, sin diferencias estadísticas con los tratamientos 1,40x0,80 (T-7); 0,90x1,0 (T-4) (testigo) y 1,80x0,50 m (T-8), pero sí con el resto de las densidades evaluadas en 1993: Este resultado fue corroborado en 1994, donde tampoco hubo diferencias con los tratamientos de 1,40x0,80 (T-7); 0,90x1,0 (T-4) (testigo), 1,80x0,50 m (T-8) ni con el de 0,90x0,70 m (T-3). Esta respuesta parece estar relacionada con un desplazamiento de fotoasimilados hacia las raíces de reserva, ratificando lo señalado por Vázquez y Torres (1995). Sin embargo, se debe considerar la influencia del hábito de crecimiento del clon, tal y como ya ha sido reportado (Mojena y Bertolí 1996).

En cuanto al comportamiento del clon Señorita para esta variable en 1993 (Cuadro 4), los valores mayores fueron encontrados, en los tratamientos menos amplios, lo contrario se encontró en el año 1994 (Cuadro 5), donde los arreglos de 1,40x0,60 m (T-6) y 1,40x0,50 m (T-5) fue donde se obtuvo diámetros mayores con 5,70 y 5,58 cm, respectivamente. La inestabilidad que muestra este clon respecto a esta variable concuerda con las observaciones de Rodríguez (1987), quien cataloga a este clon como inestable en su comportamiento en diferentes ambientes.

En general, el diámetro promedio para el clon CMC-40 fue de 5,58 y 5,61 cm frente a 5,29 y 5,18 cm del clon Señorita, en los años 1993 y 1994, respectivamente.

Estos resultados concuerdan con lo reportado por Santamaría y Contreras (1984) y López *et al.* (1995), quienes señalaron que el diámetro de las raíces de yuca podía variar de 4-8 cm, según el genotipo.

Longitud de las raíces

Para la longitud de la raíz tuberosa (Cuadros 4 y 5), al igual que en la variable anterior, los resultados reflejan que distancias mayores entre hileras tienen una influencia positiva sobre este indicador; así en el tratamiento de 1,40x0,80 m (T-7) fue donde se obtuvo la longitud mayor tanto en los 2 clones como en los años evaluados, con diferencias a $p < 0,01$ respecto a los otros arreglos espaciales. Los valores medios de la longitud de las raíces variaron de 28,74-28,40 cm en el clon CMC-40 y de 31,92-32,11 cm en el clon Señorita en los años 1993 y 1994, respectivamente. Para esta variable, los resultados además de ser dependientes del genotipo, podrían estar influenciados por las características del suelo. En este caso, todo parece indicar que la preparación de suelo y las aporcadas (4 en total) realizadas en estos arreglos espaciales, permitieron obtener una buena altura de camellón, creando un medio favorable para el crecimiento de las raíces, donde ocurre una mayor elongación de las células de la zona de crecimiento de estas, aumentando su longitud y acumulación de sustancias de reserva. Sánchez (1981), menciona que el amontonamiento del suelo en camellones es beneficioso, por cuanto aumenta el volumen de suelo disponible para los cultivos de raíces.

Masa de raíces

En cuanto a la masa de raíces por planta, como se puede apreciar en los cuadros 6 y 7, ambos clones respondieron favorablemente en los arreglos intermedios y amplios. El mayor valor en el clon CMC-40 se obtuvo en el arreglo de 1,40x0,60 m (T-6) sin diferencias significativas con los de 1,40x0,80 m (T-7); 1,80x0,65 m (T-9);

Cuadro 6. Masa de raíces frescas por planta y rendimiento de raíces tuberosas de yuca por superficie en agroecosistemas de monocultivo en 1993.

Clones	CMC-40		Señorita	
	Masa de raíces pl ⁻¹ (kg)	Rend (t ha ⁻¹)	Masa de raíces pl ⁻¹ (kg)	Rend (t ha ⁻¹)
(T-1) 0,70x0,90 m	2,51 c	39,90 ab	1,75 e	29,26 b
(T-2) 0,70x1,00 m	2,60 c	40,41 a	1,74 e	25,28 e
(T-3) 0,90x0,70 m	2,59 c	39,60 b	1,56 f	29,19 b
(T-4) 0,90x1,00 m	3,60 a	39,58 b	2,68 b	28,44 c
(T-5) 1,40x0,50 m	3,28 b	39,62 b	1,99 d	27,67 d
(T-6) 1,40x0,60 m	3,64 a	40,79 a	2,69 b	28,70 c
(T-7) 1,40x0,80 m	3,61 a	32,21 c	2,59 c	24,69 f
(T-8) 1,80x0,50 m	3,62 a	39,79 ab	2,80 a	30,96 a
(T-9) 1,80x0,65 m	3,57 a	31,05 d	2,52 c	25,39 e
Media general	3,22	38,10	2,25	27,73
Error estándar	0,063***	0,348***	0,025***	0,160***
CV (%)	4,396	2,042	2,454	1,289

Medias con letras comunes no difieren significativamente a $p < 0,001$.

Cuadro 7. Masa de raíces frescas por planta y rendimiento de raíces tuberosas de yuca por superficie en agroecosistemas de monocultivo en 1994.

Clones	CMC-40		Señorita	
	Masa de raíces pl ⁻¹ (kg)	Rend (t ha ⁻¹)	Masa de raíces pl ⁻¹ (kg)	Rend (t ha ⁻¹)
(T-1) 0,70x0,90 m	2,49 c	37,99 c	1,67 bc	23,24 de
(T-2) 0,70x1,00 m	3,28 b	41,10 a	1,71 bc	24,20 cd
(T-3) 0,90x0,70 m	2,58 c	38,15 bc	1,40 c	21,89 ef
(T-4) 0,90x1,00 m	3,58 ab	39,33 b	2,57 a	27,73 b
(T-5) 1,40x0,50 m	2,59 c	35,04 d	1,89 b	27,81 b
(T-6) 1,40x0,60 m	4,24 a	41,42 a	2,33 a	24,50 cd
(T-7) 1,40x0,80 m	3,59 ab	33,31 e	2,65 a	25,75 bc
(T-8) 1,80x0,50 m	3,54 ab	38,22 bc	2,60 a	31,97 a
(T-9) 1,80x0,65 m	3,55 ab	28,29 f	2,40 a	20,97 f
Media general	3,27	36,31	2,13	25,34
Error estándar	0,227***	0,404***	0,107***	0,736***
CV (%)	15,518	2,443	11, 257	6,494

Medias con letras comunes no difieren significativamente a $p < 0,001$.

0,90x1,0 m (T-4) y 1,80x0,50 m (T-8). Mientras que en el clon Señorita, el valor más alto fue para el arreglo espacial de 1,40x0,80 m (T-7), en el año 1993, con diferencias significativas respecto a los otros arreglos espaciales. En 1994, no hubo diferencias ($p < 0,01$) entre los arreglos con las menores densidades de siembra como son el 1,40x0,60 m (T-6); 0,90x1,0 m (T-4); 1,40x0,80 m (T-7), 1,80x0,50 m (T-8) y 1,80x0,65 m (T-9),

pero si con el resto de los arreglos evaluados. Una vez más, todo parece indicar que con el aumento del espaciamiento, la penetración de la luz a las capas inferiores de la cubierta foliar de la yuca se incrementó, lo cual hace que el proceso de fotosíntesis ocurra con mayor eficiencia, aumentando así la proporción de asimilados distribuidos hacia las raíces. Calderón (1977), al trabajar con 2 clones de yuca (CMC-9 y CMC-63),

encontró que el rendimiento por planta era menor a medida que la densidad de la plantación era mayor, lo que ratifica lo planteado por Vázquez y Torres (1995), quienes indican que el rendimiento biológico por planta es mayor conforme se reduce la densidad de la población.

Rendimiento

En cuanto al rendimiento de raíces por superficie, se comprobó que los diferentes arreglos ejercieron diversos efectos sobre esta variable, los cuales mostraron diferencias ($p < 0,01$), como se aprecia en los cuadros 6 y 7. Estos resultados pueden explicarse debido al aumento de algunas de las variables del rendimiento evaluadas en los diferentes arreglos; lo cual queda demostrado por el análisis de correlación que se presenta en el cuadro 8. En el mismo se pone de manifiesto que el rendimiento presentó una correlación positiva y significativa con el diámetro de la raíz (0,38), el número de raíces por planta (0,68), y la masa de raíces por planta (0,62), corroborando los resultados obtenidos por Magno *et al.* (1972) y Radharishnan y Gopakumar (1984), quienes encontraron que el número de raíces por planta, la longitud de la raíz, el diámetro de las raíces, la masa de raíces por planta y la altura final de la planta tenían una correlación positiva altamente significativa con el rendimiento.

En el clon CMC-40, el arreglo de 1,40x0,60 m (T-6) al igual que en la masa por planta, fue en el que se obtuvo la mayor producción, sin diferir de los arreglos de 0,70x1,0 m (T-2) y 1,80x0,50 m (T-8) en el año 1993. La superioridad de estos arreglos también fue

demostrada en 1994, lo que evidencia una respuesta positiva de esta variable al arreglo más amplio, que al parecer le permite hacer un uso más eficiente de la luz, el agua y los nutrimentos, compensando así las pérdidas que se pudieran producir debido a la menor densidad de plantas. Este resultado es coincidente con otros trabajos, donde se señala que las variedades medianamente ramificadas responden bien a las distancias de siembra amplias (MINAGRI 1992).

En el clon Señorita, para ambos años el mayor valor lo alcanzó el arreglo de 1,80x0,50 m (T-8), que representa una densidad de 11111 plantas ha^{-1} , lo cual sugiere que esta variedad en alguna medida respondió bien a los arreglos amplios. Respuesta posiblemente relacionada con la ramificación precoz, causada por el ataque de la Centella de la yuca (*L. chalybea*), ocurrido en los primeros estadios de la plantación (García V. 2003, comunicación personal).

Los resultados sugieren que en alguna medida se puede trabajar con arreglos intermedios y amplios. En esta investigación, por lo general, el comportamiento de las variables analizadas tendieron a un incremento conforme aumentó la amplitud entre las hileras hasta cierto límite (1,40x0,60 m y 1,80x0,50 m). Esto demuestra que los arreglos espaciales y densidades son aspectos de gran importancia para la yuca; ya que es una planta que tiene grandes requerimientos de luz, para un buen crecimiento vegetativo y un desarrollo adecuado, que le permitan efectuar la síntesis y acumulación de carbohidratos y lograr así una alta productividad, tal y como lo han indicado los resultados del CIAT (1990), Monsalve (1990), y Mojena y Bertolí (2000).

Cuadro 8. Matriz de correlación general de las variables en estudio de los 2 clones de yuca.

Variabes	Long. de la raíz	Diám. medio de la raíz	Número de raíces pl^{-1}	Masa raíces pl^{-1}	Rend ha^{-1}
Long. de la raíz	1,00	-0,16	-0,43*	-0,28	-0,68*
Diám. Medio de la raíz		1,00	0,44*	0,48*	0,38*
Núm de raíces			1,00	0,82*	0,68*
Masa raíces pl^{-1}				1,00	0,62*
Rend raíces ha^{-1}					1,00

LITERATURA CITADA

- ALVES DE MEDOÇA 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.
- CALDERÓN A.H. 1977. Ensayo de siembra con dos variedades de yuca (*Manihot esculenta* en la región de Santáguera. Resúmenes Analíticos de yuca. CIAT, Cali, Colombia. p. 77.
- CIAT. 1990. Especies silvestres de *Manihot*. Un recurso valioso. Yuca Boletín Informativo. 14(1):12.
- COCHRAN W., COX G. 1971. Diseño experimental. Trillas. México. p. 84.
- COCK H.J. 1984. La yuca: Una fuente básica de energía en los trópicos. CIAT, Cali, Colombia. p. 1-10.
- LEIHNER D. 1983. Yuca en cultivos asociados: Manejo y evaluación. CIAT, Colombia. 83 p.
- DUNCAN D.B. 1955. Multiple range and multiple F tests. Biometrics. 11,1-42.
- FAO. 1996. Anuario de producción. vol. 49, p. 235.
- FAO. 2002. Anuario estadístico. <http://www.fao.org/> 2002.
- FAO/SMIA. 1999. Perspectivas alimentarias 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.
- HERNÁNDEZ J. 1995. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelo. Ministerio de la Agricultura. Cuba. 35 p.
- LÓPEZ Z.M., VÁZQUEZ B.E., LÓPEZ FR. 1995. Raíces y Tubérculos. Pueblo y Educación. La Habana. Cuba. p. 3-93.
- MAGOON M.L., KRISHNAN R., LAKHNI K. 1972. Association of plant and tuber. Caracteres with yield of cassava. India. Grassland and fodder. Research Institute. Jhansi (U.P) India Tropical Root and Crops Nenslelh. Nº5. p. 29-30.
- MANRIQUE L. A. 1990. Plant morphology of cassava during summer and winter. Agronomy Journal. 82 (5):881-886.
- MINAGRI. 1992. Resumen de los acuerdos del II encuentro técnico territorial de viandas y hortalizas, celebrado en la Habana. Septiembre. 17 p.
- 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., 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>
- RADHKRISHMAP Y.V., GOPAKUMAR K. 1984. Agrocorrelation between yield and its components in India. J. Agric. Sci. 54(11):975-978.
- 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.
- SÁNCHEZ P.A. 1981. Suelos del trópico. San José, Costa Rica, IICA. 634 p.
- 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.
- SNEDECOR G., COCHRAN G. 1971. Métodos estadísticos. México. CECSA. 703 p.
- VÁZQUEZ E., TORRES S. 1995. Fisiología Vegetal. Pueblo y Educación. Habana. Cuba. 451 p.