

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.)

M. Mojena y M. Bertolí

ABSTRACT. Two experiments were developed at the National Institute of Agricultural Sciences, San José de las Lajas, Havana, from 1994 to 1996. They were conducted on a compacted Red Ferralitic soil employing a randomized block design and four replications. Therefore, Cassava clones CMC-40 and *Señorita* were planted at different plant spacings: 0.90x1.0; 1.40x0.60 and 1.80 x 0.50 m with corn or bean intercropped between rows of several cassava populations. Cassava yield and its components were evaluated. Results proved a differentiated clonal performance concerning corn or bean intercropping.

Key words: *Manihot esculenta*, intercropping, *Zea mays*, *Phaseolus vulgaris*, yield characters

RESUMEN. En los años 1994, 1995 y 1996 se desarrollaron dos experimentos en áreas del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, San José de las Lajas, La Habana, sobre un suelo Ferralítico Rojo compactado, en un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas. Estos consistieron en plantar los clones de yuca CMC-40 y *Señorita* a diferentes distancias: 0.90 x 1.0; 1.40 x 0.60 y 1.80 x 0.50 m e intercalar maíz o frijol entre hileras de yuca con diferentes poblaciones. Se evaluó el rendimiento de la yuca y sus componentes. Los resultados demuestran un comportamiento diferente entre los dos clones respecto al intercalamiento con maíz o frijol.

Palabras clave: *Manihot esculenta*, cultivo intercalado, *Zea mays*, *Phaseolus vulgaris*, caracteres de crecimiento

INTRODUCCIÓN

La producción de yuca en Cuba se hace en condiciones de monocultivo y el resultado de sus cosechas ha repercutido en un aumento del balance energético nacional para la población cubana, lográndose rendimientos promedio de 3.8 t.ha⁻¹ en los últimos años (1, 2) que son bajos, si se tiene en cuenta que para el trópico, se señala que el rendimiento de raíces comerciales de yuca es de 10 t.ha⁻¹ (3), como resultado del perfeccionamiento de la política varietal, con la introducción masiva de clones en las áreas de producción a través de los estudios ecológico-zonales y de la tecnología de plantación; sin embargo, con el empleo de esta tecnología no se aprovecha totalmente el área vital, dadas las características del cultivo de no cubrir inicialmente todo su espacio agrícola, permitiendo obtenerse otro cultivo adicional si se utiliza la tecnología de los cultivos asociados.

En Cuba, la aplicación de esta técnica ha estado limitada a la experiencia de los pequeños agricultores, que han intercalado de forma rutinaria una gama de cultivos, como son: maíz con frijol, maíz con yuca y otras

combinaciones, sin que se haya realizado una evaluación de su eficiencia productiva, biológica, ecológica, medio ambiental y social. Por estas razones, en los últimos años se han desarrollado investigaciones con el propósito de acumular información sobre el comportamiento de estos sistemas y determinar las posibilidades de aplicación de esta técnica tradicional a escala mayor, con miras a incrementar la eficiencia en el uso del suelo, diversificar y hacer más económica la producción, disminuir los riesgos de pérdidas de las cosechas, y equilibrar la dieta de la población (4, 5).

Por lo anteriormente expresado, se desarrolló el presente trabajo de investigación, con el objetivo de evaluar el comportamiento del rendimiento y sus componentes en cultivo de la yuca establecida en condiciones de intercalamiento con maíz y frijol.

MATERIALES Y MÉTODOS

En los años 1994, 1995 y 1996, se desarrollaron dos experimentos de campo sobre un suelo Ferralítico Rojo compactado (6), en áreas del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) a 138 m sobre el nivel del mar, San José de las Lajas, provincia La Habana.

Los experimentos fueron establecidos en un diseño de bloques al azar con once tratamientos y cuatro réplicas, donde se sembró el maíz o frijol entre las hileras de yuca, así como sus respectivos monocultivos con la uti-

Dr. M. Mojena, Profesor del departamento de Fitotecnia-Biología, Facultad de Agronomía, Universidad Agraria de La Habana, Apartado Postal 18-19, San José de las Lajas, La Habana y Dr. M. Bertolí, Investigador Titular del departamento de Fitotecnia (bertoli@inca.edu.cu), Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, La Habana, Cuba.

lización de dos clones de yuca: Experimento 1- CMC-40, que presenta más de dos ramificaciones, porte semierecto, vigorosa y follaje abundante y Experimento 2: Señorita, clon medianamente ramificado, tallo erecto y poco follaje. Los tratamientos se aprecian en la Tabla I.

Tabla I. Tratamientos utilizados en ambos experimentos

Tratamientos	Arreglo espacial de la yuca (m)	Población frijol o maíz por hectárea	Distancia siembra (frijol o maíz) (m)
T-1	0.90 x 1.00	222222 (1 hilera de frijol)	0.90 x 0.05
T-2	0.90 x 1.00	33333 (1 hilera de maíz)	0.90 x 1.00
T-3	1.40 x 0.60	142000 (1 hilera de frijol)	1.40 x 0.05
T-4	1.40 x 0.60	21428 (1 hilera de maíz)	1.40 x 1.00
T-5	1.80 x 0.50	222222 (2 hileras de frijol)	1.40 x 0.40 x 0.05
T-6	1.80 x 0.50	16666 (1 hilera de maíz)	1.80 x 1.00
T-7	1.80 x 0.50	33333 (1 hilera de maíz)	1.80 x 0.50
T-8	0.90 x 1.00	11111 (yuca monocultivo)	
T-9	1.40 x 0.60	11904 (yuca monocultivo)	
T-10	0.70 x 0.05	285714 (frijol monocultivo)	
T-11	0.70 x 0.25	57142 (maíz monocultivo)	

En septiembre se cosechó la CMC-40 y Señorita en enero, seleccionándose al momento de la cosecha 10 plantas aleatoriamente por réplica, para un total de 40 plantas por tratamiento, determinándose el promedio de los componentes siguientes: número de raíces/planta, longitud y diámetro de la raíz tuberosa (cm), masa promedio de raíces/planta (kg), biomasa fresca aérea por planta (kg), rendimiento de raíces frescas y masa fresca aérea por superficie, para lo cual se cosechó el área de cálculo de cada parcela ($t \cdot ha^{-1}$).

Las atenciones culturales realizadas fueron las establecidas por las normas técnicas para el cultivo de la yuca (7), con excepción de que en ningún caso se aplicó algún tipo de agrotóxico, con vistas a observar el comportamiento del cultivo en estas condiciones y para la nutrición de las plantas, se peletizaron con micorrizas arbusculares (*Glomus manihotis*) las estacas de yuca, el frijol con *Rhizobium* y el maíz con *Pseudomonas cepacia*.

Los resultados de las evaluaciones fueron procesados de acuerdo con un diseño de bloques al azar (8), así como se realizó una subdivisión de la suma de cuadrados por tratamientos (9) para detectar diferencias estadísticas, docimándose las medias de los tratamientos sobre la base de la prueba de rangos múltiples (10). Además, se realizó un análisis multivariado conocido como análisis discriminante (11), con vistas a conocer la influencia de los factores año y clon sobre el conjunto de variables evaluadas.

Las condiciones predominantes durante el período se pueden observar en la Figura 1.

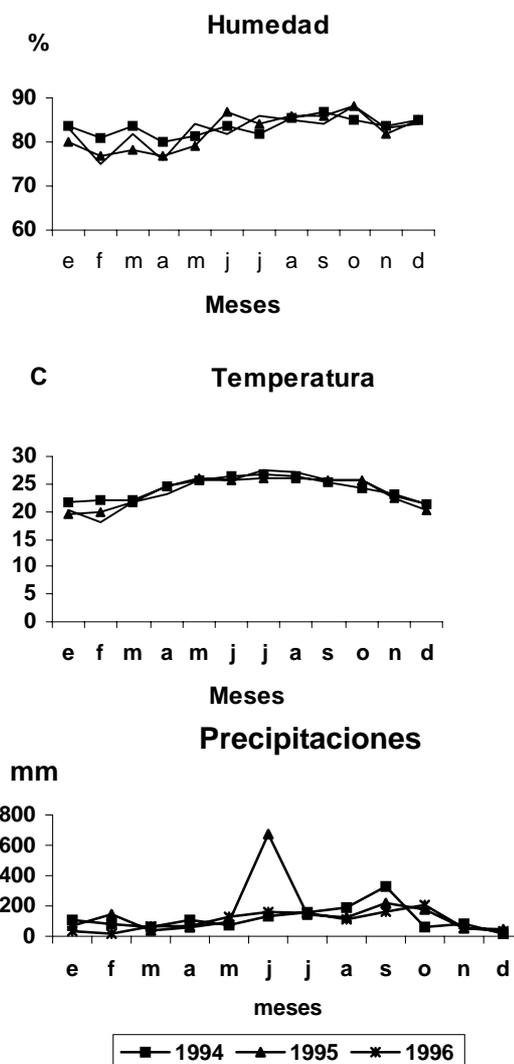


Figura 1. Comportamiento de algunas variables del clima

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resultado del análisis individual de los indicadores del rendimiento (Tablas II y III), sugiere que estos se incrementaron por lo general en aquellos agroecosistemas donde la yuca fue plantada a las mayores amplitudes y fundamentalmente donde existía el frijol intercalado, lo cual puede tener influencia posterior en los rendimientos.

Los resultados del análisis de varianza al número de raíces por planta en la CMC-40 (Experimento 1) se aprecian en la Tabla II. Para este aspecto se encontró que los monocultivos (T-8 y T-9) alcanzaron los valores más elevados con 5.65 y 5.31 raíces por planta, sin diferencias estadísticas significativas con los tratamientos 0.90 x 1.0 m (T-1) y 1.40x0.60 m (T-3) con una hilera de frijol intercalado respectivamente, mientras que estos a su vez no difirieron de los sistemas de 1.80 x 0.50 m+frijol (T-5), 1.80x0.50 m+maíz a 16 666 plantas. ha^{-1} (T-6) y 1.80x0.50 m+maíz a 33 333 (T-7); existe una tendencia a

Tabla II. Componentes y rendimiento de la yuca CMC-40 en agroecosistemas de intercalamiento con maíz y frijol (Experimento 1)

Tratamientos	Número raíces/planta (cm)	Diámetro medio raíz (cm)	Longitud raíz (cm)	Masa raíces/planta (kg)	Biomasa fresca/planta (kg)	Biomasa fresca (t.ha ⁻¹)
T-1	5.10 abc	5.14 bcde	29.7	2.24 cd	1.86 bc	19.76
T-2	4.31 d	4.72 cde	29.45	2.01 d	1.58 c	15.85
T-3	5.11 abc	5.51 abc	32.41	3.56 a	1.60 c	17.94
T-4	4.64 cd	4.92 cd	30.58	1.86 d	1.49 c	16.18
T-5	4.95 bc	5.34 abcd	32.72	2.30 cd	2.09 abc	22.00
T-6	4.81 bcd	5.08 cde	30.43	2.08 cd	1.51 c	16.51
T-7	4.75 bcd	5.07 cde	30.30	2.44 cd	1.75 c	19.83
T-8	5.65 a	5.69 a	29.26	2.79 bc	2.64 ab	26.43
T-9	5.31 ab	5.54 ab	31.2	3.21 ab	2.75 a	25.71
Es x	0.186***	0.140***	0.963 ns	0.230***	0.259*	3.294 ns
CV %	6.496	4.644	5.435	15.912	13.35	18.495

Medias con letras comunes no difieren significativamente para $p < 0.01$ (según Duncan)

Tabla III. Componentes y rendimiento de la yuca Señorita en agroecosistemas de intercalamiento con maíz y frijol (Experimento 2)

Tratamientos	Número raíces/planta cm	Diámetro medio raíz (cm)	Longitud raíz (cm)	raíc
T-1	5.09 abc	4.52 bc	27.75	
T-2	4.78 bc	4.49 bc	28.49	
T-3	4.78 bc	5.01 ab	32.92	
T-4	4.50 cd	4.19 c	26.40	
T-5	4.95 bc	4.63 bc	31.02	
T-6	4.60 c	4.57 bc	31.14	
T-7	3.96 d	4.60 bc	30.28	
T-8	5.66 a	5.48 a	29.99	
T-9	5.35 ab	5.15 a	30.7	
Esx	0.202**	0.157***	1.296 ns	
CV %	7.210	5.739	7.919	1

ser inferior en los agroecosistemas de intercalamiento con maíz, observándose el menor resultado (4.31) en el tratamiento 2 (0.90 x 1.00 m + maíz intercalado), mientras que con Señorita (Experimento 2), como se observa en la Tabla III, el arreglo de 1.40x0.60 m (T-3) con una hilera de frijol intercalada no difirió de los tratamientos en monocultivo (T-8 y T-9) o intercalados, solo difiriendo del tratamiento 1.80 x 0.50 m más una hilera de maíz a 33 333 plantas.ha⁻¹ (T-7); en este clon se mantuvo la tendencia observada con CMC-40 (Exp.1) de aumentar este parámetro en la medida en que disminuía la densidad de las plantas y, por tanto, su interacción.

También el diámetro fue afectado por los sistemas utilizados, como se aprecia en las Tablas II y III para ambos clones, aunque en la CMC-40 (Experimento 1) los arreglos de 1.80 x 0.50 m (T-5) y 1.40 x 0.60 m (T-3) con dos y una hilera de frijol cada uno respectivamente no difirieron del monocultivo (T-8 y T-9) ni del resto de los sistemas intercalados con maíz o frijol. Se apreció una tendencia al aumento en los cultivos puros, cuyos resultados son corroborados en el comportamiento que mostró el clon Señorita (Experimento 2), donde el sistema de 1.40 x 0.60 m con frijol intercalado (T-3) no difirió de los monocultivos (T-8 y T-9) y sólo lo hizo del sistema donde se intercaló maíz a esa distancia (1.40 x 0.60 m+maíz T-4). Sin embargo, para la longitud promedio de las raíces no se encontraron diferencias estadísticas significativas para ninguno de los dos clones en estudio.

La masa promedio de raíces por planta se favoreció mediante el intercalamiento con frijol, correspondiendo a los sistemas donde la yuca se plantó más ampliamente los mayores valores, mientras que donde se encontraba con el maíz sufrió una reducción, lo que hizo que existieran diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en el clon CMC-40 (Experimento 1); el valor más elevado lo obtuvo el sistema de 1.40 x 0.60 m+frijol (T-3), sin diferencias estadísticas significativas con el monocultivo plantado a 1.40 x 0.60 m (T-9).

Resultados similares se observaron en Señorita (Experimento 2) a pesar de no encontrarse diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos utilizados. Para la biomasa fresca por planta, los resultados mantuvieron la misma tendencia al no encontrarse diferencias estadísticas significativas entre los monocultivos (T-8 y T-9) y el tratamiento 3, ni de este con el resto de los sistemas en el experimento1 (CMC40); por su parte, en el experimento 2 (Señorita), no se manifestaron diferencias estadísticas significativas entre los agroecosistemas en estudio.

Al hacer un análisis general del comportamiento de los indicadores evaluados, se puso de manifiesto que el rendimiento biológico de la planta se favoreció con los mayores arreglos en dependencia del genotipo estudiado. Todo parece indicar que al penetrar mayor radiación solar en estos sistemas, la acumulación de carbohidratos en las raíces aumentará al hacerse más eficiente la foto-

síntesis, mientras que en aquellos arreglos donde las plantas se encontraban más cerca unas de otras, es posible que haya ocurrido competencia interespecífica al aumentar la interacción que se produjo entre las especies, por ser mayor la densidad de plantas. Esto quizás provocó que las sustancias que se producen para la formación de las raíces, el engrosamiento y aumento de su longitud, disminuyeran. Por otra parte, en los arreglos más amplios el cultivo se encuentra favorecido con las labores de aporque realizadas al efectuarse una más en relación con los arreglos menos amplios, que ayudaron a que estas encontrarán un medio más favorable para su engrosamiento y elongación, corroborándose los resultados alcanzados por otros autores (12, 13, 14).

Al evaluar el rendimiento por superficie, se puso de manifiesto que este se incrementó en los arreglos más amplios, debido fundamentalmente al aumento de los indicadores del rendimiento, lo que quedó demostrado al realizar el análisis de correlación (Tabla IV), al obtenerse una correlación positiva aunque no significativa entre el rendimiento y los indicadores masa de raíces por planta, biomasa fresca aérea por planta, biomasa aérea por superficie, número de raíces por planta, diámetro de la raíz y largo de las raíces (15).

Tabla IV. Matriz de correlación general de las variables analizadas

Variables	Longitud raíz	Diámetro raíz	Número raíces	Masa raíces/planta	Biomasa fresca/planta	Biomasa fresca/ha	Altura final	Rendimiento.ha ⁻¹
Longitud raíz	1.0	0.22	0.04	0.07	0.26	0.20	0.09	0.03
Diámetro raíz		1.0	-0.24	0.68	0.53	0.51	0.50	0.52
Número raíces			1.0	-0.08	-0.12	-0.14	0.01	-0.21
Masa raíces/planta				1.0	0.62	0.64	0.61	0.29
Biomasa fresca/planta					1.0	0.94	0.59	0.29
Biomasa fresca.ha ⁻¹						1.0	0.61	0.18
Rendimiento raíces.ha ⁻¹							1.00	0.25
Altura final planta								1.00

Se observó que el cultivo del maíz debido a su arquitectura ejerció una fuerte competencia sobre el rendimiento de la yuca, causando efectos depresivos sobre los rendimientos de ambos clones (Tablas II y III), los cuales llegaron a disminuir como promedio en los tres años, entre 5 y 11.19 t.ha⁻¹ en CMC-40 (Experimento 1) y entre 5.86 y 7.12 t.ha⁻¹ en Señorita (Experimento 2), dependiendo de los sistemas que fueron utilizados, correspondiendo a las distancias más amplias que también fueron las que mayor porcentaje de radiación dejaron penetrar, los mayores valores con 30.11 t.ha⁻¹ para el sistema de 1.40 x 0.60 m más maíz intercalado (T-4) con CMC-40 (Experimento 1) y el de 1.80 x 0.50 m (T-7) con una hilera de maíz entre dos de yuca a una densidad de 33 333 plantas.ha⁻¹ en Señorita (Experimento 2) con 22.44 t.ha⁻¹, lo cual se debió al incremento que ocurrió en los indicadores del rendimiento de masa, número de raíces por planta, diámetro de la raíz y largo de las raíces que ocurre en los arreglos amplios, debido a la disminución de la competencia interespecífica entre los dos cultivos al existir una mayor entrada de luz en estos agroecosistemas, provocado por la mejor disposición espacial que presentaban y, por tanto, responder positivamente al aumentar su capacidad fotosintética (16).

Los resultados muestran que la magnitud de la competencia entre el maíz y la yuca dependerá fundamentalmente del arreglo entre hileras y la densidad de siembra que se utilice para ambos cultivos, lo cual puede alterar o disminuir la utilización de los recursos para el crecimiento, particularmente la intersección de la luz y por ende el rendimiento, que está en correspondencia conque el espaciamiento entre hileras que se emplee en los cultivos múltiples será un factor importante (17), ya que puede tener la ventaja de interceptar más luz para la fotosíntesis y que esta puede aumentar o disminuir de acuerdo con su amplitud. La reducción de los rendimientos de la yuca intercalada con el maíz ha sido informada por varios autores (18, 19).

Los resultados hasta aquí descritos, muestran que el maíz ejerció un alto grado de competencia sobre la yuca, independientemente del hábito de crecimiento de esta, las distancias utilizadas y las poblaciones de maíz empleadas; en este sentido, se observó que el clon CMC-40, altamente vigorosa y de potencial productivo elevado, compitió más favorablemente con el maíz que el clon Señorita, lo que concuerda con otros resultados (19).

Cuando la yuca se intercaló con el cultivo del frijol, el rendimiento promedio de CMC-40 (Experimento 1) fue elevado con 27.77, 32.91 y 33.58 t.ha⁻¹ para los agroecosistemas de 0.90 x 1.0 m (T-1); 1.80 x 0.50 m (T-5) y 1.40 x 0.60 m (T-3) más una o dos hileras de frijol intercaladas según el arreglo, respectivamente, a pesar de presentar un rendimiento inferior y diferencias estadísticas significativas con los monocultivos, lo que ratifica otros resultados (18), que explicaron una reducción en los rendimientos de la yuca al ser intercalada con leguminosas forrajeras; en este clon los sistemas de intercalamiento de 1.40 x 0.60 m con una hilera de frijol (T-3) y 1.80 x 0.50 m más dos hileras (T-5) obtuvieron los mayores valores aunque difirieron de los monocultivos (T-8 y T-9), con rendimientos más elevados que el resto de los sistemas que incluían frijol o maíz.

En el clon Señorita (Experimento 2), los agroecosistemas de 1.40 x 0.60 m + frijol (T-3) y 1.80 x 0.50 m + frijol (T-5) presentaron promedios de 27.40 y 27.01 t.ha⁻¹, que no difirieron estadísticamente del monocultivo plantado a 0.90 x 1.0 m (T-8), siendo incluso superior al establecido a 1.40 x 0.60 m (T-9), evidenciando una respuesta positiva a la intro-

ducción de la leguminosa en los agroecosistemas en ambos clones, lo cual tiende a aumentar la nutrición de la plantación por su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico. Así se ratifican los planteamientos de algunos autores (21, 22), quienes señalaron que una de las ventajas de incluir leguminosas en los sistemas de rotación e intercalamiento en cultivos económicos, es el de ayudar a la nutrición de las plantas, ya que estas eran capaces de aumentar los elementos nutritivos en el suelo, fundamentalmente el nitrógeno.

Lo anteriormente expuesto se pudo comprobar al analizar el comportamiento de la biomasa fresca aérea por superficie, donde quedó demostrado que al incorporar la leguminosa al sistema se incrementó el rendimiento de este aspecto, siendo el agroecosistema de 1.80 x 0.50 m + frijol en ambos experimentos el que alcanzó el mayor valor comparado con los demás sistemas de intercalamiento.

No obstante ser inferior a los monocultivos, quedó demostrado que introducir una leguminosa en el sistema es de gran importancia, ya que crea las condiciones ecológicas favorables para el desarrollo del cultivo principal; en este sentido, las leguminosas asociadas con el cultivo actúan como plantas de cobertura, realizando mejoras en el suministro de nutrientes, proporcionando un medio ecológico más favorable relacionado con la regulación de la temperatura del suelo y la humedad, logrando aumentar los rendimientos.

De acuerdo con la información generada sobre el comportamiento de las variables en estudio para los dos clones en los diferentes años en estudio, se determinó que en las condiciones de la región donde se llevó a efecto el trabajo, el clon CMC-40 (Experimento 1) presentó un mejor comportamiento que Señorita (Experimento 2), siendo acentuada su superioridad en los indicadores longitud de las raíces, número de raíces por planta y altura final de la planta, lo que pudo ser constatado al efectuarse el análisis discriminante por clon y obtenerse una $F(8.45)=14.129$ altamente significativa (Tabla V); CMC-40 presentó un mejor comportamiento de manera general, como se aprecia en esta tabla. Al estudiar el porcentaje de buena clasificación, se pudo observar en la Tabla VI que el 94.44 % de los individuos resultaron ser bien clasificados, corroborándose los resultados descritos anteriormente.

Tabla VI. Porcentaje de clasificación discriminante por clones

Grupo	Porcentaje	G 1:1 p= 0.5000	G 2:2 p= 0.5000
G 1:1	96.296	26	1
G 2:2	92.592	2	25
Total	94.444	28	26

También se pudo determinar que existió una influencia de los años evaluados en el comportamiento de los caracteres evaluados, ya que se obtuvo un valor de $F(16.88)=5.517$ altamente significativo (Tabla VII); al analizar en qué variables se produce este efecto de los años, se puede apreciar que tanto en el diámetro de la raíz, la masa y altura final de la planta, existió una influencia significativa de este factor (Tabla VII), que fue superior en 1996. Sin embargo, el rendimiento por superficie fue superior en 1995, lo cual está relacionado con el comportamiento de las condiciones climáticas (Figura 1) que predominaron en ese año, donde ocurrió una temperatura promedio de 23.56°C y una precipitación de 1389.6 mm distribuidas uniformemente, lo que permitió que la planta produjera mayor número de raíces por favorecerse el proceso de tuberización. Esto está en correspondencia con otros planteamientos que al estudiar el porcentaje de buena clasificación (Tabla VIII), se pudo conocer que el 83.33 % de los individuos resultaron bien clasificados, corroborando lo planteado anteriormente de que existen diferencias entre los años.

REFERENCIAS

1. FAO, Anuario de producción. 1996, vol. 49, p. 235.
2. MINAGRI. Informe anual sobre cultivos varios en Cuba. Dpto de Economía, 1996.
3. Valenzuela, H. y DeFrank, J. Agroecology of tropical underground crops for small-scale agriculture. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 1995, vol. 14, no. 3, p. 213-238.
4. Mojena, M., et al. Cultivo intercalado de yuca-frijol y yuca-maíz; una forma de aumentar la eficiencia en el uso de la tierra. *Cultivos Tropicales*, 1997, vol. 18, no. 3, p. 40-46.
5. Hernández, C. A. Evaluación de genotipos de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en sistema policultural. Tesis en opción al Título de Máster en Agroecología y Agricultura Sostenible. ISCAH-CEAS, La Habana, 1998, 53 p.

Tabla V. Diferencias entre las variedades según análisis discriminante por clones

Variables	Lambda (0.28)	F (8.45)=14.129	Nivel de significación	Grupos		
				G 1:1	G 2:2	Total
Longitud raíz	0.287456	52.64359	0.000000	30.674	29.784	30.229
Diámetro raíz	0.306139	0.42750	0.516548	5.228	4.751	4.989
Número raíces	0.289469	3.38002	0.072597	4.961	4.993	4.977
Masa raíces/planta	0.297420	0.74565	0.392437	2.501	2.125	2.313
Biomasa fresca/planta	0.294830	1.97396	0.166894	1.913	1.387	1.650
Biomasa fresca/ha	0.284772	1.59286	0.213420	20.024	14.707	17.365
Rendimiento raíces/ha	0.385790	0.00328	0.954562	30.609	24.711	27.660
Altura final planta	0.617869	15.96743	0.000236	1.651	1.468	1.559

Tabla VII. Diferencia entre las variables según análisis discriminante por año

Variables	Lambda (0.24)	F (16.88)=5.5177	Nivel de significación	G 1:1	Grupos G 2:2	G 3:3	Total
Longitud raíz	0.463823	2.13308	0.130562	28.385	28.787	33.514	30.229
Diámetro raíz	0.271146	18.94763	0.000001	5.045	4.659	5.264	4.989
Número raíces	0.311592	1.93749	0.156159	4.626	5.288	5.017	4.977
Masa raíces/planta	0.260815	5.50823	0.007330	2.257	2.290	2.394	2.313
Biomasa fresca/planta	0.251228	1.02545	0.367044	1.675	1.523	1.752	1.650
Biomasa fresca.ha ⁻¹	0.253255	0.17909	0.836639	17.876	16.407	17.813	17.365
Rendimiento raíces.ha ⁻¹	0.278085	0.35809	0.701030	26.931	28.527	27.522	27.66
Altura final plantas	0.273361	2.55008	0.089564	1.603	1.483	1.591	1.559

Tabla VIII. Porcentaje de clasificación discriminante por año

Grupo	Porcentaje	G 1:1 p=0.3333	G 2:2 p=0.333	G 3:3 p=0.333
G 1:1	83.33	15	3	0
G 2:2	88.88	1	16	1
G 3:3	77.77	3	1	14
Total	83.33	19	20	15

6. Hernández, J., *et al.* Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. Ministerio de la Agricultura. Cuba, 1995.
7. MINAGRI. Instructivo técnico del cultivo de la yuca, 1992.
8. Snedecor, G. y Cochran, G. Métodos estadísticos. México. Ed. CECSA, 1971.
9. Cochran, W. y Cox, G. Diseño experimental. Editorial Trillas. México. 1971, p. 84.
10. Duncan, D. B. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, 1955, vol. 11, p. 1-42.
11. Linares, G. Estadística multivariada. La Habana. Universidad de La Habana, vol. 319, p. 1986.
12. Lusembo, P., *et al.* The effect of relative time of interplanting with cassava on tuber yield. Root Crops for food security in Africa. Proc. 5th Symp. ISTRC-AB, Kampala, Uganda, pp. 161-162, 1994.
13. Baguma, Y. K. Effect of plant spacings and planting times on the performance of a cassava-bean intercropping system. Proc. 5th Symp. ISTRC-AB, 1994, p.163-165.
14. Tshiunza, M. Agricultural intensification and labor needs in the cassava-production. Thesis submitted in fulfillment of the requirements for the degree of Doctor (Ph.D) in Applied Biological Sciences, Katholieke Universiteit Leuven, 1996, p. 117.
15. Tshiunza, M. Comparative study of field production labor for selected tropical food crops (cassava, yam, maize and rice). En Root crops and Poverty Alleviation, Proceedings of the Sixth Triennial Symposium of the ISTRC-AB held in Lilongwe, October, 22-28, 1996.
16. Meertens, H. C. C., Fresco, L. O. y Stoop, W. A. Farming systems dynamics: Impact of increasing population density and the availability of land resources on changes in agricultural systems. The case of Skumaland, Tanzania, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 1995, vol. 56, p. 203-215.
17. Olasantan, F. O., Ezumah, H. C y Lucas, E. O. Effects of intercropping with maize on the micro-environment growth and yield of cassava. *Agriculture, Ecosystems and Environments*, 1996, vol. 57, no. 2-3, p. 49-158.
18. Akonde, T. P., Leihner, D. E y Steinmuller, N. Alley cropping on an utisol in subhumid Benin. Part 1: Lonterm effect on maize, cassava and tree productivity. *Agroforestry Systems*, 1996, vol. 34, p. 1-12.
19. Leihner, D. E., *et al.* Alley cropping on an utisol in subhumid Benin. Part 2 : Changes in crop physiology and tree crop competition. *Agroforestry Systems*, 1996, vol. 34, p. 15-25.
20. Ezumah, H. C. y Lawson, T. L. Cassava and maize intercropping systems, the effects of varieties and plant populations. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 1990, vol. 164, no. 5, p. 334-342.
21. Handayanto, E., Cadisch, G. y Giller, K. E. Manipulation of quality and mineralization of tropical legume tree prunings by varying nitrogen supply. *Plant and Soil*, 1995, vol. 176, p. 149-160.
22. García, M. Contribución al estudio y utilización de los abonos verdes en cultivos económicos desarrollados sobre suelos Ferralíticos rojos en las condiciones de Cuba. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. INCA, La Habana, Cuba, 1998.

Recibido: 8 de noviembre de 1999

Aceptado: 21 de abril del 2000