

ESTUDIO DE LA HEREDABILIDAD DEL RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES EN YUCA (*Manihot esculenta* Crantz)

Lianne Fernández, G. Gálvez y Zoila Fundora

ABSTRACT. Sixteen clones from INIFAT's working collection of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) were planted on a typical Red Ferralitic soil in January, 1996. Clones were distributed in a randomized block design with three repetitions, in 5 m-long plots (an area of 22.50 m²). The technical patterns recommended to the crop were used. Two evaluations were performed: one at nine months old and the second one at 12 months, and the following characters were studied: plant height, number of commercial and non commercial roots, commercial and non commercial root weight, stem weight, harvest index, root length and diameter and yield/m². Yield/m² was only analysed at harvest (12 months). All data were submitted to a factorial analysis of variance and yield/m² to a double analysis of variance; Newman-Keuls multiple comparison tests were done. The expected mean square and broad-sense heritability were determined. The genotype had an important effect on the variation of most attributes; it was proved in the factorial analysis of variance, and in the medium to high values that broad-sense heritability has been reached, enabling the improvement of the majority of attributes.

RESUMEN. Se utilizaron 16 clones de la colección de trabajo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical, los cuales se plantaron en enero de 1996 en un suelo Ferralítico Rojo típico. Los clones se dispusieron en un diseño de bloques al azar con tres réplicas, en parcelas de 5 m de longitud (22.50 m² de área) y se siguieron las normas técnicas recomendadas para el cultivo. Se realizaron dos evaluaciones: la primera a los nueve meses y la segunda a los 12 meses, estudiándose los caracteres que se relacionan a continuación: altura de la planta, número de raíces comerciales y no comerciales, peso de raíces comerciales y no comerciales, peso del tallo, índice de cosecha, longitud y diámetro de la raíz y rendimiento/m². El rendimiento/m² solamente se analizó en la cosecha final (12 meses). Los datos se sometieron a un análisis de varianza factorial y el rendimiento/m² a un análisis de varianza doble, efectuándose las pruebas de comparación múltiple de Newman-Keuls. Se determinaron la esperanza del cuadrado medio y la heredabilidad en sentido ancho. El genotipo resultó tener un efecto importante en la variación de la mayor parte de los caracteres, lo cual se mostró en los análisis de varianza factoriales y en los valores de moderados a altos que alcanzó la heredabilidad en sentido ancho, posibilitando la mejora para la mayor parte de los caracteres.

Key words: cassava, genotypes, heritability, *Manihot esculenta*

Palabras clave: yuca, genotipos, heredabilidad, *Manihot esculenta*

INTRODUCCIÓN

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es reconocida como una especie de una amplia variabilidad genética, que se encuentra distribuida principalmente en el continente americano y se estima que tiene su mayor concentración en América Latina y la región del Caribe; estas dos áreas son su centro de origen (1).

Este cultivo es uno de los más importantes entre las plantas tuberosas a nivel mundial y en Cuba, por constituir una fuente de calorías, ocupando el cuarto lugar después del arroz, la caña de azúcar y el maíz (2). Este cultivo es utilizado fundamentalmente para el consumo

humano, ya sea fresco o procesado, como alimento animal y en la obtención del almidón y sus derivados (3).

La producción mundial ha incrementado de 70 millones de toneladas en 1960 a 150 millones de toneladas en 1990. De este total, el 43 % es producido en África, 35 % en Asia y 22 % en América Latina y el Caribe (2).

En Cuba, las estadísticas del Ministerio de la Agricultura (4) presentan un área sembrada de 65 436 ha con un rendimiento de 3.373 t.ha⁻¹ y una producción de 201 MT; estos rendimientos aún son bajos, incidiendo en ello problemas de manejo fitotécnico, ataques de plagas y enfermedades, plantaciones de secano y falta de prioridad del cultivo, aunque hay que destacar que se cuenta con una estrategia clonal aceptable, la cual ha sido estudiada y recomendada por el INIVIT (antiguo CEMSA) en la provincia de Villa Clara (3). Sin embargo, se continúa trabajando a través de los programas de mejoramiento, en la obtención de nuevas variedades que presenten una mejor adaptación a las diversas regiones del país mostrando altos rendimientos.

Ms.C. Lianne Fernández, Investigadora y Dra. Zoila Fundora, Investigador Titular de la División de Genética Vegetal, Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT), calle 1, esq. 2 CP 17 200, Santiago de las Vegas y Dr.C. G. Gálvez, Profesor Titular, Facultad de Biología, Universidad de La Habana, Ciudad de La Habana, Cuba.

Este cultivo ha sido poco estudiado genéticamente; no obstante, desde 1940 existen programas de mejoramiento (1). La demanda general sobre la diversidad genética ha sido centrada en el rendimiento potencial y contenido de materia seca de las raíces, la precocidad, la estabilidad del rendimiento y la reacción ante plagas y enfermedades. Recientemente se ha incrementado el interés en la calidad de las raíces, el deterioro poscosecha, la capacidad de brotación y el uso eficiente de los nutrientes de la fotosíntesis (1).

El mejoramiento está encaminado a disminuir el ciclo de las variedades y a aumentar el contenido de almidón y materia seca en el momento de la cosecha. Otros aspectos a tener en cuenta son: la resistencia a la sequía o al exceso de agua, a las plagas y enfermedades, así como al almacenamiento y estabilidad ecológica. También se debe tener en cuenta la calidad organoléptica (contenido de ácido cianhídrico) que posean las raíces para el consumo (3).

Este trabajo se realizó con la finalidad de determinar la heredabilidad del rendimiento y sus componentes, utilizando una muestra de 16 clones de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) de la colección de trabajo del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron para este experimento 16 clones de la colección de trabajo de *Manihot esculenta* Crantz del INIFAT (Tabla I), las cuales fueron plantadas en enero de 1996 en un suelo Ferralítico Rojo Típico (5) (6). La distancia de plantación empleada fue de 0.90 x 0.90 m. Los clones fueron dispuestos en un diseño de bloques al azar con tres réplicas en parcelas de cinco surcos de 5 m de longitud (22.50 m² de área) y se siguieron las Normas técnicas usuales (4).

Tabla I. Relación de clones utilizados

Número	Nombre
1	Amarilla
2	Villena 2
3	Villena 3
4	Villena 4
5	Amarilla de Mayea
6	Campesina
7	De injerto
8	Enana gruesa
9	Granjera
10	Jagüey dulce
11	Negrita
12	Victoria camalote
13	Victoria
14	Villena 6
15	'CMC-40'
16	'Señorita'

Se realizaron dos evaluaciones: la primera se efectuó a los nueve meses y la segunda a los 12 meses, estudiándose los caracteres que se relacionan en la Tabla II. El rendimiento por m² (R/m²) solamente se analizó en la cosecha final (12 meses). Esta tabla también brinda la información sobre el tamaño de la muestra evaluada para cada caso. El índice de cosecha (IC) se calculó estableciendo la relación entre el peso del tallo y el peso total de las raíces sobre base fresca.

Tabla II. Relación de los caracteres evaluados y muestra tomada en cada caso

Simbología	Nombre del carácter y unidad de medida	Muestra evaluada
AP	Altura de la planta (m)	5 plantas/parcela
NRC	Número de raíces comerciales	5 plantas/parcela
NRNoC	Número de raíces no comerciales	5 plantas/parcela
PRC	Peso de raíces comerciales (kg)	5 plantas/parcela
PRNoC	Peso de raíces no comerciales (kg)	5 plantas/parcela
PT	Peso tallo (kg)	5 plantas/parcela
IC	Índice de cosecha	5 plantas/parcela
LR	Longitud de la raíz (cm)	10 raíces al azar
DR	Diámetro de la raíz (cm)	10 raíces al azar
R/m ²	Rendimiento/m ² (kg/m ²)	13.5 m ²

El rendimiento por m² se sometió a un análisis de varianza doble, modelo de efectos fijos, efectuándose las pruebas de comparación múltiple de Newman-Keuls en los casos pertinentes. Se realizó el análisis de varianza bifactorial, considerando los caracteres que se relacionan en la Tabla II, con el fin de conocer los genotipos (clones) que tenían diferente comportamiento independientemente de las dos fechas de cosecha (a los nueve y 12 meses). Se siguió el procedimiento de análisis de varianza factorial (7). Los caracteres número de raíces no comerciales (NRNoC) e índice de cosecha (IC) fueron transformados utilizando la \sqrt{x} , con el objetivo de llevar los datos a la normalidad requerida. Para estos análisis se utilizó el paquete estadístico STATITCF, versión 4.0.

Después de efectuar los ANOVA factoriales, se estimaron las esperanzas de los cuadrados medio (ECM), siguiendo un modelo lineal aleatorio o Modelo 2 (8) y el procedimiento de Fisher (9) para conocer el valor de las varianzas debido a los diversos factores.

El modelo lineal fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + g_i + f_j + (gf)_{ij} + e_{ijk}$$

donde:

Y_{ijk} = valor fenotípico del i-ésimo genotipo, en la fecha de cosecha, asociado a la k-ésima replicación

μ = la media general del efecto fijo

g_i = efecto aleatorio del i-ésimo genotipo, $i=1 \dots 16$

f_j = efecto aleatorio de la j-ésima fecha de cosecha, $j=1 \dots 2$

$(gf)_{ij}$ = efecto aleatorio de la interacción i-ésimo genotipo con la j-ésima fecha de cosecha

e_{ijk} = error del efecto aleatorio.

A partir de los cuadrados medio, se estimó la heredabilidad en sentido ancho o grado de determinación genética (g^2) (10). Las heredabilidades fueron expresadas sobre la base de las medias de las parcelas.

Se estimaron los errores estándar de las heredabilidades (11).

En este caso:

$$\sigma^2_P = \sigma^2_G + \sigma^2_F + \sigma^2_{GF} + \sigma^2_{e/r}$$

donde:

$\sigma^2_{e/r}$ promedio de la varianza del error replicada, para tomar g^2 sobre la base de parcelas replicadas.

Byth (8) propuso la siguiente expresión de h_a^2 ó g^2 :

$$h_a^2 = \frac{\sigma_G + \sigma_{G \times E}}{\sigma_P}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variabilidad del rendimiento por m^2 (R/m^2). Para los datos obtenidos en la cosecha final (12 meses), el análisis de varianza (Tabla III) mostró diferencias significativas al 5 % entre los clones para el rendimiento por m^2 (R/m^2); entre los bloques no se observaron diferencias, lo que indica la homogeneidad del suelo donde se realizó el experimento.

Tabla III. ANOVA realizado para el rendimiento por m^2 (R/m^2)

Fuentes	gl	CM (R/m^2)
Total	47	0.95
Clones	15	1.93**
Bloques	2	2.15
Residuos	30	0.38
DE		0.61

** Significación con $p < 0.01$

Al analizar la Tabla IV, se puede apreciar que los clones comerciales 'CMC-40' (15) y 'Señorita' (16) sobresalen con los valores más altos, 4.8 y 4.72 kg/m^2 respectivamente, pero hay que resaltar los clones De Injerto (7), Victoria (13) y Villena 4 (4) con rendimientos promedio de 4.17, 3.75 y 3.71, lo cual muestra las grandes potencialidades de estos clones para futuros programas de mejoramiento o para su incorporación directa a programas de regionalización. Esto ya había sido planteado (12) y se afirma que los rendimientos dependen del clon, el período vegetativo, las condiciones del medio ambiente y la forma del cultivo. Además, se considera que un rendimiento de 30 $t \cdot ha^{-1}$ es fácilmente alcanzable aplicando las técnicas agronómicas adecuadas.

Interacción de los clones con la edad de la planta en la cosecha. La Tabla V muestra el análisis de varianza bifactorial realizado, donde los caracteres: número de raíces comerciales y no comerciales (NRC y NRNoC (T)) y el diámetro de la raíz (DR) mostraron diferencias signifi-

ficativas al 1 % entre los clones, mientras que el peso de raíces comerciales (PRC) mostró diferencias al 5 %.

Tabla IV. Comparación de las medias de los clones a los 12 meses para el rendimiento por m^2 (R/m^2)

Clones	Media	R/ m^2	Significación
15	4.80		a
16	4.72		a
7	4.17		abc
13	3.75		abc
4	3.71		abc
8	3.49		abc
2	3.43		abc
11	3.42		abc
14	3.32		abc
12	3.29		abc
10	3.28		abc
9	2.76		bc
1	2.66		bc
6	2.48		bc
2	2.42		bc
5	1.85		c
$\pm S_x$	0.08		

Letras iguales en la misma columna no difieren significativamente según prueba de Newman-Keuls

Para el factor fecha de cosecha, se pudieron apreciar diferencias significativas al 5 % para la altura de la planta (AP) y al 1 % para los caracteres peso del tallo (PT), número de raíces comerciales y no comerciales (NRC y NRNoC) y longitud y diámetro de la raíz (LR y DR).

En la interacción clon x fecha de cosecha, solamente se evidenciaron diferencias significativas al 5 % para el peso de raíces no comerciales (PRNoC) y el índice de cosecha (IC (T)).

En la Tabla VI se aprecian diferencias para el número de raíces comerciales (NRC), donde los mayores valores fueron para la 'CMC-40' (15) seguida por Victoria (13), 'Señorita' (16), Villena 2 (2) y Villena 4 (4) respectivamente; estos clones deben tenerse en cuenta en un futuro programa de mejoramiento, por destacarse en la producción de raíces comerciales. Al analizar el peso de raíces comerciales (PRC), podemos constatar que nuevamente se destacan los mismos clones y en primer lugar la 'CMC-40' (15). Debemos destacar que los clones mencionados presentan rendimientos similares a los clones comerciales, 'CMC-40' (15) y 'Señorita' (16), lo que indica las grandes potencialidades productivas para ellos.

En el caso del número y peso de raíces comerciales (NRC y PRC), los clones que más sobresalen son: Victoria (13), Villena 2 (2) y Villena 4 (4), por lo que cabe pensar que en nuestras condiciones existe también una correlación positiva entre estos caracteres. Este tipo de análisis debe tenerse en cuenta en futuros trabajos.

Tabla V. ANOVA factorial realizado para las variables estudiadas

Fuentes	gl	CM								
		AP	PT	NRC	NRNoC (T)	PRC	NRNoC	LR	DR	IC(T)
Total	95	0.16	1.38	0.75	0.18	0.49	0.23	20.12	0.52	0.12
Clones	15	0.26	2.55	1.50**	0.36	0.82*	0.42**	20.62	1.10**	0.24**
Fechas de cosecha	1	0.84*	10.50**	13.65**	2.59**	0.03	2.94**	216.60**	9.99**	0.52**
C x F	15	0.02	0.86	0.26	0.09	0.41	0.26*	21.11	0.21	0.15*
Bloques	2	0.53	1.80	0.64	0.24	1.66	0.09	0.03	0.12	0.50
Error	62	0.14	1.06	0.49	0.12	0.40	0.14	17.24	0.31	0.06
DE		0.38	1.03	0.70	0.35	0.63	0.37	4.15	0.56	0.24
CV		13.80	23.70	29.30	18.80	44.80	43.1	13.30	10.50	17.00

* Significación con $p < 0.05$

** Significación con $p < 0.01$

C = Clones

F = Fechas de cosecha

(T) = Transformada

Tabla VI. Comparación de medias de los clones para los caracteres evaluados

Clones	NRC		NRNoC (T)		PRC		DR	
	Media	Sign.	Media	Sign.	Media	Sign.	Media	Sign.
1	1.98	abc	1.26	c	1.40	ab	5.33	bc
2	2.63	abc	1.92	abc	1.62	ab	5.92	ab
3	2.50	abc	1.76	abc	1.25	b	4.93	bc
4	2.57	abc	2.07	ab	1.60	ab	5.08	bc
5	1.60	c	1.99	ab	1.15	b	4.47	c
6	1.90	abc	1.80	abc	0.97	b	5.03	bc
7	2.20	abc	2.10	ab	0.93	b	5.62	ab
8	1.90	bc	1.83	abc	1.42	ab	5.39	abc
9	2.00	abc	1.69	bc	1.55	ab	5.42	abc
10	1.90	bc	1.83	abc	0.93	b	5.15	bc
11	2.02	abc	1.78	abc	1.13	b	5.05	bc
12	2.40	abc	1.80	abc	1.57	ab	5.50	abc
13	3.28	ab	1.69	bc	1.58	ab	5.30	bc
14	2.33	abc	2.41	a	1.30	b	5.47	abc
15	3.35	a	1.81	abc	2.53	a	6.37	a
16	2.97	abc	2.01	ab	1.27	b	5.15	bc
$\pm S_x$	0.10		0.05		0.09		0.08	

Sign.= significación

Letras iguales en la misma columna no difieren significativamente según prueba de Newman-Keuls

El número y peso de raíces son los componentes más importantes en el rendimiento (13) y según estudios desarrollados en la India, existe una correlación positiva entre el número y peso de éstas, destacándose que el incremento en el peso de las raíces aumenta con la edad de la planta, mientras que con el número de raíces no se produce en el mismo período una diferenciación significativa. Una situación similar ocurre con el diámetro de la raíz, donde los clones con mayor grosor fueron aquellos que tuvieron mayor número y peso de las raíces; esto coincide con lo expresado por algunos autores (14) que encontraron una fuerte correlación entre el diámetro de las raíces y el rendimiento.

Por otra parte, el número de raíces no comerciales no muestra una marcada diferencia entre los clones, pero de forma general se puede expresar que este carácter, aunque influye en el rendimiento, debe tenerse en cuenta en la selección negativa sobre los genotipos indeseables, ya que el objetivo es poder contar con clones que produzcan y desarrollen raíces de calidad comercial.

Las Tablas VII y VIII brindan información acerca de la incidencia de la interacción clon x fecha de cosecha para los caracteres peso de raíces no comerciales e índice de cosecha respectivamente. En el caso del peso de raíces no comerciales, de manera general, hay que señalar que se formaron cinco grandes grupos por las interacciones; los mayores valores los alcanzaron los clones 'CMC-40' (15) y De Injerto (7) a los 12 meses, seguidos de un grupo intermedio donde aparecen algunos clones a los 12 meses y finalmente los valores más bajos correspondieron a la mayor parte de los clones a los nueve meses.

Tabla VII. Comparación de las medias de la interacción clon x fecha de cosecha para el carácter peso de raíces no comerciales. Error estándar de la media 0.05

Grupo	Interacciones clon x fecha de cosecha	Intervalo de medias	Significación
1	C15 (12 m)	1.87	a
2	C7 (12 m)	1.73	ab
3	C2,C4,C6,C7,C12,C13,C14,C16 (9m) y C2,C3,C4,C5,C8,C9,C10,C11,C13,C14, C16 (12 m)	0.73-1.50	abc
4	C3, C5, C11 (9 m)	0.60-0.67	bc
5	C1,C8,C9,C10,C15 (9 m)	0.33-0.53	c

Tabla VIII. Comparación de las medias de la interacción clon x fecha de cosecha para el carácter índice de cosecha. Error estándar de la media 0.03

Grupo	Interacciones clon x fecha de cosecha	Intervalo de medias	Significación
1	C6 (12 m)	2.05	a
2	C10 (12 m)	1.97	ab
3	C11 (9 m)	1.75	abc
4	C1,C2,C3,C4,C5,C6,C7,C8,C9,C10,C12, C13,C14,C15,C16(9m)yC3,C5,C8,C12,C13(12m)	1.32-1.68	abcd
5	C11, C12 (12 m)	1.27	bcd
6	C1,C2,C7,C9,C14,C15,C16 (12 m)	1.02-1.20	cd
7	C4 (12 m)	0.95	d

Esto se explica biológicamente debido a que a medida que las plantas alcanzan una mayor edad, el llenado de las raíces, o sea, la translocación de nutrientes, está desplazada al incremento del peso de los tubérculos.

En cambio para el índice de cosecha, como consecuencia de la interacción se formaron siete grupos, destacándose con los valores más altos los clones Campesina (6), Jagüey Dulce (10) y Negrita (11); esto indica que no hay un buen aprovechamiento de los nutrientes por parte de las plantas, en lo que respecta al rendimiento y sus componentes. Hay que señalar que para este carácter hay una tendencia a que los clones mejor adaptados a nuestras condiciones presenten los valores más bajos, encontrándose entre ellos los clones con mejores rendimientos a los 12 meses, donde el índice de cosecha casi nunca se estima durante el ciclo de crecimiento y es normalmente medido al final del ciclo del cultivo (15).

También hay que tener en cuenta que este parámetro está determinado por el peso del tallo y el peso total de las raíces, pues el cociente de ambos es lo que nos ofrece el valor del índice de cosecha y que en nuestro caso los clones con valores aproximados a 1 son los que han brindado los resultados más eficientes. Esto coincide con el planteamiento (15) de que los índices de cosecha ≤ 1 son los óptimos, porque existe un equilibrio entre el peso del tallo y el de las raíces. Además, explicaron que los valores superiores a 1 son importantes a tener en cuenta si se buscaran clones con fines forrajeros.

Estimación de la esperanza de los cuadrados medio. La estimación de las varianzas muestra, en general, poco efecto de la interacción de los genotipos con la fecha de cosecha, a excepción de los caracteres índice de cosecha y peso de las raíces no comerciales (Tabla IX). En el caso del peso de las raíces no comerciales, esto tiene una explicación biológica clara, debido a la diferencia genética existente entre los clones y a sus potencialidades para comportarse de diversa manera en las fechas de cosecha analizadas, en virtud de sus diferentes ciclos vegetativos. Sin embargo, a pesar de este comportamiento genético diferencial, la expresión fenotípica de este carácter tiene

un importante componente no genético, fundamentalmente condicionado por el manejo agronómico de los clones (diferentes fechas de plantación y cosecha). Esto también se evidencia con la baja heredabilidad del carácter (0.17).

En la Tabla X se aprecia que, en general, el efecto de fecha de cosecha sí tuvo una participación de importancia en la variación de algunos caracteres con el número de raíces comerciales, con el 42.9 % de la variación fenotípica total, el número de raíces no comerciales con el 38 % y el peso de las raíces no comerciales con el 33.0 %.

Heredabilidad. Los valores de heredabilidad (Tabla X), en general, oscilaron entre 0.17 para el peso de raíces no comerciales, que se considera bajo, y 0.55 para el diámetro de las raíces, que es un valor moderadamente alto.

La mayor parte de los caracteres mostraron, sin embargo, valores moderados entre 0.3 y 0.4, lo que indica en general posibilidades de mejoramiento para la mayor parte de los caracteres. Sin embargo, los resultados de estas heredabilidades deben mirarse con cierta reserva, pues se trata de heredabilidades en sentido ancho, considerando que estas pueden estar subestimadas.

Los errores estándar de los valores de g^2 resultaron ligeramente altos, debido tal vez al número relativamente bajo de réplicas y a la varianza de algunos componentes del rendimiento (8). No obstante, hay que resaltar que los valores aquí obtenidos guardan relación con los informados por otros autores (16) que encontraron altos valores de heredabilidad y avance genético para los caracteres número y peso de los tubérculos por planta, y afirmaron que es conveniente utilizarlos como criterio de selección en programas de mejoramiento. También se encontraron valores intermedios de heredabilidad (0.2-0.4) para el rendimiento de raíces, lo que coincide con la mayor parte de nuestros caracteres (17).

Los análisis de varianza factoriales mostraron, en general, que los genotipos tuvieron un efecto de importancia en la variación de la mayor parte de los caracteres. Esto se expresó en valores de heredabilidad en sentido ancho y fueron de moderados a altos, lo que posibilita la fijación relativamente fácil para la mayor parte de los caracteres analizados.

Tabla IX. Comportamiento de las esperanzas del cuadrado medio en las diferentes variables estudiadas

Fuentes	gl	ECM							
		AP	PT	NRC	NRNoC (T)	PRC	NRNoC	DR	IC(T)
Clones	15	0.0400	0.2816	0.2066	0.0450	0.07	0.0266	0.1483	0.0150
Fechas de cosecha	1	0.0170	0.2022	0.2789	0.0520	0.00	0.0558	0.0162	0.0770
C x F	15	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.0400	0.0000	0.0300
Error	62	0.14	1.06	0.49	0.12	0.40	0.14	0.31	0.0600

Tabla X. Porcentaje del comportamiento de las esperanzas del cuadrado medio en las diferentes variables estudiadas y heredabilidad en sentido ancho

Fuentes	gl	ECM							
		AP	PT	NRC	NRNoC (T)	PRC	NRNoC	DR	IC(T)
Clones	15	38.60	33.60	31.80	32.80	34.40	16.70	55.30	20.60
Fechas de cosecha	1	16.40	24.10	42.90	37.90	0.00	33.06	6.00	10.60
C x F	15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.90	0.00	41.20
g^2		0.39	0.34	0.32	0.33	0.34	0.17	0.55	0.21
		± 0.20	± 0.18	± 0.22	± 0.19	± 0.15	± 0.15	± 0.23	± 0.18

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración de los técnicos Ailín Cairo del Cristo y Yoel López Hernández, quienes aportaron una gran parte de la información utilizada en la elaboración de este trabajo.

REFERENCIAS

1. Fukuda, W. M. G. Cassava Breeders' Need For Genetic Diversity. International Network for Cassava Genetic Resources. Report of the First meeting of the International Meeting Network for Cassava Genetic Resources CIAT, Colombia, 18-23 August. International Crop Network Series.10. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, (1994) 179 p.
2. Best, R. y Henry, G. Cassava: Towards the year 2000. International Network for Cassava Genetic Resources. Report of the First meeting of the International Meeting Network for Cassava Genetic Resources CIAT, Colombia, 18-23 August. International Crop Network Series.10. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, (1994) 179 p.
3. López, Z. M., Vázquez B., E. y López F., R. Raíces y tubérculos. Editorial Pueblo y Educación. 1995, 434 p.
4. MINAGRI. Instructivo Técnico del Cultivo de la Yuca (*Manihot esculenta* Crantz). La Habana, 1988.
5. Hernández, A., et al. Correlación de la nueva clasificación genética de los suelos de Cuba, con clasificaciones internacionales (Soil taxonomy y FAO-UNESCO) y clasificaciones nacionales (segunda clasificación genética y clasificación de series de suelos), 1995.
6. López, Z. M., Vázquez B., E., López F., R. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. Ciudad de La Habana, 1995, 26 p.
7. Fundora, Z. Obtención de variedades de maní (*Arachis hypogaea* L) a partir de colecciones de la especie. [Tesis de Doctorado], 1999, 125 p.
8. Gálvez, G., Sigarrosa, A. Curso de Genética Cuantitativa. Universidad de la Habana : Facultad de Biología, 1997.
9. Fisher, R. A. Statistical methods for research workers. Edinburg : Oliver and Boyd, 1935.
10. Falconer, D. S. Introduction to Quantitative Genetics, 3rd Edition. Essex : Longman Scientific and Technical, 1989, 438 p.
11. Becker, W. A. Manual of Quantitative Genetics. Fourth Edition. Washington : Washington State University, 1985, 194 p.
12. Fernández, G., et al. Caracterización de la variabilidad morfológica y agronómica en 16 clones de yuca (*Manihot esculenta* Crantz.) [Tesis de Maestría en Biología Vegetal], 1999.
13. Nair, S. G., et al. Genetic resources of Cassava in India. International Network for Cassava Genetic Resources. Report of the First meeting of the International Meeting Network for Cassava Genetic Resources CIAT, Colombia, 18-23 August. International Crop Network Series.10. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, (1994) 179 p.
14. Pinho, J. L. N. de, et al. Yields components and partitioning characteristics of cassava in coastal Ceara. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 1995, vol. 7, no. 1, p. 89-96.
15. Fernández, G., et al. Optimización de los marcos de plantación de cuatro variedades cubanas de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en suelo Ferralítico Rojo. [XII Forum de Ciencia y Técnica del INIFAT], 1996.
16. Suthanthirapandian, I. R., Jeeva, S. y Thamilarsi, R. Genetic variability for metric traits in cassava. *Journal of Root Crops*, 1994, vol. 20, no. 1, p. 53-54.
17. Iglesias, C. A., et al. Cassava breeding at CIAT: Heritability estimates and genetic progress in the 1980s. Tropical root crops in a developing economy. *Acta horticulturae*, 1994, no. 380, p. 149-163.

Recibido: 13 de julio de 1999

Aceptado: 20 de septiembre de 1999