

ANÁLISIS DE LA TOLERANCIA A LA SALINIDAD EN VARIEDADES DE *Vigna unguiculata* (L) SOBRE LA BASE DE CARACTERES AGRONÓMICOS, LA ACUMULACIÓN DE IONES Y EL CONTENIDO DE PROTEÍNA

L. M. González, A. Zamora y N. Céspedes

ABSTRACT. The salinity tolerance of 12 varieties of *Vigna unguiculata* (L.), based on yield and its main components, related to relative ion accumulation and protein content was evaluated. Through the Cluster Analysis the tested varieties were collected in different groups for its tolerance to stress. Through the correlation coefficient between similarity associated matrixes of established dendrograms, a high percentage of congruency between classifications was observed, indicating the possibility to complement the salt-tolerance evaluation based on agronomic characters with other indicators. Whithin the evaluated materials, Trópico-782 variety was the most tolerant to salinity.

Key words: salinity, salt tolerance, statistical analysis, *Vigna unguiculata*

RESUMEN. Se estudió la tolerancia a la salinidad en 12 variedades de *Vigna unguiculata* (L.) sobre la base del rendimiento y sus componentes teniendo en cuenta la acumulación relativa de iones y el contenido de proteína bruta. Mediante análisis de Conglomerado Jerárquico y de Ligamiento Completo, usando la distancia euclidiana, el material evaluado se colectó en grupos diferentes por su tolerancia al estrés. A través del coeficiente de correlación entre las matrices de similitud asociadas de los dendrogramas establecidos, se observó un alto grado de congruencia entre las clasificaciones realizadas, lo que sugiere que las evaluaciones de la tolerancia a la salinidad sobre la base de los caracteres agronómicos pueden ser completadas con los restantes indicadores. Dentro de los materiales evaluados, la variedad Trópico-782 resultó la más tolerante a la salinidad.

Palabras clave: salinidad, tolerancia a la sal, análisis estadístico, *Vigna unguiculata*

INTRODUCCIÓN

La salinidad de los suelos se ha convertido en un grave problema para la agricultura mundial, que afecta entre un 40-50 % de toda el área del planeta y su extensión crece anualmente a razón de 3 ha.min⁻¹ (Mashali, 1995). En Cuba, el 14 % de la superficie útil se encuentra afectada, e involucra la mayoría de las áreas que se dedican a la producción de cultivos importantes para la alimentación humana y animal (González, 1996). Tal situación ha motivado que los trabajos encaminados a la recuperación y el manejo de estos suelos se hayan intensificado en los últimos años (López, Ramos y González, 1998 y González *et al.*, 1999).

En la política de recuperación y manejo de estos suelos, el uso de especies y variedades tolerantes al estrés se considera de primordial importancia y ha recibido especial atención por diferentes investigadores en Cuba y en el extranjero (González, 1996;

Yamanouchi, Tanaka y Fujiyama, 1997; González, Ramírez y Ramírez, 1999 y López, Ramírez y González, 1998).

Las leguminosas de grano que constituyen una fuente importante en el suministro de alimento, por sus aportes de proteínas, carbohidratos, lípidos, vitaminas y minerales (Díaz *et al.*, 1994), han sido reconocidas como sensibles o moderadamente tolerantes a la salinidad (Subbarao y Johansen, 1994); aunque se ha informado una variabilidad considerable en la tolerancia dentro y entre las especies que conforman este género (Saxena *et al.*, 1993; Delgado, Ligeró y Lluch, 1995; Yamanouchi *et al.*, 1994 y Cordovilla *et al.*, 1995).

Vigna unguiculata (L) es una leguminosa comestible, dotada de un alto contenido proteico, que se utiliza como grano seco o como hortaliza para la alimentación humana; es importante también como leguminosa forrajera por su contenido de proteína bruta y constituye una opción como fuente de materia orgánica en la recuperación de la fertilidad de los suelos. No obstante, a pesar de que se ha señalado su adaptación en Cuba a un amplio rango de suelos, no se han desarrollado muchos estudios en los afectados por salinidad

Dr. L. M. González, Investigador Auxiliar del Laboratorio de Técnicas Nucleares; A. Zamora y N. Céspedes, Investigadores Agregados del Departamento de Edafología, Instituto de Investigaciones Agropecuarias «Jorge Dimitrov», Gaveta Postal 2140, Bayamo 85100, Granma, Cuba.

(Jiménez *et al.*, 1996) y no se conocen las variedades con mayor grado de tolerancia que puedan ser explotadas en estos suelos, para lograr cubrir las más de 20 000 ha de superficie que se ha propuesto el Ministerio de la Agricultura en los próximos años.

Es objetivo del presente trabajo evaluar la tolerancia a la salinidad en 12 variedades de *Vigna unguiculata* (L), sobre la base del rendimiento y sus componentes, así como de la acumulación de iones y el contenido de proteína; establecer los caracteres de mayor contribución a la divergencia del material genético empleado y el grado de congruencia entre las clasificaciones establecidas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron semillas de 12 variedades de *Vigna unguiculata* (L), suministradas por el banco de germoplasma del Instituto de Investigaciones en Agricultura Tropical «Alejandro de Humbolt», de La Habana, las cuales se sembraron en Jucarito sobre un suelo Gley Antrópico y Vértico en profundidad (Hernández, 1995), siguiendo dos variantes experimentales: un área con una salinidad promedio de 1380 ppm de SST (C.E=4.94 dS.m⁻¹) y otra normal sin afectación por sales (250 ppm de SST; CE=0.58 dS.m⁻¹), las cuales estaban situadas a una distancia de 60 m y separadas por un canal de riego. En el área afectada por salinidad predominan los iones de Na⁺ y Cl⁻ y se clasifica como del tipo clorhídrica. En el análisis de la salinidad del suelo se tomaron 50 muestras en tres transectos realizados en distintas zonas y direcciones dentro del área a una distancia entre puntos de 1 m. El valor medio de salinidad fue de 1 380 ppm y los valores fluctuaron alrededor de la media dentro y a lo largo de los transectos, por lo que se consideró a la media como el valor esperado de la propiedad (Hajrasuliha *et al.*, 1980 y Utset, Ruiz y Herrera, 1989). Esto unido a que los valores de autocorrelación decaen, desde los valores correspondientes a pequeñas distancias de separación hasta cero para una distancia de separación de 5 m y que nuestra área está formada por bloques de 5 x 5 m, donde en cada uno de ellos la salinidad tiene un valor similar, se asumió que forma determinada la estructura espacial o se distribuye de forma homogénea. Esto sirvió de fundamento para establecer un diseño similar en las dos áreas donde se desarrolló la experiencia.

Se siguió un diseño de bloques al azar (parcelas con una dimensión 5 x 5 m) con cuatro repeticiones en ambas variantes y se sembró en abril durante 1997 y 1998, usando el marco de siembra y la densidad establecidas (Díaz *et al.*, 1994). Las atenciones culturales y fitosanitarias se realizaron por las normas habituales, aplicando fertilización y sin inocular las semillas.

En la cosecha se valoró el rendimiento agrícola (RA) y los componentes: vainas por planta (V/P), granos por planta (G/P) y peso de 100 semillas (P100S); además, se realizaron análisis bromatológicos para determinar el contenido de Na⁺ y K⁺ en hojas, usando el método de fotometría de llama (AOAC, 1975) y el contenido de proteína bruta se determinó usando el método de Kjeldahl.

Con los datos del rendimiento y sus componentes se calcularon los índices de tolerancia a la salinidad, según la fórmula propuesta por González *et al.* (1991):

$$TR=100(ISS/ISN);$$

donde ISS e ISN son los indicadores evaluados en los suelos salino y normal, respectivamente.

Las diferencias del rendimiento y sus componentes en el suelo salino con respecto al normal para todas las variedades, se establecieron mediante la prueba de t de Student.

Los datos de tolerancia sobre la base del rendimiento y sus componentes, de acuerdo con la acumulación relativa de Na⁺ y K⁺ y el contenido de proteína bruta (PB), se procesaron de forma independiente mediante análisis de Conglomerado Jerárquico y de Ligamiento Completo, sobre la base de la distancia euclidiana (Sokal y Sneath, 1993). Se calcularon el coeficiente de correlación cofenético, para determinar el grado de distorsión interna de las matrices, y el coeficiente de similitud, para evaluar el grado de congruencia entre las clasificaciones obtenidas (Iglesias *et al.*, 1994).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De manera general, se observaron afectaciones significativas en el rendimiento y sus componentes en todas las variedades, en el área salinizada con respecto a la normal (Tabla I), lo que denota la influencia negativa que sobre las plantas ejerció la salinidad. Tal comportamiento coincide con lo observado en diferentes especies de leguminosas, incluyendo *Vigna unguiculata* (L) (Subbarao y Johansen, 1994; Cordovilla *et al.*, 1995 y Yamanouchi, Tanaka y Fujiyama, 1997).

El rendimiento de las plantas se inhibió entre un 17-79 %, en dependencia de las variedades en las condiciones salinas del suelo empleado que fue de 4.94 dS.m⁻¹, lo que concuerda con lo informado por Subbarao y Johansen (1994), de que los niveles de sales que inhiben en un 50 % el rendimiento de *Vigna unguiculata* (L) oscilan entre 4.9 y 7.7 dS.m⁻¹ en función de la variedad.

De los componentes del rendimiento, el número de granos por planta fue el más dañado, seguido del número de vainas, lo que pudiera ser debido a un incremento del polen no viable e infértil, así como a alteraciones en el desarrollo floral (Salim y Pitman, 1987); mientras que la menor variación en el peso de 100 semillas pudiera ser explicado, por ser una característica genética muy poco influenciada por el ambiente y que depende en un gran por ciento del genotipo.

Las afectaciones mostradas por el rendimiento y sus principales componentes constituyen una de las respuestas más comunes al estrés y son atribuidas a la acumulación de iones tóxicos como el Na⁺ y el Cl⁻, que interfieren en el metabolismo de las plantas y afectan su crecimiento y desarrollo, así como al alto potencial osmótico que se crea en los suelos salinizados y que afectan las relaciones hídricas de los cultivos que en ellos se desarrollan (Jacoby, 1994).

Tabla I. Rendimiento y sus componentes en variedades de *Vigna unguiculata* (L.) en suelos normales y afectados por salinidad

Variedad	Rendimiento (t.ha ⁻¹)		Número de vainas/planta		Peso de 100 semillas (g)		Granos/planta (g)	
	N	S	N	S	N	S	N	S
Trópico-782	1.63±0.12	1.35±0.10***	8.94±0.10	8.66±0.09***	19.16±0.52	16.86±0.50**	99±12	43±10***
IT82D-849	1.41±0.23	0.99±0.18***	7.83±0.24	5.73±0.18***	19.24±0.64	17.79±0.58**	70±10	27±12***
IT82D-389	1.04±0.21	0.38±0.19***	8.94±0.12	7.46±0.08***	11.53±0.20	11.50±0.21	86±13	21±23***
IT82E-9	0.96±0.18	0.54±0.20***	8.88±0.13	7.06±0.10***	16.64±0.65	13.38±0.50**	82±15	20±12***
IITA Precóz	1.55±0.12	0.51±0.15***	9.22±0.23	5.20±0.16***	20.64±0.52	16.82±0.34***	78±12	22±10***
IT86-1038	1.28±0.22	0.83±0.18***	9.05±0.24	6.60±0.19***	17.83±0.64	16.04±0.22*	64±16	31±14***
Mulatina	1.36±0.23	0.53±0.22***	12.33±0.30	7.40±0.26***	17.25±0.43	15.21±0.45**	90±21	26±24***
Cubanita 666	1.28±0.18	0.54±0.12***	7.83±0.10	7.00±0.05***	20.57±0.46	17.57±0.36**	71±12	14±13***
86D-510	1.38±0.10	1.06±0.13***	9.05±0.15	7.13±0.13***	16.11±0.23	15.76±0.20*	68±16	30±20***
Viñales 144	1.15±0.22	0.36±0.16***	10.05±0.35	5.73±0.22***	11.06±0.24	9.06±0.23*	114±25	39±19***
Cancarro	1.13±0.12	0.55±0.09***	8.61±0.12	7.20±0.08***	13.50±0.32	11.89±0.23**	86±13	44±10***
86D-715	1.049±0.16	0.63±0.10***	10.33±0.13	8.47±0.10***	14.78±0.23	14.45±0.20	87±21	36±26***

*, ** y ***, indican significación para P=0.05, P=0.01 y P=0.001 por la prueba de t de Student

Dado que no todas las variedades responden con igual intensidad frente al estrés en dependencia de los caracteres evaluados, se procedió al cálculo de la tolerancia relativa para de forma integral agruparlas, mediante el análisis de Conglomerado Jerárquico y de Ligamiento Completo, sobre la base de la distancia euclidiana, que ha sido utilizado con éxito en otros cultivos (González, López y Ramírez, 1997 y González *et al.*, 1999).

Dicho análisis permitió observar que el material evaluado se colectó en cuatro grupos diferentes, atendiendo a su tolerancia a la salinidad, sobre la base del rendimiento y sus componentes (Figura 1), lo que denota la existencia de variación genética en la respuesta varietal de esta especie al estrés. Esto coincide con lo informado por Borges *et al.* (1996) y Jiménez *et al.* (1996) en diferentes variedades de *Vigna unguiculata* (L), Salim y Pitman (1987) y Ashraf y Rasul (1988) en *Vigna radiata* (L) y Ashraf y Karim (1990) en *Vigna mungo* (L). Tal comportamiento se considera importante, dado que la tolerancia a la salinidad es un atributo finito y el mejoramiento genético a través de la selección y recombinación para dicho carácter, depende de la disponibilidad y extensión de la variabilidad genética existente dentro de la especie en cuestión.

El grupo I, compuesto por la variedad Trópico-782 que mostró los mayores valores en los índices de tolerancia sobre la base del rendimiento, número de vainas por planta y número de granos por planta (Tabla II), resultó el de mejor comportamiento; mientras que el grupo IV que reunió tres variedades (IITA Precóz, Mulatina y Viñales-144) con los menores valores en los índices de tolerancia resultó el más susceptible; los grupos II y III que reunieron tres y cinco variedades, respectivamente, presentaron una posición intermedia, por lo que clasifican como moderadamente tolerantes al estrés.

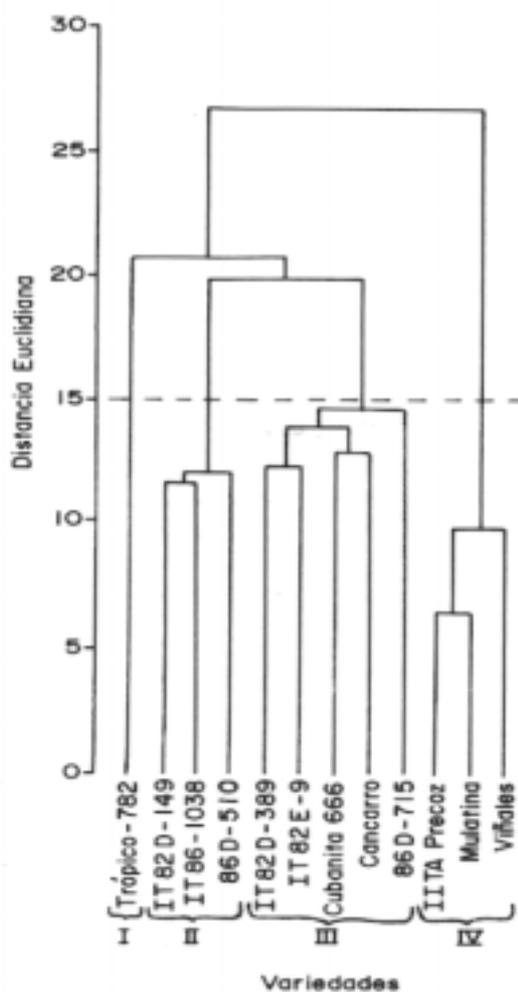


Figura 1. Dendrograma con el agrupamiento de las variedades según la tolerancia a la salinidad calculada a partir del rendimiento y sus componentes

Tabla II. Valores promedio de los índices de tolerancia a la salinidad sobre la base del rendimiento y sus componentes en los grupos formados

Grupos	Variedades	Valores promedio (%)			
		RA	V/P	Gr/P	P100 semillas
I	Trópico-782	82.2	86.9	52.5	87.9
II	IT82D-149, IT86-1038, 86D-510	70.6	74.9	43.7	93.4
III	IT82D-389, IT82E-9, Cubanita 666, Cancarro, 86D-715	45.2	83.6	32.2	90.2
IV	IITA Precoz, Mulatina, Viñales 144	34.4	57.8	30.4	83.8

La susceptibilidad mostrada por la variedad Viñales-144 en este estudio, coincide con lo informado por Jiménez *et al.* (1996), quienes la señalaron como la de peor comportamiento entre cuatro evaluadas en suelos salinizados del Valle de Guantánamo, mientras que el comportamiento moderadamente tolerante de la variedad Cancarro, coincide con el estudio desarrollado por Borges *et al.* (1996) en dicha zona.

En el agrupamiento de las variedades, aunque no se observó una tendencia definida del color, con excepción de la variedad Mulatina, las de color crema se reunieron en los grupos I y II de mejor comportamiento de tolerancia, por lo que los materiales de color crema que se conservan en el banco de germoplasma en Cuba, pudieran ser considerados en el desarrollo de futuros programas de mejora para dicho carácter.

Los valores de distancia euclidiana entre los grupos revelaron que precisamente los grupos I y IV son los más divergentes (Tabla III), lo que evidencia que los genotipos reunidos en ambos grupos son genéticamente distantes en cuanto a su tolerancia a la salinidad, por lo que su combinación como progenitores en programas de cruzamiento, podría incrementar la variabilidad genética disponible para este carácter.

Tabla III. Valores de distancia euclidiana entre los grupos formados

Grupos	II	III	IV
I	64.5	91.2	109.5
II		39.1	51.3
III			42.3

Al analizar la contribución de los índices de tolerancia a la divergencia genética, se observó que los índices sobre la base del rendimiento y número de granos por planta fueron los que mayores valores presentaron (Tabla IV), lo que indica su utilidad para la evaluación de la tolerancia varietal en *Vigna unguiculata* (L). En este sentido, Salim y Pitman (1987) recomendaron el índice de tolerancia sobre la base del número de granos por planta en *Vigna radiata* (L) y Subbarao y Johansen (1994) el índice sobre la base del rendimiento agrícola en diferentes especies de leguminosas.

Tabla IV. Contribución de los índices de tolerancia a la divergencia genética

Índices de tolerancia según:	Contribución a la divergencia (%)
RA	40
V/P	13
Gr/P	37
P 100 semillas	10

Atendiendo a la absorción de K^+ y Na^+ y el contenido de proteína bruta, el material examinado se colocó en tres grupos diferentes (Figura 2): donde el grupo I incluyó dos variedades (Tropical-782 y 86D-510), que presentaron la mayor absorción de K^+ y menor de sodio, así como los valores más altos de proteína bruta, con respecto al control clasifica como el más tolerante (Tabla V). Al analizar mediante el uso del coeficiente de correlación cofenético, el grado de distorsión interna existente entre los dendrogramas obtenidos, se pudo confirmar un valor relativamente elevado (0.87); lo cual es indicativo de que los dendrogramas correspondientes a las Figuras 1 y 2 muestran una adecuada representación de la matriz de similitud asociada. Por otra parte, el coeficiente de correlación entre las matrices de similitud $r=0.96$, reveló la existencia de un considerable grado de congruencia entre las clasificaciones establecidas; lo que denota la posibilidad de complementar la evaluación de la tolerancia a la salinidad sobre la base del rendimiento y sus componentes, con datos de acumulación relativa de iones y el contenido de proteína bruta. Algunos autores han señalado una estrecha relación entre la tolerancia a la salinidad y la capacidad de mantener una adecuada concentración de iones en las plantas (Knight *et al.*, 1992; Burgos *et al.*, 1993; Jacoby, 1994 y Cordovilla *et al.*, 1995), y lo han recomendado para la evaluación y selección de variedades tolerantes. Sobre este aspecto, García *et al.* (1995), Flower y Yeo (1995) y Yamanouchi *et al.* (1997) han indicado la posibilidad de seleccionar variedades tolerantes, con una baja capacidad de absorción de sodio y buenas características agronómicas en diferentes cultivos.

Tabla V. Valores promedio del contenido relativo de iones y de proteína bruta en los grupos formados

Grupos	Variedades	Valores promedio (% control)		
		K^+	Na^+	PB
I	Trópico-782, 86D-510	79.2	113.5	96.4
II	IT82D-149, IT86-1038, IT82E-9, IT82D-389	72.8	155.5	96.1
III	Viñales 144, IITA Precoz, Cubanita 666, Mulatina, Cancarro, 86D-715	67.9	178.3	96.0

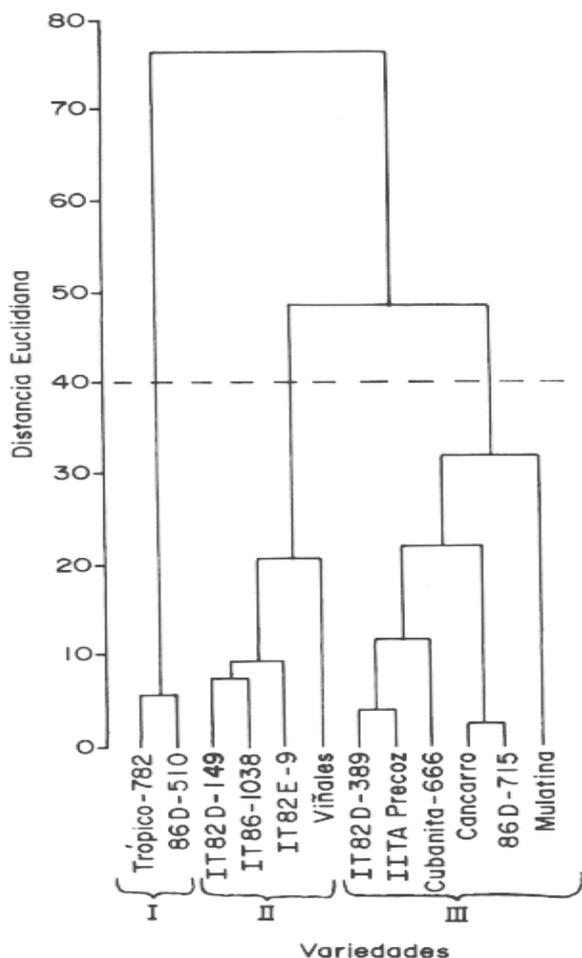


Figura 2. Dendrograma con el agrupamiento de las variedades en base a la acumulación relativa de Na^+ y K^+ y el contenido de proteína bruta

En relación con el contenido de proteína bruta, Pessaraki (1994) y Cordovilla *et al.* (1995) lo han recomendado para la evaluación y selección de especies y variedades de leguminosas tolerantes a la salinidad.

No obstante observarse la existencia de diferencias entre los fenogramas obtenidos a partir de los diversos caracteres usados, resultó interesante comprobar como el cultivar Trópico-782 siempre se reunió en el grupo de mejor comportamiento, lo que unido a su alto potencial de rendimiento, alto contenido de proteína (IIH Liliانا Dimitrova, 1997) y buena adaptación en áreas semiáridas de Guantánamo (Borges *et al.*, 1996), sugieren continuar las investigaciones en esta dirección, con el propósito de valorar la estabilidad de la tolerancia de esta variedad en estudios de extensión agrícola, lo cual se considera de primordial importancia, dado que esta leguminosa puede constituir una alternativa promisoría para la producción de granos en áreas afectadas por sales, así como para mejorar su fertilidad.

No obstante observarse la existencia de diferencias entre los fenogramas obtenidos a partir de los diversos caracteres usados, resultó interesante comprobar

cómo el cultivar Trópico-782 siempre se reunió en el grupo de mejor comportamiento, lo que unido a su alto potencial de rendimiento, alto contenido de proteína (IIH «Liliana Dimitrova», 1997) y buena adaptación en áreas semiáridas de Guantánamo (Borges *et al.*, 1996), sugieren continuar las investigaciones en esta dirección, con el propósito de valorar la estabilidad de la tolerancia de esta variedad en estudios de extensión agrícola, lo cual se considera de primordial importancia, dado que esta leguminosa puede constituir una alternativa promisoría para la producción de granos en áreas afectadas por sales, así como para mejorar su fertilidad.

REFERENCIAS

- AOAC. Official methods of analysis (W. Horwitz, ed.). Washington, 12da edn, 1975, 1008 p.
- Ashraf, M. y Rasul, E. Salt tolerance of mung bean (*Vigna radiata* L.) at two growth stages. *Plant and Soil*, 1988, vol. 110, no. 1, p. 63-67.
- Ashraf, M. y Karim, F. Differences between blackgram (*Vigna mungo* L.) cultivars in NaCl resistance. *Z. Pflanzenenahr Bodenk*, 1990, vol. 153, p. 15-20.
- Borges, E. O., *et al.* Nuevas opciones para la producción de vignas en la region semiárida del Valle de Guantánamo. En I Taller Internacional del Cultivo de Vigna en el Trópico. Holguín, Junio 20-22, 1996.
- Burgos, P. A., *et al.* Effect of sodium chloride on growth, ion content, and hydrogen ion extrusion activity of sunflower and jojoba roots. *Journal of Plant Nutrition*, 1993, vol. 16, No. 6, p. 1047-1058.
- Cordovilla, M. P., *et al.* Growth and macronutrient contents of Faba bean plants: Effect of salinity and nitrate nutrition. *Journal of Plant Nutrition*, 1995, vol. 18, no. 8, p. 1611-1628.
- Delgado, M. J., Ligeró, F. y Lluch, C. Influence of host genotypes on growth, symbiotic performance and nitrogen assimilation in faba bean (*Vicia faba* L.) under salt stress. *Plant and Soil*, 1995, vol. 172, p. 289-297.
- Díaz, M., *et al.* Avance de las investigaciones en el cultivo de frijol carita. En 90 años de la Estación Agronómica de Santiago de las Vegas. Editorial Academia, 1994, p. 71-90.
- Flower, T. J. y Yeo, A. R. Breeding for salinity resistance in crop plants: where next?. *Australian J. of Plant Physiology*, 1995, vol. 22, p. 875-884.
- García, A., *et al.* The effect of selection for sodium transport and of selection for agronomic characteristics upon salt resistance in rice (*Oryza sativa* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 1995, vol. 90, p. 1106-1111.
- González, L. M. Uso de la radioinducción de mutaciones en la obtención de genotipos de arroz tolerantes a la salinidad. [Tesis de Doctorado]. Bayamo: IIA «Jorge Dimitrov» 1996.
- González, L. M., *et al.* Desarrollo de metodologías de evaluación para resistencia a la salinidad en arroz. En caracterización, funcionamiento y drenaje de vertisuelos. Memorias del Coloquio Cubano francés sobre mejoramiento y manejo de vertisuelos. Francia: Editorial ENSAM/INRA. 1991, p. 329-336.

- González, L. M., López, R. y Ramírez, R. Variation in salt-tolerance among rice mutants and varieties based on yield attributes. *International Rice Research Notes*, 1997, vol. 22, No. 3, p. 18-19.
- González, L. M., Ramírez, M. y Ramírez, R. Variabilidad intervarietal en la tolerancia a la salinidad de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Cultivos Tropicales*, 1999, vol. 20, no. 1, p. 47-50.
- González, L. M., *et al.* Extent, cause and management of salt affected soils in Cuba. En II International Workshop on Integrated Soil Management for Sustainable Use of Salt-Affected Soils. Philippines. 1999, p. 58-82.
- Hajrasuliha, S. *et al.* Spatial variability of soil sampling for salinity studies in southwest. *Iran Irrigation science*, 1980, vol. 1, p. 197-208.
- Hernández, A. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana : Instituto de Suelos. 1995, 42 p.
- Iglesias, L., *et al.* Análisis del grado de congruencia taxonómica en la clasificación de las variedades de arroz (*O. Sativa* L.). *Cultivos Tropicales*, 1994, vol. 15, no. 1, p. 85-89.
- Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova" (IIH). Trópico-782, nueva variedad de vinya y su tecnología de producción. *Folleto Divulgativo*, 1997, p. 4.
- Jacoby, B. Mechanisms Involved in salt tolerance by plants. En *Handbook of Plant and Crop Stress*. New York-Basel-Hong Kong, 1994, p. 97-123.
- Jiménez, L., *et al.* Evaluación preliminar de cuatro variedades de frijol Caupí en suelos afectados por sales. En I taller Internacional del cultivo de *Vigna* en el Trópico, Holguín, Junio 20-22, 1996.
- Knight, S. L., *et al.* Effect of NaCl salinity on miniature dwarf tomato "Micro Tom": growth analyses and nutrient composition. *Journal of Plant Nutrition*, 1992, vol. 15, no. 11, p. 2315-2327.
- López, R., Ramírez, R. y González, L. M. Efecto de la salinidad sobre la fijación de nitrógeno en *Teramnus labialis*. *Pastos y Forrajes*, 1998, vol. 21, p. 351-354.
- Mashali, A. M. Integrated soil management for sustainable use of salt affected soils and network activities. En *International Workshop on Integrated Soil Management for Sustainable Use of Salt Affected Soils*. Philippines : November 610, 1995, p. 29-38.
- Pessaraki, M. Response of Green Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) to salt stress. In *Salinity tolerance in plants*. New York, Basel and Hong Kong, 1994, p. 415-430.
- Salim, M. y Pitman, M. G. Salinity tolerance of mung bean (*Vigna radiata* L.): Seed production. *Biologia Plantarum*, 1987, vol. 30, no. 1, p. 53-57.
- Saxena, N. P., *et al.* Selection for drought and salinity tolerance in cool-season food legumes. En *Breeding for stress tolerance in cool-season food legumes*. : ICARDA, A Wiley-Sayce Co-publication, 1993, p. 245-270.
- Sokal, R. P. y Sneath, P. H. A.. Principles of numerical taxonomy. San Francisco, 1993, 359 p.
- Subbarao, G. V. y Johansen, C. Potential for genetic improvement in salinity tolerance in legumes: Pigeon pea. En *Salinity tolerance in plants*. New York, Basel and Hong Kong, 1994, p. 581-595.
- Utset, A., Ruiz, M. y Herrera, J. Estructura espacial de las propiedades del suelo. I. Autocorrelación y autocorrelograma. *Ciencia de la Agricultura*, 1989, vol. 36, p. 132-137.
- Yamanouchi, M., Tanaka, S. y Fujiyama, H. The cultivar differences in salt-tolerance and the effect of NaCl on the absorption and translocation of K, Ca and Mg ions in *Phaseolus vulgaris* L. *Journal of Japan Society of Horticultural Science*, 1997, vol. 65, no. 4, p. 737-745.
- Yamanouchi, M., *et al.* Effects of different kinds of sodium salts on the absorption of K, Ca and Mg in 12 crop varieties. *Japan Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 1994, vol. 65, p. 157-164.

Recibido: 14 de junio de 1999

Aceptado: 22 de octubre de 1999