

VARIACIÓN DEL CONTENIDO DE Na EN CULTIVARES DE *Panicum maximum* Y SU RELACIÓN CON EL RENDIMIENTO

F. Blanco y Esperanza Seguí

**Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"
Matanzas, Cuba**

En un diseño de bloques al azar con tres réplicas y sobre un suelo Ferralítico Rojo compactado se evaluaron 20 cultivares de *Panicum maximum*. Se fertilizó con 100 y 150 kg de P_2O_5 y K_2O /ha respectivamente después del corte de establecimiento. La frecuencia de corte fue de 7 y 9 semanas en lluvia y seca respectivamente. El contenido de Na de la MS se determinó por fotometría de llama. Este varió de 0,13-0,31% entre los cultivares para el promedio del año. El mayor contenido de Na lo presentó el cultivar T-92 con 0,31%, que difirió significativamente ($P<0,05$) de los testigos. Se produjo una mayor acumulación de Na en seca que en lluvia. Se encontraron correlaciones positivas entre el contenido de Na de la materia seca y el rendimiento. El coeficiente de correlación presentó un valor de $r=0,51^*$ para el período lluvioso y $r=0,78^{***}$ para el período seco. La regresión entre los indicadores fue de tipo exponencial y se ajustó al modelo monomolecular ($y=a-be^{-cx}$) con un coeficiente de determinación de $r^2=0,92$ para la relación entre el contenido promedio anual de Na y el rendimiento en el período seco. Se concluye que el Na parece constituir un elemento de importancia para el fisiologismo de esta especie y que podría llegar a ser un indicador químico del potencial genético para el carácter rendimiento. Se recomienda continuar los estudios por su posible significado científico y práctico.

Palabras clave: *Contenido de Na, Panicum maximum, rendimiento*

Twenty *Panicum maximum* cultivars were evaluated in a Red compacted Ferrallitic soil using a randomized block design and three replications. 100 and 150 kg of P_2O_5 and K_2O /ha respectively were supplied after first cutting. Cutting frequency was about 7 and 9 weeks during the wet and dry season respectively. Na content of DM was determined by photometry and varied from 0,13 to 0,31% among cultivars for the year average. The higher Na content was found in cultivar T-92 (0,31%) and significative differences ($P<0,05$) compared with the controls were recorded. The concentration of Na was higher in the dry season than in the wet season. Positive correlations among Na content of DM and yield were found. A value of $r=0,51^*$ for the coefficient of correlation during the wet season and $r=0,78^{***}$ during the dry season was recorded. An exponential regression among indicators was found and adjusted to monomolecular model ($y=a-be^{-cx}$) with a determination coefficient of $r^2=0,92$ for the relation among annual average of Na content and the yield of the dry season. Na is concluded to be an important element for the physiological status of this species which may be taken as chemical indicator of genetic potential for yield. We recommend to continue these studies taking into consideration their possible scientific and practical meaning.

Additional index words: *Na content, Panicum maximum, yield*

La información sobre el contenido de Na en los pastos y su variación es escasa, en particular para los pastos tropicales. El hecho parece estar relacionado, por una parte, con la poca importancia que se le atribuye a este elemento en la fisiología de las plantas, y por otra, con la facilidad para suministrarlo directamente a los animales cuando sus requerimientos no son satisfechos a partir de los alimentos suministrados. Sin embargo, algunos autores como Nasinec y Mika (1977) han prestado atención a la variabilidad y heredabilidad del sodio en los pastos por considerarlo de importancia para el valor nutritivo y la palatabilidad de los mismos. También en los estudios de tolerancia a la salinidad suele incluirse la variación del contenido de Na en los tejidos del vegetal a fin de analizar el mecanismo de adaptación y el grado de tolerancia a esta situación estresante (Gill y Dutt, 1987).

Por otra parte, el papel, del Na en la nutrición mineral de las plantas ha sido retomado en varias ocasiones por los fitofisiólogos a partir de una serie de hechos como son la especificidad y variación que muestra para su absorción y acumulación entre especies y variedades (Ando, Masaoka y Matsumoto, 1985) y los conocidos efectos estimulantes que ejerce sobre numerosas plantas, en particular las de sendero fotosintético C_4 , por lo que se ha sugerido que pudiera constituir un elemento esencial para este tipo de planta, en especial para los pastos tropicales (Oyamada e Ikeda, 1988).

La hierba de guinea (*Panicum maximum*), cuya variabilidad, adaptabilidad general y potencial de rendimiento han sido estudiados con detenimiento en Cuba (Seguí, 1987), es una planta de sendero fotosintético C_4 en cuyo género se encuentra una especie afín, *Panicum coloratum*, tolerante a la salinidad y con marcada tendencia a la acumulación de

Na; por ello, resulta de interés el estudio de la variación del contenido de Na en esta especie y sus relaciones con el rendimiento, lo que constituye el objetivo del presente trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Suelo y clima. El experimento se desarrolló sobre un suelo Ferralítico Rojo compactado con un contenido de Na de 0,15-0,19 meq/100 g. Durante el período experimental las precipitaciones alcanzaron 1 299 mm, de ellos 287 mm en la época de seca; la temperatura media fue de 24,2°C.

Material y diseño utilizado. El material vegetal estaba constituido por 18 variedades de guinea de porte alto provenientes de África y dos variedades testigos: la variedad comercial likoni y un biotipo colectado en Cuba, de porte alto, conocido como gigante azul. Para su evaluación se utilizó un diseño de bloques al azar con tres réplicas.

Procedimiento y mediciones. El material se sembró en parcelas de 3x2,40 m. Cada parcela estaba formada por doce macollas de las cuales se evaluaban ocho. Después del corte de establecimiento se aplicó una fertilización de 100 y 150 kg de P_2O_5 y K_2O /ha respectivamente.

La frecuencia de corte utilizada fue de 7 y 9 semanas para las épocas de lluvia y seca respectivamente y se cortó a una altura de 15-20 cm. Durante la época de seca se aplicaron dos riegos de aproximadamente 35 mm cada uno.

Se determinaron los rendimientos de MS por corte, época y año. El contenido de Na se determinó para cada corte utilizando la técnica de fotometría de llama

Para hacer la comparación entre las medias se utilizó la prueba de Newman Keuls. Se realizaron análisis de correlación y regresión no lineal entre el contenido de Na y el rendimiento de los cultivares.

RESULTADOS

La tabla 1 muestra los valores del contenido de Na para los cultivares evaluados. El mayor contenido de Na lo presentó el cultivar T-92 con un 0,31%, que difirió significativamente ($P<0,05$) de los testigos y del resto de los genotipos, excepto del cultivar T-62. El menor contenido lo mostró la guinea gigante azul con 0,13%; la likoni presentó un valor algo superior (0,16%), pero sin diferir significativamente del anterior. El contenido promedio de la población fue de 0,18%.

El porcentaje de Na en la planta varió de 0,11-0,27% en la época lluviosa y de

0,14-0,36% en la época seca. El cociente seca/lluvia en la tabla indica la proporción en que el contenido del período seco superó al del período lluvioso (aproximadamente un 30% para el promedio de la población). Solo el cultivar G-89 presentó un valor inferior a la unidad. El intervalo de variación del cociente fue de 0,8 a 1,8, lo que representa una variación considerable.

El contenido de Na varió en cada corte (fig. 1) y todos los cultivares mantuvieron la misma tendencia, independientemente de los valores absolutos.

Tabla 1. Contenido de Na (%) en cultivares de guinea.

Cultivares	Año	Lluvia	Seca	Cociente seca/lluvia
T-92	0,31 ^a	0,27 ^a	0,36 ^a	1,3
T-62	0,28 ^{ab}	0,25 ^a	0,30 ^{ab}	1,2
K-248	0,23 ^{bc}	0,22 ^{ab}	0,24 ^{bc}	1,1
G-26	0,22 ^{bcd}	0,15 ^{bc}	0,23 ^{bc}	1,5
K-193	0,18 ^{cd}	0,17 ^{bc}	0,20 ^{bc}	1,2
K-237	0,18 ^{cd}	0,15 ^{bc}	0,23 ^{bc}	1,5
SN-19	0,18 ^{cd}	0,10 ^{bc}	0,19 ^{bc}	1,2
K-130	0,17 ^{cd}	0,15 ^{bc}	0,21 ^{bc}	1,4
SN-27	0,17 ^{cd}	0,12 ^{bc}	0,22 ^{bc}	1,8
K-183	0,16 ^{cd}	0,15 ^{bc}	0,19 ^{bc}	1,3
Likoni	0,16 ^{cd}	0,13 ^{bc}	0,20 ^{bc}	1,5
K-188	0,16 ^{cd}	0,14 ^{bc}	0,19 ^{bc}	1,4
T-84	0,16 ^{cd}	0,15 ^{bc}	0,17 ^c	1,1
SN-11	0,16 ^{cd}	0,14 ^{bc}	0,18 ^c	1,3
T-104	0,16 ^{cd}	0,12 ^{bc}	0,19 ^{bc}	1,6
G-89	0,16 ^{cd}	0,18 ^{bc}	0,14 ^c	0,8
T-80	0,15 ^{cd}	0,12 ^{bc}	0,19 ^{bc}	1,6
115	0,15 ^{cd}	0,11 ^c	0,19 ^{bc}	1,7
T-24	0,14 ^d	0,12 ^{bc}	0,17 ^c	1,4
G. azul	0,13 ^d	0,11 ^c	0,17 ^c	1,5
ES ±	0,007	0,007	0,009	
\bar{x}	0,18	0,16	0,21	1,3

a,b,c,d Medias con superíndices no comunes en cada columna difieren significativamente a $P<0,05$

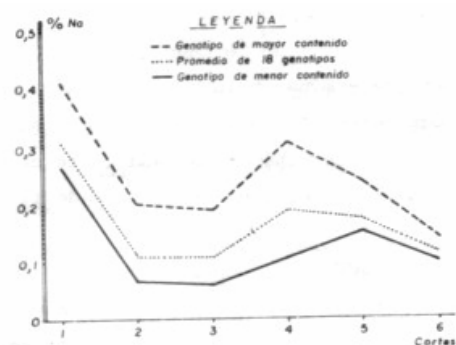


Fig. 1. Similitud de las variaciones del contenido de Na por corte en los genotipos estudiados.

La tabla 2 muestra la matriz de correlaciones entre los contenidos de Na y los rendimientos para las épocas de lluvia, seca y promedio anual. El contenido de Na en el período lluvioso mostró una correlación con el rendimiento positiva y significativa, pero baja ($r = 0,51^*$); mientras que se correlacionó de manera alta y positiva con los contenidos del elemento y los rendimientos del período seco y del año. En el período seco la correlación entre el contenido de Na y el rendimiento fue alta

y positiva ($r = 0,78^{***}$). Se puede observar también una correlación positiva pero no muy alta con el rendimiento anual y una correlación muy baja y no significativa con el rendimiento del período lluvioso. La correlación contenido de Na-rendimiento para el año alcanzó un valor de $r = 0,81^{***}$, superior a los valores alcanzados para la lluvia y la seca.

Debe resaltarse la alta correlación hallada entre el contenido de Na promedio del año y el rendimiento en seca ($r = 0,90^{***}$).

Teniendo en consideración la tendencia de la nube de puntos, los datos fueron sometidos a un análisis de regresión no lineal (figs. 2, 3, 4 y 5). La regresión entre los indicadores fue de tipo exponencial y se ajustó al modelo monomolecular ($y = a \cdot b e^{-cx}$). Los más altos coeficientes de determinación se obtuvieron para las relaciones rendimiento anual vs contenido de sodio promedio del año $r^2 = 0,80$ (fig. 4) y rendimiento en seca vs contenido promedio anual de sodio, $r^2 = 0,92$ (fig. 5).

Tabla 2. Matriz de correlaciones entre el contenido de Na y el rendimiento en *Panicum maximum*.

	NALL	NAS	NAA	RLL	RS	RA
NALL	1,00					
NAS	0,76***	1,00				
NAA	0,89***	0,90***	1,00			
RLL	0,51*	0,37	0,54**	1,00		
RS	0,78***	0,78***	0,90***	0,65**	1,00	
RA	0,72***	0,65**	0,81***	0,89***	0,65**	1,00

NALL Contenido de Na en lluvia
 NAS Contenido de Na en seca
 NAA Contenido de Na promedio del año

RLL Rendimientos en lluvia
 RS Rendimientos en seca
 RA Rendimientos anuales

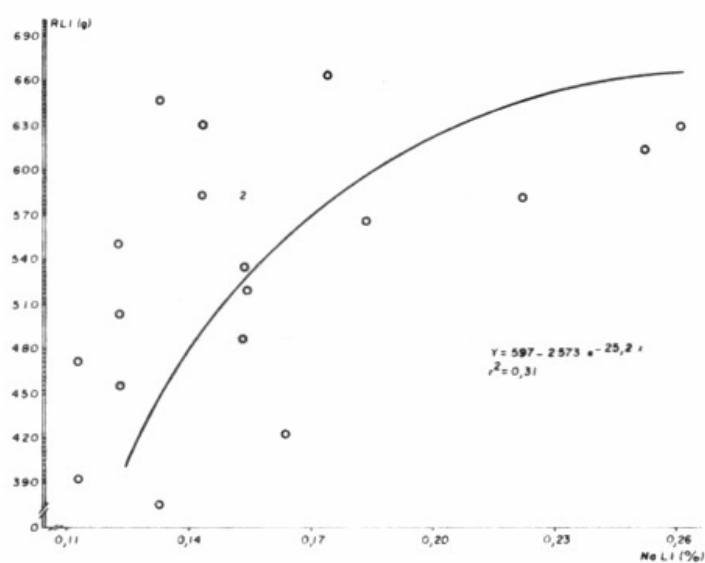


Fig. 2. Diagrama de dispersión. Rendimiento vs contenido de sodio en el período lluvioso.

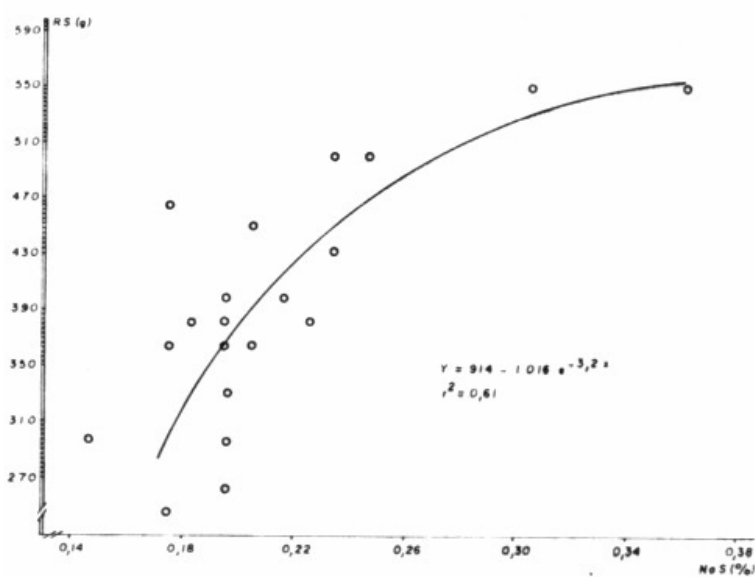


Fig. 3. Diagrama de dispersión. Rendimiento vs contenido de sodio en el período seco.

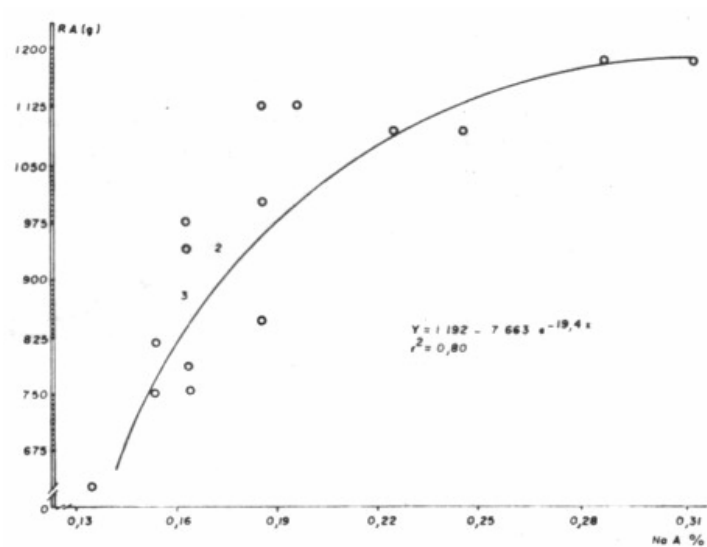


Fig. 4. Diagrama de dispersión. Rendimiento anual vs contenido de sodio promedio del año.

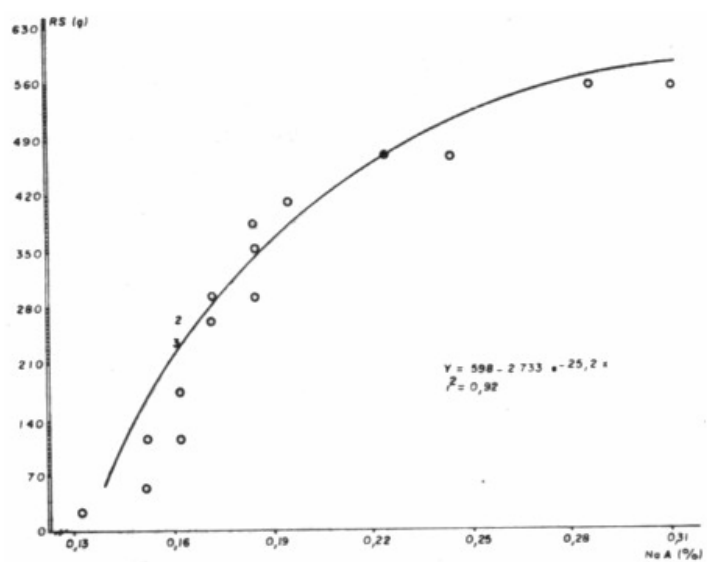


Fig. 5. Diagrama de dispersión. Rendimiento en seca vs contenido de sodio promedio del año.

DISCUSIÓN

En el presente trabajo se ha encontrado un importante rango de variación en el contenido de Na de los cultivares de guinea estudiados, similar a lo hallado por Hacker, Strickland y Basford (1985) para *Digitaria milanijana* y superior a lo informado por Nasinec y Mika (1977) para *Dactylis glomerata*, lo que parece reafirmar los resultados de Ando y col. (1985) acerca de que el rango de variación de este elemento es superior para las plantas de sendero fotosintético C₄ que para las C₃. Por otra parte, es interesante señalar que la guinea ha mostrado un mayor rango de variación que el buffel, a pesar de haber sido estudiada en el mismo tipo de suelo y presentar ambas poblaciones igual contenido promedio de Na (0,18%) (Blanco, Machado y Seguí, 1992), lo que indica la importancia de la especie con relación al fenómeno.

Los datos muestran también que la variación entre los cultivares fue mayor que entre las épocas, lo que puede constituir un elemento de importancia en el trabajo de selección, ya que el genotipo aparece como factor de mayor influencia, no obstante, Russelle, McGraw, Grava y Beuselink (1985) han señalado la importancia de considerar tanto la especie como los factores ambientales en relación con la concentración de minerales.

El hecho de que la concentración de Na en el tejido vegetal es mayor en el período seco que en el lluvioso fue informado por Joshi y Bhoite (1988), quienes lo explicaban a partir de la propia variación de la concentración del elemento en el suelo. No obstante, Demolón (1972) argumentó, desde un punto de vista fisiológico, que la absorción de Na por las plantas puede atribuirse al papel que puede jugar como regulador de la presión osmótica y, por tanto, en la alimentación hídrica.

En cuanto a los valores absolutos de concentración hallados, pueden considerarse dentro del rango de valores para pastos tropicales no sometidos a estrés salino y resultan similares a los informados por Ando y col. (1985) para guinea coloreada y green panic. No obstante, dichos valores son muy superiores a los señalados para pastos templados, lo que parece confirmar el criterio de Oyamada e Ikeda (1988) en el sentido de que las plantas de sendero fotosintético C₄ no solo superan a las C₃ en el rango de variación, sino que acumulan también más sodio.

En el caso de las guineas se observó un patrón similar en la variación por corte independientemente de los valores absolutos, lo cual hace pensar en procesos fisiológicos comunes a los genotipos evaluados. El agrupamiento de los cortes por época pone en evidencia una diferencia notable entre el período seco y el lluvioso, lo que sugiere que el clima pudo haber jugado un papel importante en dicho comportamiento.

No obstante lo anteriormente expuesto, lo más significativo en este trabajo fue la estrecha correlación existente entre el rendimiento de los cultivares de guinea y el contenido de Na en sus tejidos.

Existen evidencias de que el Na estimula el crecimiento de los pastos e incluso de muchas plantas de otras familias botánicas. Russell (1970) planteó que existía una relación aparente entre el contenido de Na y el crecimiento satisfactorio de las especies; Larher, Imamul-Hug y Gerant-Sauvage (1987) informaron que 10 mM/l de NaCl promueven el crecimiento de algunas leguminosas entre las que cita a *Vigna unguiculata* y *Vicia faba*.

Por otra parte, Matoh y Murata (1990) comunicaron que un aumento de la concentración de Na en el medio podría duplicar la fotosíntesis en *Panicum coloratum*, al parecer independiente-

mente del nivel de nitrógeno. Sin embargo, los resultados que más se acercan a los aquí informados son los de Ando y col. (1985) quienes hallaron relación entre el contenido de Na en los tejidos de varios pastos tropicales y el máximo peso alcanzado por los mismos en un experimento de 4 semanas en condiciones controladas.

En los resultados anteriormente expuestos se observó una baja correlación entre el contenido de Na y el rendimiento en el período lluvioso, al parecer por la razón de que en este período los factores climáticos juegan un papel preponderante en la determinación del rendimiento de los pastos (Blanco, 1990) y gen particular de la guinea (Crespo, 1981).

En la época de seca pudo observarse que la correlación contenido de Na-rendimiento fue más estrecha y tuvo un mayor nivel de significación. El coeficiente de correlación fue aun mayor cuando se consideró el rendimiento anual y el contenido promedio de sodio; este comportamiento del coeficiente parece explicarse por el motivo de que al tomar los valores anuales se evaden las fluctuaciones climáticas que se producen durante el año para períodos más pequeños como la época o el intervalo de corte.

Ciertamente lo más difícil de explicar es que la más alta correlación se encontró para el promedio anual del contenido de Na y el rendimiento de la época de seca. Es posible que además de la influencia del Na en la fotosíntesis, a juzgar por los resultados de Matoh y Mu-rata (1990) para *Panicum coloratum*, el hecho de jugar un papel adicional en el equilibrio hídrico favorezca esta correlación, aunque en realidad el mecanismo fisiológico pudiera ser más complicado.

Debe resaltarse que las variaciones importantes en el rendimiento de los cultivares de guinea no son una función

del contenido de Na en el suelo, sino del contenido de este elemento en los tejidos, lo que debe llamar a la reflexión en cuanto al papel del genotipo en la relación suelo-planta-nutrición mineral.

Por otra parte, resulta interesante señalar que el modelo monomolecular, que fue el que mejor se ajustó a la relación estudiada, fue el utilizado por Mitscherlich (citado por Demolón, 1972) para explicar la ley de disminución de los excedentes del rendimiento o variación del rendimiento en función de un factor de crecimiento, en particular los factores nutricionales.

De acuerdo con los resultados, se concluye que el sodio parece constituir un elemento de importancia para el fisiologismo de la especie *Panicum maximum*, estrechamente vinculado a su capacidad productiva, en particular para el período seco; asimismo, la alta correlación encontrada entre el contenido de este elemento en el tejido vegetal y los rendimientos de los cultivares sugiere que podría llegar a constituir un indicador químico del potencial genético para el carácter rendimiento en dicha especie.

Se recomienda continuar estos estudios con otras colecciones de *Panicum maximum* y profundizar en el rol fisiológico del Na para esta especie por su posible significado científico y práctico.

REFERENCIAS

- ANDO, T.; MASAOKA, Y. & MATSUMOTO, K. 1985. Interspecific differences in sodium nutrition among tropical grasses. Proc. XV Int. Grassl. Cong., Kyoto. p. 454
- ANDO, T.; MASAOKA, Y. & MATSUMOTO, K. 1985. **Soil Sci. 4 Plant Nutr.** 31:601
- ANON. 1975. Suelos de Cuba. Tomo I. Editorial Orbe. Instituto Cubano del Libro. La Habana

- BLANCO, F. 1990. **Pastos y Forrajes**, 13:47
- BLANCO, F.; MACHADO, HILDA & SEGUÍ, ESPERANZA. 1992. **Pastos y Forrajes**. 15:47
- CRESPO, G. 1981. Respuesta de pangola (*Digitaria decumbens* Stent.) y guinea (*Panicum maximum* Jacq.) al fertilizante nitrogenado a través del año. Tesis presentada en opción al grado de C.Dr.C. ICA-ISCAH, La Habana
- DEMQLON, A. 1972. Crecimiento de los vegetales cultivados. Ediciones Omega, Barcelona, p. 315
- GILL, K.S. & DUTT, S.K. 1987. **Indian Journal of Agricultural Sciences**. 57:409
- HACKER, J.B.; STRICKLAND, R.W. & BASFORD, K.M. 1985. **Aust. J. Agric. Res.** 36:201
- JOSHI, A.J. & BHOITE, A.S. 1988. **Annals of Arid Zone**. 27:191
- LARHER, F.; IMAMUL HUQ, S.M. & GERANT SAUVAGE, D. 1987. Sensibilité au chlorure de sodium chez les légumineuses au cours de leurs premiers stades de développement. Nutrition Azotée des légumineuses, Les Colloques d l'INRA. No. 37. Versailles. p. 181
- MATOH, T. & MURATA, S. 1990. **Plant Physiology**. 92:1169
- NASINEC, J. & MIKA, V. 1977. The inheritance of sodium content in the dry matter of *Dactylis glomerata* L. Proc. XIII Int. Grassl. Cong., Leipzig. Vol. I. p. 395
- OYAMADA, M. & IKEDA, M. 1988. **Bulletin of the Faculty of Agriculture, Miyazaki University**. 35:233
- RUSSELL, J.S. 1970. CSIRO, Annual report 1969-1970. p. 39
- RUSSELLE, M.P.; MCGRAW, R.L.; GRAVA, J. & BEUSELINK, P.R. 1985. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**. 16:987
- SEGUÍ, ESPERANZA. 1987. Estudios genéticos para la selección de hierba guinea (*Panicum maximum* Jacq.) en Cuba. Tesis presentada en opción al grado de C.Dr.C. ICA-ISCAH, La Habana

Recibido el 28 de octubre de 1991