

ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL P SOBRE EL CONTENIDO MINERAL Y LOS NIVELES CRITICOS DE P EN *Chloris gayana* Kunth

A.R. Mesa y F. Mendoza

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

En un suelo arenoso, limitante en P se condujo, bajo condiciones controladas, un experimento para determinar la influencia que ejerce la aplicación de P sobre la composición química y la determinación de los niveles críticos de este elemento en dos cultivares de *Chloris gayana*: Callide y 161. Los tratamientos consistieron en la aplicación de niveles crecientes de P (0, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350 y 400 kg/ha) en un diseño de bloques al azar con arreglo factorial con cuatro repeticiones. Se efectuaron dos cortes en la fenofase de botonación, para determinar el rendimiento de MS (g/maceta), así como la composición química (N, P, K, Ca, Mg y Na). Las dos hierbas respondieron significativamente ($P < 0,001$) hasta 50 kg/ha. Con respecto al contenido de N (%), se obtuvo una ecuación de regresión cuadrática (r de $-0,835^{***}$ y $-0,686^{***}$); igualmente se obtuvo para el P pero positiva con $r = 0,999^{***}$ y $0,803^{***}$ para Callide y 161 respectivamente. Para el contenido de K se obtuvieron correlaciones bajas pero significativas ($0,43^{***}$ y $0,79^{***}$) para ambas hierbas; para el Ca, Mg y Na se obtuvieron correlaciones negativas y significativas. Los niveles críticos de P fueron 0,200 y 0,237% para Callide y 161 respectivamente, por lo que el primero resultó menos exigente a este elemento.

Palabras clave: *Contenido mineral, niveles críticos, P, Chloris gayana*

An experiment was carried out in a highly P limiting sandy texture soil under controlled conditions to determine the influence of P on the chemical content, and critical P level in *Chloris gayana* cvs. Callide and 161. The treatments consisted on the application of 0, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350 and 400 kg P/ha in a randomized block design with four replications. The plants were cut at the initial pre-flowering stage to determine the dry matter yield (g/pots) and the chemical composition (N, P, K, Ca, Mg and Na). Both grasses responded significantly ($P < 0,001$) to P addition until 50 kg/ha. In respect with N content, a quadratic regresion equation was obtained with a correlation coefficient of $-0,835^{***}$ and $-0,686^{***}$, for the P likewise we obtained it but positive with $r = 0,999^{***}$ and $0,803^{***}$ for Callide and 161 respectively, Low correlations were obtained for the K content ($0,43^{***}$ and $0,79^{***}$) for both grasses. In Ca, Mg and Na content, negative and significative correlations were obtained. The critical P level was 0,200 and 0,237% for Callide and 161 respectively, being the first one the least exigent to this element.

Key words: *Mineral content, critical levels, P, Chloris gayana*

El fósforo es un elemento fundamental para las plantas por estar involucrado en funciones reproductivas, estructurales y energéticas (Bieliski, 1976), por lo que resulta de gran importancia para el cultivo de las plantas. Además, como se conoce que los suelos dedicados a la ganadería en nuestro país, tienen múltiples deficiencias, tales como baja retención de humedad, drenaje deficiente, fertilidad muy baja, etc. (Mesa y Suárez, 1979). El P es un elemento que juega un papel determinante, ya que en la mayoría de los suelos el mismo limita el rendimiento de MS de los pastos. Atendiendo a esta situación, es necesario ubicar las especies de acuerdo con sus requerimientos de fertilidad, para así garantizar el éxito de las siembras y alargar la vida útil del pastizal.

El objetivo del presente trabajo fue determinar los requerimientos internos de P en los cvs. Callide y 161 de *Chloris gayana*, así como la influencia que ejerció este elemento sobre la composición química.

MATERIALES Y METODOS

En un suelo de textura arenosa, limitante en P (Mesa y Figueroa, 1979) para el normal desarrollo fisiológico del pasto, con un contenido de 0,78 mg/100 g de suelo, y una sorción máxima de 300 μg P_2O_5 /g de suelo (Nuviola, Labrada, Gómez, Mesa y Fundora, inédito), se determinaron bajo condiciones de invernadero los niveles críticos de P por el método de Cate-Nelson (1965), así como

la influencia que ejercen las dosis crecientes de este elemento sobre la composición mineralógica en *Chloris gayana* cvs. Callide y 161.

Tratamientos y diseño. Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial y ocho tratamientos con cuatro repeticiones, realezorizándose las macetas periódicamente. Los tratamientos empleados fueron 0, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350 y 400 kg de P/ha.

Procedimiento. Una vez muestreado el suelo, fue secado al aire y pasado por un tamiz de 0,6 cm, y se tomaron 6 kg suelo/maceta. Las sales de P, K y Ca en forma de KH_2PO_4 , KCl, CaCO_3 respectivamente, fueron aplicadas en estado sólido, mientras que el resto de los macro y microelementos en forma líquida. En cada y maceta se sembraron cinco plantas, y las mismas fueron cortadas cuando la mayoría de ellas alcanzaron la fenofase de inicio de floración, para determinar el rendimiento de MS (g/maceta), por ciento de N, P, K, Ca, Mg y Na. Los demás detalles del experimento fueron descritos por Mesa, Hernández y de la Cruz (1983) y Mesa (1983).

RESULTADOS

Rendimiento de MS (g/maceta). Con respecto al rendimiento de MS (g/maceta), hubo interacción significativa entre los niveles ($P < 0,01$) de P aplicados al suelo y los cvs. objeto de estudio (tabla 1). Se puede observar que el nivel de 50 kg P/ha fue el más adecuado, para

ambos cvs., difiriendo significativamente del control, ya que con el incremento de los niveles, no se obtuvieron rendimientos superiores a estos.

Tabla 1. Efecto del P sobre el rendimiento de MS (g/maceta) en dos cvs. de *Chloris gayana*.

P kg/ha	Callide	161
0	5,55 ^d	6,73 ^d
50	27,68 ^a	24,53 ^{ab}
100	25,83 ^{ab}	25,13 ^{ab}
150	23,80 ^{abc}	23,18 ^{abc}
200	25,05 ^{ab}	20,78 ^{bc}
250	31,70 ^a	17,68 ^c
300	26,50 ^{ab}	19,43 ^c
350	25,70 ^{ab}	23,33 ^{abc}
400	22,148 ^a	26,73 ^{ab}
ES $\bar{x} \pm$	0,66**	

a,b,c,d Letras no comunes difieren significativamente $P < 0,05$ (Duncan, 1955)

** $P < 0,01$

Composición mineralógica. En cuanto al contenido de N (%) en los pastos, este mostró una ecuación de regresión cuadrática con r de -0,835 y -0,686 para Callide y 161 respectivamente (fig. 1), fluctuando los valores para esta especie de 0,8 a 1,8% y una media de 0,999 y 0,803 para los cvs. anteriormente citados.

Con respecto al por ciento de P en las hierbas, ambos cvs. mostraron ecuaciones de regresión cuadrática positivas con altos valores de r (0,922 y 0,919) para los cvs. Callide y 161 respectivamente. Se pudo observar que el segundo cv. mostró valores significativamente más altos ($P < 0,01$), según el análisis de varianza (0,316), que el primero (0,281). Con el

nivel de 0 kg P/ha, los tenores de dicho elemento no rebasaron el límite de 0,1%. También es notorio, el incremento de P en planta con el aumento de la dosis de P aplicado al suelo (fig. 2).

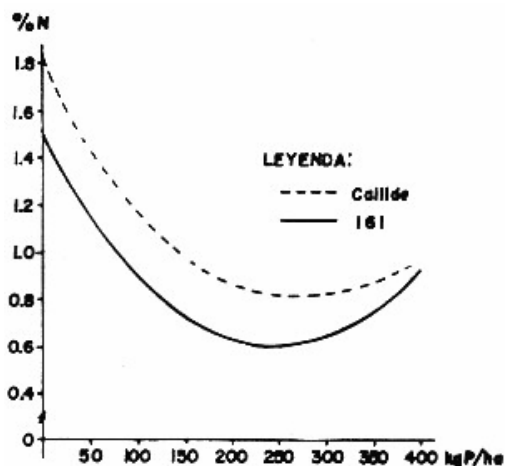


Fig. 1. Efecto del P sobre el contenido de N (%).

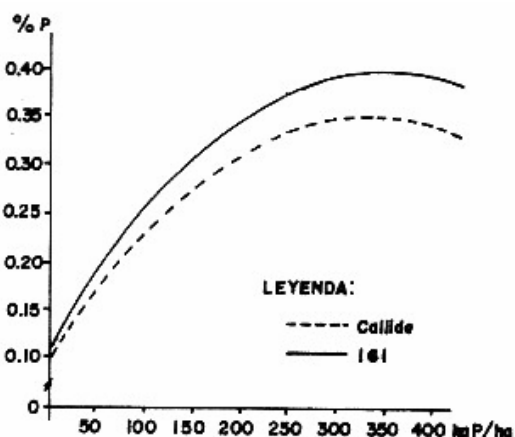


Fig. 2. Efecto del P sobre el contenido de P (%).

Referente al tenor de K (%), el cv. Callide se ajustó a una ecuación cuadrática, mientras que el 161 a una lineal con r de 0,43* y 0,79*** respectivamente (fig. 3). Por el análisis de varianza efectuado, el cv. Callide tendió a presentar tenores de potasio superiores, con un

promedio de 2,7. También se observó que el K aumentó con el P aplicado al suelo.

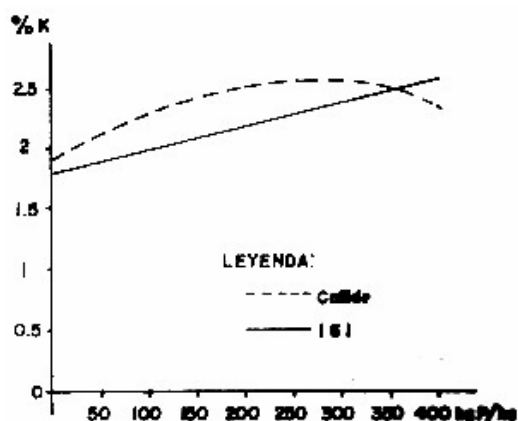


Fig. 3. Efecto del P sobre el contenido de K (%).

El calcio (%) disminuyó con los tratamientos aplicados hasta 300 kg P/ha, aumentando ligeramente a partir de este nivel; los datos se ajustaron a ecuaciones de regresión cuadrática con r de 0,536* y 0,688*** para los cvs. Callide y 161 respectivamente.

Además, no hubo interacción entre los niveles de P y los cvs. estudiados, y como se aprecia en la fig. 4 el cv. Callide presentó un contenido significativamente mayor ($P < 0,001$) que el cv. 161.

Al igual que el calcio, el por ciento de Mg en planta disminuyó con las dosis crecientes de P, obteniéndose una ecuación cuadrática en el cv. Callide y una lineal en el cv. 161 con r de -0,642*** y -0,42** respectivamente (fig. 5)

En cuanto al Na (%) en planta se observó (fig. 6) que disminuyó con las dosis crecientes de P, ajustándose a una ecuación cuadrática con r de 0,55*; mientras que para el cv. 161 no se ajustó a ninguna ecuación.

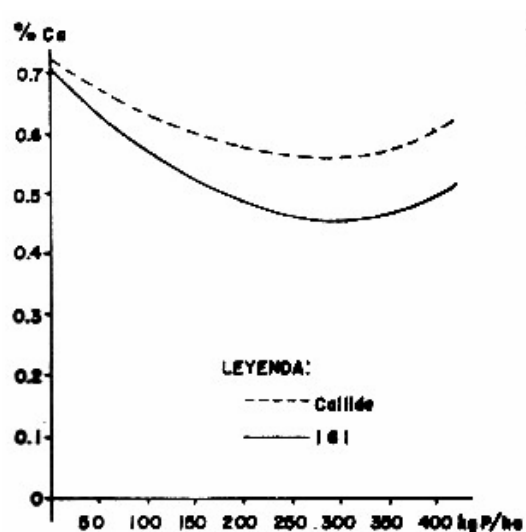


Fig. 4. Efecto del P sobre el contenido de Ca (%).

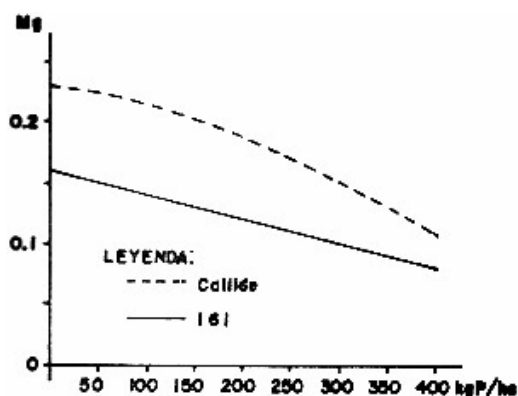


Fig. 5. Efecto del P sobre el contenido de Mg (%).

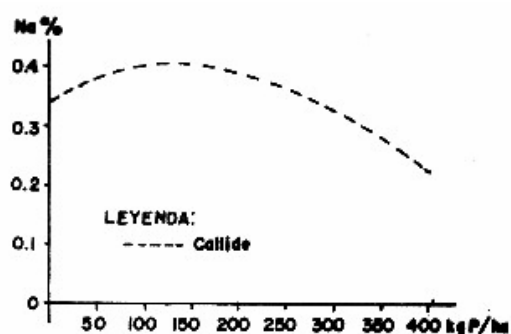


Fig. 6. Efecto del P sobre el contenido de Na (%).

En la tabla 2 se expresan los valores de los términos y variables independientes (a y b), así como sus errores estándares y coeficientes de correlación

correspondientes a las ecuaciones, que se muestran en las figuras 1, 2, 3, 4, 5 y 6 para el cv. Callide y en la tabla 3 para el cv. 161.

Tabla 2. Valores de a, b y c, error estándar y r de las ecuaciones de las figs. 1, 2, 3, 4, 5 y 6 para el cv. Callide.

Figs.	a	b	c	ESb ±	ESc ±	r
1	1,807	-6,765	10^{-1}	1,110	10^{-5}	0,002
2	0,101	0,153	10^{-2}	-0,226	10^{-5}	0,183
3	2,073	3,327	10^{-2}	0,584	10^{-5}	0,151
4	0,703	0,100	10^{-2}	0,198	10^{-5}	0,311
5	0,229		-0,732	10^{-6}	0,149	10^{-6}
6	0,372	0,576	10^{-2}	0,222	10^{-5}	0,384

* P<0,1

*** P<0,001

Tabla 3. Valores de a, b y c, error estándar y r de las ecuaciones de las figs. 1, 2, 3, 4 y 5 para el cv. 161.

Figs.	a	b	c	ESb ±	ESc ±	r
1	1,347	0,565	10^{-2}	0,155	10^{-4}	0,113
2	0,113	0,170	10^{-2}	0,247	10^{-5}	0,210
3	1,860	0,002				0,002
4	0,688	-0,164	10^{-2}	0,307	10^{-5}	0,363
5	0,160	-0,002	10^{-1}			0,007

* P<0,1

*** P<0,001

Los niveles críticos de P encontrados para estos dos cvs. se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Niveles críticos de P en dos cvs. de *Chloris gayana*.

Cultivar	Nivel crítico (%)
Callide	0,200
161	0,237

Se puede observar que el cv. 161 es más exigente a este elemento, en comparación con el cv. Callide de la misma

especie, por lo que hay una marcada variabilidad de las plantas para absorber y acumular dicho nutrimento.

DISCUSION

La influencia que ejerce el P sobre el rendimiento de MS en suelos deficientes de fosfatos, ha sido planteada por Jordan, Evans y Rouse (1966); Paretas, Crespo y Pupo (1979) entre otros autores, quienes enfatizan en la necesidad de la fertilización fosfórica para incrementar los rendimientos de MS de los pastos para estas condiciones.

Al observar nuestros resultados (tabla 1), se pone en evidencia lo planteado anteriormente a partir del nivel de 50 kg P/ha, motivado además por la baja sorción a los iones fosfatos que presenta este suelo (Soc 300 μg P/g suelo). Dichos aspectos son de gran utilidad para definir u orientar la fertilización con este elemento, ya que las características de ese tipo de suelo impiden la formación de compuestos de baja solubilidad, cuestión que pudiera motivar síntomas de deficiencias en las plantas (Bornemisza y Fassbender, 1970).

En trabajos anteriores con *Panicum maximum* (Mesa, 1983), *Cynodon dactylon* (Mesa *et al.*, 1983) y *Digitaria decumbens* (Mesa, 1985), la máxima respuesta se alcanzó con 100 kg P/ha, coincidiendo con que este fue el nivel más bajo que se utilizó.

En el tratamiento testigo (0 kg P/ha), se obtuvo un crecimiento raquítrico y algunos signos de deficiencias, coincidiendo con lo informado por Salina, Sanz y García (1980) al estudiar un grupo de pastos tropicales bajo condiciones similares a las de nuestro trabajo.

El cv. Callide tuvo una tendencia al ser mejor en cuanto al rendimiento del MS, aspecto que corrobora lo planteado por Menéndez, Cordoví y Martínez (1980); y Hernández, Hernández y Gómez (1980) al compararlo con otros cvs. en la misma especie.

Con respecto a la composición mineralógica, se observaron en todos los parámetros estudiados, diferencias varietales en cuanto a la absorción y acumulación de iones, aspecto que pudiera tener gran importancia para el mejoramiento genético (Vose, 1963; Gerloff, Moore y Curtis, 1964).

Así tenemos que en cuanto al contenido de N, este declinó con el aumento del P en el suelo, lo que pudo estar relacionado con la dilución de la fracción nitrogenada que hacen las plantas (Chesney, 1972) debido al

aumento del rendimiento de MS. Sin embargo, los tenores alcanzados, como promedio, se encuentran dentro de un rango aceptable según lo planteado por Crespo, Aspiolea y López (1979).

Con respecto al contenido de K, se observó un incremento ligero de este con el aumento de la dosis de P, aspecto planteado por Gardner, Jackson, Webster y Turley (1960) y González, Rodríguez y Sánchez (1984), aunque se ha informado en otros pastos tropicales una disminución de K con niveles crecientes de P (Andrew y Robins, 1971). Estas diferencias pudieran deberse a las características genéticas de las especies y a las condiciones del manejo experimental. Al comparar con los nuestros los resultados de Sallate (1970), no observamos consumo de lujo, pudiendo atribuirse estos incrementos de K en planta al incremento de MS.

Por otra parte, se obtuvo con respecto al Ca un decrecimiento, a medida que aumentaba el P en el suelo, y casi proporcional al incremento de K, pudiendo estar relacionado con el antagonismo iónico que existe entre los elementos (Demolon, 1975), aspecto importante para el normal fisiologismo de las plantas. A diferencia de los resultados de Paton y Loneragan (1959), que hallaron un patrón de respuesta muy irregular, nosotros obtuvimos dos curvas bien ajustadas matemáticamente situándose sus valores, en sentido general, dentro del rango de lo planteado para los pastos tropicales por Funes y Gómez (1971).

También se encontraron grandes diferencias varietales en cuanto al contenido de Mg, disminuyendo este al igual que el Na en la misma medida en que aumentaron las dosis de P en el suelo; aunque nuestros resultados difirieron de los de Alí, Adams y Walker (1981) entre otros, lo que pudo deberse al control de la base genética que tiene cada cultivar y/o especie para la absorción y acumulación

de iones para lograr un adecuado equilibrio iónico.

En cuanto al contenido de P en los dos cultivares de *Chloris gayana*, encontramos que las dosis de P en el suelo aumentaron significativamente ($P < 0,001$) los tenores del mismo en las plantas estudiadas, presentando el cv. 161 un mayor contenido, que tendió a declinar con los niveles superiores. Ello pudo deberse al aumento del rendimiento, según plantea Bieliski (1973). Como se pudo observar, el rendimiento de MS en el cv. Callide fue ligeramente superior al cv. 161; sin embargo, el contenido de P es ligeramente menor, aspecto de gran importancia para la selección en cuanto al rendimiento de MS, donde la toma de P sea un factor limitante (Lipsett, 1963)

En el nivel 0 kg P/ha, los tenores del mismo fueron extremadamente bajos, debido posiblemente al bajo contenido de P disponible que presentó este suelo, demostrando también la necesidad de aplicar fósforo al mismo para la supervivencia de plantas con medios o altos requerimientos de P (Mesa y Figueroa, 1979).

Entre los dos cvs. de esta especie se encontró una marcada variabilidad en cuanto a los valores de sus niveles críticos, pudiendo deberse a diferencias en el sistema radicular según Throughton (1968). Este aspecto está controlado genéticamente, al igual que la absorción inicial de iones y su subsecuente translocación dentro y a través del xilema, el grado de retención en los tejidos adyacentes a los elementos conductores, su movilidad en el floema y la eficiencia de su utilización metabólica (Epstein, 1972).

De acuerdo con los resultados obtenidos, se concluye que el cv. Callide tuvo un mayor contenido de N, K, Ca y Mg, además de presentar un menor nivel crítico de P con respecto al cv. 161, por lo que tiene más posibilidades de adaptación a suelos donde el contenido de fósforo sea de mediano a bajo.

REFERENCIAS

- ALI, M.J.; ADAMS, A.F.R. & WALKER, T.W. 1981. *Thai. J. of Agric. Sci.* 14:213
- ANDREW, C.S. & ROBINS, F. 1971. *Aust. J. of Agric. Res.* 22:693
- BIELISKI, R.L. 1973. *Ann. Rev. Plt. Physiol.* 24:225
- BIELISKI, R.L. 1976. Passage of phosphate from soil to plant. In: Prospects for improving efficiency of phosphorus utilization. Ed. Graeme J. Blair. Reviews in Rural Science No. III, p. 125
- BORNEMISZA, E. & FASSBENDER, H.W. 1970. *Agrochimica.* 45:859
- CATE, R.B. & NELSON, L.A. 1965. Tech. Bull. No. 1. ISFEI. Series, North Caroline St. Univ. Raleigh, N.C.
- CRESPO, G.; ASPIOLEA, J.L. & LOPEZ, MIRTA. 1979. Nutrición de pastos. En: Los Pastos en Cuba. Tomo 1. Producción. Pág. 237
- CHESNEY, H.A.D. 1972. *Trop. Agric.* 49:115
- DEMOLON, A. 1975. Crecimiento de los vegetales cultivados. Ed. Rev. Inst. del Libro. La Habana, Cuba
- DUNCAN, D.B. 1955. Multiple range and multiple F test. *Biometrics.* 11:1
- EPSTEIN, E. 1972. Mineral nutrition of plants: Principles and perspectives. John Wiley and Sons, Inc. New York
- FUNES, F. & GOMEZ, L. 1971. *Memoria anual de la EEPF "Indio Hatuey"*. Matanzas, Cuba
- GARDNER, R.H.; JACKSON, T.L.; WEBSTER, G.R. & TURLEY, R.H. 1960. *Can. J. Plant Sci.* 40:542
- GERLOFF, G.C.; MOORE, D.G. & CURTIS, J.T. 1964. *Res. Rep. Univ. Wise Coll. Agr. Exp. Sta.* 14
- GONZALEZ, S.; RODRIGUEZ, M.E. & SANCHEZ, M. 1984. Resumen VI Seminario Científico de la EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba
- HERNANDEZ, R.; HERNANDEZ, NEICE & GOMEZ, A. 1980. *Pastos y Forrajes.*

- Revista de la EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 3:229
- JORDAN, C.W.; EVANS, C.R. & ROUSE, R.D. 1966. *Proc. Soil Sci.* 30:4
- LIPSETT, J. 1963. *Aust. J. Agric. Res.* 15:1
- MESA, A. & SUAREZ, O. 1979. Los suelos ganaderos de Cuba. En: Los Pastos en Cuba. Tomo 1. Producción. Pág. 42
- MESA, A.R. & FIGUEROA, M. 1979. *Pastos y Forrajes*. Revista de la EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 2:255
- MESA, A.R. 1983. *Pastos y Forrajes*. Revista de la EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 6:221
- MESA, A.R.; HERNANDEZ, J. & DE LA CRUZ, R. 1983. *Pastos y Forrajes*. Revista de la EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 6:89
- MESA, A.R. 1985. *Pastos y Forrajes*. Revista de la EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 8:65
- MENENDEZ, J.; CORDOVI, E. & MARTINEZ, J.F. 1980. *Pastos y Forrajes*. Revista de la EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 3:41
- PARETAS, J.J.; CRESPO, G. & PUPO, D. 1976. *Rev. cubana Cienc. agric.* 10:99
- PATON, O.F. & LONERAGAN, J.F. 1959. *Aust. J. Agric. Res.* 11:524
- SALLETE, J.E. 1970. Proc. XI Int. Grassland Congr. Australia. p. 404
- SALINAS, J.G.; SANZ, J.F. & GARCIA, R. 1980. Manual de sintomatología de deficiencias y toxicidades minerales de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales. CIAT. Programa de Pastos tropicales. Cali, Colombia
- THROUGHTON, A. 1968. *Annals Bot.* NS 32 (411)
- VOSE, P.B. 1963. *Herb. Abstr.* 33:1