

EFECTO DEL ENCALADO EN SUELOS ACIDOS DE PANAMA.

I. PRODUCCION Y COMPOSICION QUIMICA DE LA MATERIA SECA DEL DESMODIUM

(*Desmodium ovalifolium* c.v. Costa Rica) y KUDZU (*Pueraria phaseoloides*)^[1]

Bolivar Pinzón*, Gustavo Cubillos**,
Javier González*** y Rubén Montenegro****

Se estudió el efecto de dosis crecientes de cal (CaCO_3) (0, 50, 250, 500, 1,500, 3,000 y 5,000 kg/ha), sobre el rendimiento de materia seca y la composición química de las leguminosas *Desmodium* (*Desmodium ovalifolium*) y Kudzú (*Pueraria phaseoloides*). La aplicación de cal produjo aumentos significativos en la producción de materia seca de las dos leguminosas. Entre las leguminosas no hubieron diferencias en cuanto a la producción promedio de materia seca. Las dosis de cal no afectaron significativamente los contenidos de proteína cruda, fósforo, potasio, calcio y magnesio en el forraje; sin embargo, los contenidos de proteína cruda y potasio fueron superiores en el Kudzú, que en el *Desmodium*, mientras que los contenidos de fósforo, calcio y magnesio fueron semejantes. Se establecieron relaciones insumo-producto, obteniéndose los ingresos netos máximos con aplicaciones de 3,125 y 3,200 kg de cal/ha para el *Desmodium* y Kudzú, respectivamente.

La gran mayoría de los suelos de Panamá se caracterizan por presentar pH bajo, alto contenido de acidez extractable y bajo contenido de fósforo. Muchos de estos suelos infértiles, pueden ser productivos con la aplicación de cal y fertilizantes.

Algunas leguminosas nativas como *Centrosema*, *Calopo*, *Stylosanthes* y *Desmodium* están adaptadas a condiciones de suelos ácidos y son también muy eficientes en absorber los nutrientes nativos del suelo (Hutton, 1970; Spain y col., 1974). Es por ello que se puede mejorar la producción de un gran número de leguminosas introducidas en el medio, corrigiendo la acidez del suelo a través de la utilización de enmiendas como el carbonato de calcio (Spain y col., 1974).

Muchos investigadores han encontrado respuestas significativas en la producción de *Desmodium* con aplicaciones de cal al suelo (Younge y col., 1964; Spain y col., 1974; Kolling y col., 1977; Munns y Fox, 1977; Yépez y Blue, 1977; Veiga y Dos Santos, 1978). Iguales respuestas se han encontrado con el Kudzú (Spain y col., 1974; Pearson, 1975).

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, se realizó el presente trabajo con dos leguminosas tropicales, *Desmodium* (*Desmodium ovalifolium*) y Kudzú (*Pueraria phaseoloides*), para estudiar el efecto del encalado en la producción de materia seca y su composición química.

[1] Trabajo presentado en la 7a. Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (AL-PA). Panamá, República de Panamá, 23-29 de septiembre, 1979.

* M. Sc., Edafólogo, Centro Experimental de Gualaca, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

** Ph. D., Jefe del Programa de Producción Animal, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.

*** Agr., Centro Experimental de Gualaca, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

**** Agr., Asistente, Centro Experimental de Gualaca, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en el Centro Experimental del IDIAP, en Gualaca, cuya altitud es de 45 msnm y cuya precipitación anual promedio es de 3,273 mm.

En el experimento se estudiaron las leguminosas *Desmodium ovalifolium* y *Pueraria phaseoloides*, en un suelo latosol con textura arcillo-arenosa. Los resultados del análisis de una muestra de suelo tomada a 15 cm de profundidad se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Resultados del análisis químico del suelo.

Determinación	Resultado
P	1.0 ppm
K	28.0
Fe	70.0
Cu	8.0
Mn	6.0
Zn	0.4
Ca	0.75 meq/100 g
Mg	0.11
Al	1.95
Materia orgánica	5.89%
pH	4.66

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con parcelas divididas, con tres repeticiones. Las parcelas principales estuvieron constituidas por las leguminosas y las sub-parcelas, por las dosis de cal en forma de carbonato de calcio. Las dosis utilizadas fueron 0, 50, 250, 500, 1,500, 3,000 y 5,000 kg de CaCO_3 /ha.

La incorporación de las dosis de cal en las parcelas respectivas se hizo en mayo de 1977. Después de un período de tres meses, tiempo en el cual se esperó que reaccionara completamente con el suelo, se procedió a la siembra de las leguminosas a razón de 3 kg de semilla de *Desmodium* y 4 kg de semilla de Kudzú/ha en surcos espaciados a 0.80 m. Antes de la siembra se aplicaron 100 kg de P_2O_5 y 50 kg de K_2O /ha a todas las parcelas.

El estudio se inició el 19 de diciembre de 1977 y terminó el 10 de noviembre de 1978. El primer corte se realizó a los 90 días, el segundo, por no registrarse crecimiento durante la época seca, se efectuó a los 150 días y los cortes siguientes a intervalos de 42 días. Los cortes se hicieron manualmente con machete a 0.15 m de altura.

Se realizaron en total, siete cortes y de cada parcela se tomó al alzar una muestra de forraje de aproximadamente 0.45 kg para determinar el contenido de materia seca, proteína cruda, fósforo, potasio, calcio y magnesio, utilizando los métodos descritos por la AOAC (1970).

Los resultados fueron analizados estadísticamente y se estimaron las ecuaciones de regresión para cuantificar los efectos de las variables usadas. Las medias de los tratamientos fueron comparadas mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan (Steel y Torrie, 1960).

RESULTADOS Y DISCUSION

I. Producción de materia seca

La producción de materia seca de las dos leguminosas (Cuadro 2), aumentó significativamente por efecto del encalado ($P < .01$).

Las aplicaciones de 50, 250 y 500 kg de cal/ha, no produjeron rendimientos diferentes al del tratamiento testigo. Sin embargo, los incrementos en producción de materia seca debido a las aplicaciones de dosis mayores a los 500 kg/ha, resultaron significativos ($P < .01$). Los mayores rendimientos promedios (7.92 y 8.57 Tm de MS/ha) se obtuvieron con aplicaciones de 1,500 y 3,000 kg de cal/ha/año.

Cuadro 2. Rendimientos en Tm de materia seca por hectárea, debido a las dosis de carbonato de calcio. (Promedios acumulados de siete cortes).

Leguminosas	Dosis de cal y rendimientos de MS (kg/ha)							Promedio X
	0	50	250	500	1,500	3,000	5,000	
<i>D. ovalifolium</i>	5.33	6.50	6.18	7.25	7.95	8.87	8.28	7.19a
<i>P. phaseoloides</i>	6.39	6.06	6.21	7.25	7.90	8.28	7.35	7.06a
X	5.86a	6.28a	6.19a	7.25a	7.92b	8.57b	7.81b	

ab = Dentro de una misma línea vertical u horizontal, los valores con una o más letras en común no difieren significativamente ($P > .01$).

En la producción de materia seca no hubo diferencia significativa ($P > .01$) entre leguminosas (7.19 y 7.06 Tm de MS/ha). Un hecho curioso fue el de que con la dosis de 5,000 kg de cal/ha, las dos leguminosas tuvieron un ligero descenso en el rendimiento de materia seca, siendo más marcado en el Kudzú que en el Desmodium. Esto pudo deberse al hecho de que siendo el Kudzú una especie más eficiente que el Desmodium en la captación de calcio (Andrews y Norris, 1961), alcanza antes que el Desmodium el punto a partir del cual la concentración de calcio en los tejidos de la planta limita el crecimiento vegetal.

De acuerdo con Andrews y Norris (1961), en aquellos suelos muy deficientes en calcio, con sólo una pequeña adición de carbonato de calcio se promueve el crecimiento y se obtienen buenos rendimientos. Ellos encontraron las mejores respuestas en Desmodium y Kudzú con dosis que variaron entre 750 y 1,000 kg de CaCO_3 /ha. Con dosis más altas observaron descensos en la producción de materia seca. En este estudio, con un suelo que tenía 0.75 meq de Ca/100 g de suelo, se encontraron los máximos rendimientos con dosis entre 500 y 3,000 kg de CaCO_3 /ha.

Las curvas de respuesta de las leguminosas a la aplicación de cal (Figura 1), fueron de carácter cuadrático ($P < .01$). Se observó que los rendimientos promedios de materia seca por kg de cal aplicado fueron de: 1.6 y 1.4 kg/ha para el Desmodium y Kudzú, respectivamente. La máxima respuesta biológica correspondió a la aplicación de 3,000 kg de CaCO_3 /ha, para ambas leguminosas, obteniéndose 8.87 y 8.28 Tm de MS/ha, para el Desmodium y Kudzú, respectivamente.

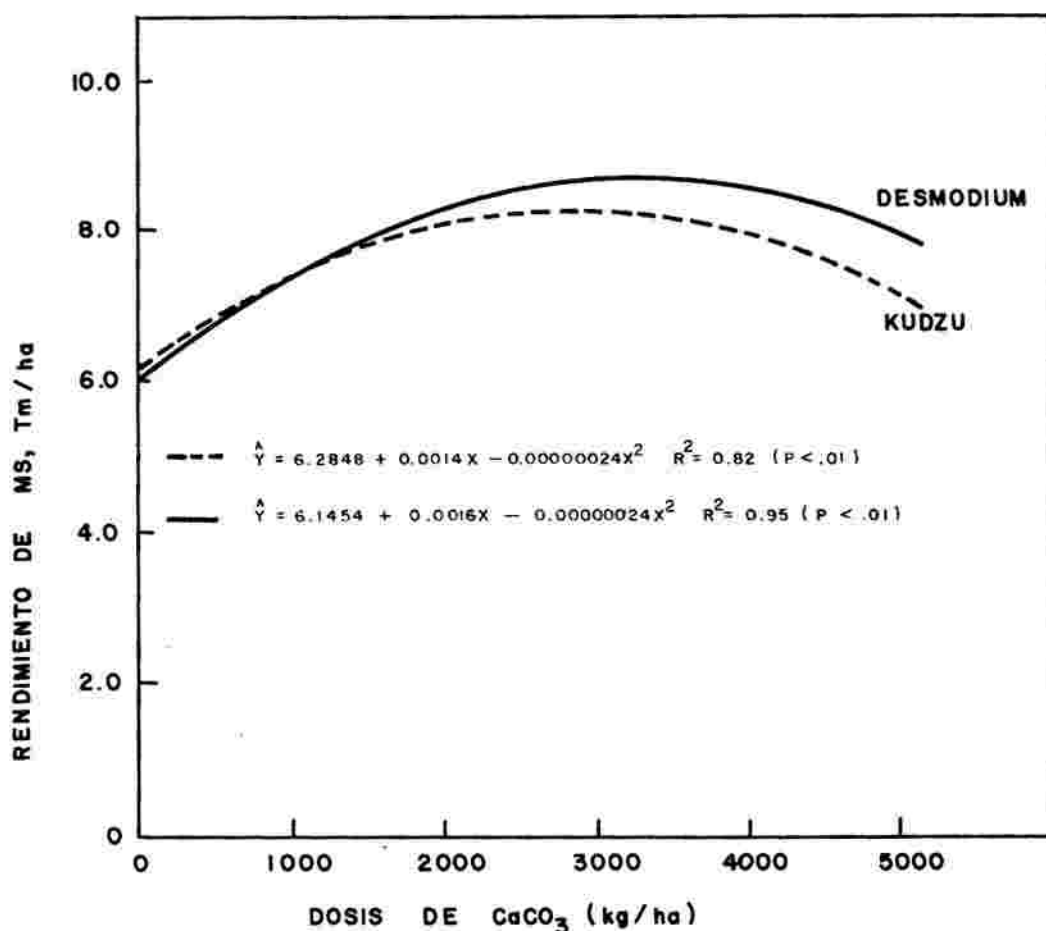


FIGURA 1. EFECTO DE LAS DOSIS DE CaCO₃ SOBRE EL RENDIMIENTO DE MATERIA SECA (Tm/ha) EN KUDZU Y DESMODIUM.

Los rendimientos alcanzados en este trabajo fueron superiores a los obtenidos por Veiga y colaboradores (1978), quienes utilizando dosis de 6,000 kg de CaCO₃ en *Desmodium intortum* obtuvieron sólo 4.80 Tm de MS/ha. Igual sucede con el Kudzú, que con aplicación de 4,000 kg de CaCO₃/ha se obtuvo 6.3 Tm MS/ha (Neme y Nery, 1965). Yépez y Blue (1977), encontraron que el Desmodium respondió positivamente a dosis de 6,250 kg de CaCO₃/ha y no encontraron diferencias significativas en la producción de materia seca con la aplicación de 1,250 kg. Resultados obtenidos por Spain y colaboradores (1974) en Colombia, indicaron que tanto el Desmodium como el Kudzú, tuvieron sus mejores respuestas con 150 kg de CaCO₃ y fueron similares a los que obtuvieron con 400 kg.

Si bien es cierto que se ha encontrado respuesta de las leguminosas tropicales a la aplicación de cal, todavía no hay una tendencia bien definida; al parecer en la mayoría de los casos prevalecen las mejores respuestas con dosis bajas de CaCO₃.

2. Contenido de Proteína

Las dosis de cal no tuvieron efecto sobre el contenido de proteína de las dos leguminosas. Sin embargo, el Kudzú mostró un contenido mayor de proteína ($P < .01$), que el Desmodium (Cuadro 3).

Cuadro 3. Efecto del encalado en los porcentajes promedios de proteína cruda de las dos leguminosas (% en base a MS).

Leguminosas	Dosis de cal en kg/ha y % de proteína cruda							Promedio \bar{X}
	0	50	250	500	1,500	3,000	5,000	
<i>D. ovalifolium</i>	14.78	14.40	14.57	14.47	15.03	14.92	15.09	14.75a
<i>P. phaseoloides</i>	18.39	18.44	19.17	18.75	17.75	18.60	18.86	18.56b
\bar{X}	16.58a	16.42a	16.87a	16.61a	16.39a	16.76a	16.97a	

ab = Dentro de una misma línea vertical u horizontal los valores con una o más letras en común no difieren significativamente ($P > .01$).

Se considera que una de las razones para que el Desmodium acuse un contenido menor de proteína cruda que el Kudzú, es su mayor contenido de fibra. Otra razón se atribuye a que el Desmodium es menos eficiente que el Kudzú en la nodulación radicular (Andrews y Norris, 1961; Neme y Nery, 1965; Spain y col., 1974). Los resultados obtenidos para esta leguminosa en el presente trabajo, son similares a los encontrados por Andrews y Norris (1961), Neme y Nery (1965), Spain y colaboradores (1974).

El contenido de nitrógeno en el Desmodium fue de 2.36% y de acuerdo a lo que reportan Andrews y Norris (1961), Yépez y Blue (1977), se considera que el nivel crítico para esta leguminosa varía de 2.52 a 2.80 por ciento de N. Para el Kudzú no existen valores críticos en la literatura, aunque el contenido de N fue superior al del Desmodium (2.97%).

3. Contenidos de calcio y fósforo

Los contenidos de calcio y fósforo en la materia seca de las dos leguminosas, no fueron afectados ($P > .01$) por las diferentes dosis de cal (Cuadro 4), aunque se observa una ligera tendencia a aumentar el contenido de calcio a medida que se incrementa la dosis de cal.

Cuadro 4. Efecto del encalado en el contenido promedio de calcio y fósforo de las dos leguminosas (% en base a MS).

Dosis de CaCO ₃ , kg/ha	<i>D. ovalifolium</i>		<i>P. phaseoloides</i>		Promedio (\bar{X})	
	Ca	P	Ca	P	Ca	P
0	0.89	0.26	0.82	0.32	0.86a	0.29a
50	0.94	0.24	0.88	0.33	0.91a	0.29a
250	1.01	0.24	0.89	0.32	0.95a	0.28a
500	0.94	0.26	0.89	0.32	0.92a	0.29a
1,500	0.96	0.24	1.08	0.31	1.02a	0.29a
3,000	0.94	0.26	1.04	0.31	0.99a	0.29a
5,000	0.98	0.25	1.01	0.33	1.00a	0.29a
\bar{X}	0.95a	0.25a	0.94a	0.32a		

a = Dentro de una misma línea vertical u horizontal, los valores con una letra en común no difieren significativamente ($P > .01$).

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Abruña y Figarella (1957), Spain y colaboradores (1974), quienes no encontraron incrementos significativos en el contenido de Ca y P al aplicar cal en estas leguminosas. Sin embargo, en cuanto al contenido de calcio, los resultados obtenidos son contradictorios a los encontrados por Andrews y Norris (1961), Neme y Nery (1965) y Yépez y Blue (1977).

Yépez y Blue (1977), determinaron que la concentración crítica de calcio en el forraje del *Desmodium* es de 0.95%, lo que concuerda con los resultados del presente trabajo. Pero, Andrews y Norris (1961), encontraron que el valor crítico para esta leguminosa es de 1.30 a 1.40 por ciento de calcio en el forraje.

En el contenido de fósforo de ambas leguminosas no existió diferencias ($P > .01$). Resultados parecidos obtuvieron Neme y Nery (1965), Spain y colaboradores (1974), quienes no lograron incrementar el contenido de fósforo en *Desmodium* y Kudzú por efecto del encalado; aún cuando los valores encontrados en el presente trabajo fueron superiores a los reportados por estos investigadores. El contenido de fósforo del *Desmodium* (0.25%) supera al valor crítico reportado por Andrews y Robins (1969a), Yépez y Blue (1977) para esta leguminosa, el cual es de 0.23 por ciento. Para el Kudzú el contenido de fósforo (0.32%) fue superior al del *Desmodium*. No se conocen los valores críticos para esta leguminosa.

4. Contenidos de magnesio y potasio

Las diferentes dosis de cal no tuvieron efecto ($P > .01$) sobre el contenido de magnesio y potasio en la materia seca de las dos leguminosas (Cuadro 5). En el Kudzú el contenido de ambos elementos fue mayor ($P < .05$) que en el *Desmodium*.

Cuadro 5. Efecto del encalado en el contenido promedio del magnesio y potasio de las dos leguminosas (% en base a MS).

Dosis de CaCO ₃ , kg/ha	<i>D. ovalifolium</i>		<i>P. phaseoloides</i>		Promedio (\bar{X})	
	Mg	K	Mg	K	Mg	K
0	0.20	1.16	0.28	1.68	0.24a	1.42a
50	0.24	1.16	0.27	1.50	0.26a	1.33a
250	0.20	1.27	0.29	1.53	0.25a	1.40a
500	0.20	1.30	0.28	1.60	0.24a	1.45a
1,500	0.20	1.08	0.29	1.49	0.25a	1.29a
3,000	0.20	1.09	0.29	1.54	0.25a	1.31a
5,000	0.20	1.10	0.29	1.46	0.25a	1.28a
\bar{X}	0.21a	1.16a	0.28b	1.54b		

ab = Dentro de una misma línea vertical u horizontal, los valores con una letra en común no difieren significativamente ($P > .01$).

Estos resultados coinciden con los obtenidos en Colombia por Spain y colaboradores (1974), quienes encontraron efectos marcados en el contenido de magnesio y potasio por efecto del encalado. Los valores reportados por dichos investigadores sobre el contenido de magnesio en el forraje de *Desmodium* y Kudzú fueron similares a los del presente trabajo. Sin embargo, difieren en que el *Desmodium* reportó mayores contenidos de potasio que el Kudzú.

De acuerdo a los valores críticos de potasio en la materia seca del forraje del *Desmodium* (0.72 a 0.95%), reportados por Andrews y Robins (1969b), Yépez y Blue (1977), los valores de potasio encontrados en este trabajo estuvieron por encima de estos límites (promedio de

1.16%). Aunque no se reportan valores críticos del potasio para el Kudzú, éste fue superior al Desmodium (1.54%).

5. Beneficio económico

Considerando un valor de B/0.02 por kg de carbonato de calcio y de B/0.16 por kg de materia seca, se establecieron relaciones insumo-producto, obteniéndose el ingreso neto máximo con aplicaciones de 3,125 y 3,200 kg de CaCO_3 /ha para el Desmodium y Kudzú, respectivamente.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Las dosis de cal mayores a 1,500 kg/ha incrementaron significativamente la producción de materia seca en el Desmodium y Kudzú.
2. La producción de materia seca tuvo una respuesta cuadrática ($P < .01$) a la aplicación de cal en ambas leguminosas.
3. El Kudzú fue más eficiente en la captación de calcio que el Desmodium.
4. Los contenidos de proteína cruda, fósforo, potasio, calcio y magnesio no fueron afectados por las aplicaciones de cal en ambas leguminosas.
5. Del análisis económico se concluyó que las dosis óptimas de cal para el Desmodium y Kudzú fueron de 3,125 y 3,200 kg de CaCO_3 /ha, respectivamente.
6. Se recomienda, que cuando se promueva el establecimiento de leguminosas en suelos ácidos con pH de 4.5 a 5.0, se hagan aplicaciones de carbonato de calcio a razón de 1,500 a 3,000 kg/ha, incorporadas al suelo tres meses antes de la siembra.

ABSTRACT

A study was conducted to determine the effects of lime (CaCO_3) fertilization on dry matter yields and chemical composition of two legumes: Desmodium (*Desmodium ovalifolium*) and Kudzu (*Pueraria phaseoloides*). Seven different fertilization levels were compared (0, 50, 250, 500, 1,500, 3,000 and 5,000 kg/ha). Lime fertilization resulted in significant increases in dry matter yields of the two legumes. However, it did not affect crude protein, phosphorus, potassium, calcium and magnesium contents of the forages. Kudzu exhibited significantly higher protein and potassium contents than Desmodium. Input-output relationships were established, and the best net incomes were obtained with the use of 3,125 and 3,200 kg of lime/ha for Desmodium and Kudzu, respectively.

AGRADECIMIENTO

A la señorita Gladys Batista y señora Ledys N. de Otero, por la mecanografía del manuscrito.

Al Lic. Florentino Vega, por los análisis estadísticos.

Al personal del Laboratorio de Bromatología por los análisis químicos de las muestras.

BIBLIOGRAFIA

- ABRUÑA, F. y FIGARELLA, J. Some effects of calcium and phosphorous fertilization on the yield and composition of Tropical Kudzú-grass pasture. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* XLI:231. 1957.
- ANDREWS, C.S. y NORRIS, D.O. Comparative response to calcium of five tropical and four temperate pasture legume species. *Australian Journal of Agricultural Research* 12:40-55. 1961.
- y ROBINS, M.F. The effect of phosphorous on the growth and chemical composition of some tropical and temperate pasture legumes. I. Growth and critical percentage of phosphorous. *Australian Journal of Agricultural Research* 20:665-674. 1969a.
- y ———. The effect of potassium on the growth and chemical composition of some tropical and temperate pasture legumes. I. Growth and critical percentage of potassium. *Australian Journal of Agricultural Research* 20:999-1007. 1969b.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official Methods of Analysis of the AOAC, 11th ed. Washington, D.C. George Banta Company, Inc. 1970. 1,015 p.
- HUTTON, E.M. Tropical Pastures. *Advances in Agronomy* 22:1-73. 1970.
- KOLLING, J.; STAMMEL, J.G. y KORNELIUS, E. Effect of lime and phosphorous fertilizers on dry matter production in tropical legumes and soil composition. *Soil and Fertilizer* 40 (C):330. 1977.
- MUNNS, D.N. y FOX, R.L. Depression of legumes growth by liming. *Plant and Soil* 45:701-705. 1976.
- NEME, N.A. y NERY, J.P. The influence of mineral fertilizers and lime on the production and the chemical composition of perennial leguminous forage plants. In *Proceedings of the IX International Grassland Congress*. 1966. pp. 665-670.
- PEARSON, R.W. Soil acidity and liming in the humid tropics. *Cornell Int. Agric. Bull.* Cornell Univ. Ithaca, N.Y. 1975. s/p.
- SPAIN, J.M.; FRANCIS, C.A.; HOWELER, R.H. y CALVO, P. Differential species and varietal tolerance to soil acidity in tropical crops and pasture. *Centro Internacional de Agricultura Tropical. Informe mimeografiado*. 1974. 13 p.
- STEEL, R.G.D. y TORRIE, J.H. *Principles and Procedures of Statistics*. McGraw-Hill, Toronto, 1960. 481 p.
- VEIGA, C.L. y DOS SANTOS, G.C. Effect of Top dressing phosphorous fertilizers and lime on the yield and nutritional composition of *Desmodium (Desmodium intortum)*. *Soil and Fertilizers*: 2:748. 1978.
- YEPEZ, H. y BLUE, G.W. Growth response of creeping beggarweed [*Desmodium canum* (Gmel) Shintz and Thellong] to lime and fertilizer on Florida Spodosol. *Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings* 36:79-84. 1977.
- YOUNGE, O.R.; PLUCKNETT, D.L. y ROTAR, P.P. Culture and yield performance of *Desmodium intortum* and *Desmodium canum* in Hawaii. *Hawaii Agric. Exp. Station Tech. Bull* 2. 1964. 59 p.