

EFFECTOS DE LA APLICACION DE CAL SOBRE LA PRODUCCION DE RAICES DE 27 CULTIVARES DE YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) EN UN SUELO CON ALTO VALOR DE ACIDEZ

José Marcano A.* , Florencio Paredes G.* y Omar Colmenarez*

RESUMEN

Con el fin de determinar la respuesta del cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) a la corrección de la acidez del suelo con cal agrícola, se condujo un experimento en la localidad de Manzanita, estado Lara, Venezuela (9° 58' N, 69° 01' W, 300 msnm). Se probaron 27 cultivares de yuca en un suelo franco arenoso con pH ácido y un contenido medio de aluminio. Se aplicó 0 y 1000 kg/ha de CaCO₃ a partir de una enmienda caliza del tipo magnesiana. No hubo diferencia significativa en cuanto a rendimiento en raíces de yuca para la interacción cal x cultivares; sin embargo, las tendencias mostraron que algunos cultivares respondieron favorablemente a la aplicación de CaCO₃, aún cuando algunos de ellos no mostraron respuesta a la aplicación y otros fueron adversamente afectados, lo cual indicaría ciertas diferencias de los cultivares al grado de tolerancia al aluminio. La prueba de Newman-Keuls permitió establecer que el cultivar con mejor rendimiento de raíces fue M-Ven-20.

Palabras claves: Ençalamiento, yuca.

SUMMARY

Effect of soil liming on yield of 27 cultivars of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) in a highly acid soil

A trial was conducted to test the yield response of 27 cultivars of cassava to soil liming in an acid soil with moderate Al content in Manzanita, Lara state, Venezuela (9° 58' N, 69° 01' W, 300 meters m.s.l). The amendment was applied at rates of 0 and 1000 kg/ha CaCO₃. No statistical effect was found for the lime x cultivar interactions, although the general trend showed cultivars with either favorable response, adverse response, or no response at all, which could indicate that the cultivars have certain levels Al tolerance. The Newman-Keuls test established that the cultivar with the best yield was M-Ven-20.

Key words: Manihot, soil liming.

INTRODUCCION

La yuca es una raíz amilácea originaria de América Tropical y constituye uno de los cultivos alimenticios con mayor potencial de beneficio socioeconómico para productores y consumidores de bajos recursos en zonas tropicales de Africa, America Latina y Asia (CIAT, 1990). Se adapta a diferentes climas y suelos, es de bajo costo de producción y de variada utilidad alimentaria, factores que han contribuido a su distribución mundial (P.P.I., 1988). No obstante, estas

consideraciones, los rendimientos de raíces de yuca se han visto afectados por diversos factores, siendo los más importantes las plagas y enfermedades, las deficiencias nutricionales y las malezas (CIAT, 1976; Alcalá de Marcano y Marcano, 1982).

El agricultor no puede cambiar el suelo que tiene disponible, pero si puede manejarlo adecuadamente para lograr un máximo rendimiento económico; en este orden de ideas, Venezuela como país tropical presenta grandes superficies de suelos ácidos muy evolucionados y pobres en nutrimentos (Rojas, 1983). La capacidad

* Investigadores. FONAIAP, Estación Experimental Yaracuy. Yaritagua, Venezuela.

del cultivo de la yuca para producir buenos rendimientos en esta clase de suelo representa una alternativa de gran importancia (Castro, 1980).

Carvalho (1970) en diferentes ensayos llevados a cabo en Brasil encontró respuestas débiles de la yuca a la aplicación de cal; no obstante, Conceicao et al. (1973) en investigaciones realizadas en el mismo país durante tres años consecutivos, no encontraron respuestas al encalamiento.

Trabajos sobre fertilización en yuca realizados en Colombia por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, 1972), con aplicaciones de cal en proporciones de 0,500, 2000 y 6000 kg/ha en suelo con niveles medios de fertilidad y pH muy bajos, encontraron que la mayoría de los cultivares respondieron visiblemente a las aplicaciones de cal hasta los 2000 kg/ha, algunos cultivares no mostraron respuesta a la aplicación de dosis de 500 y 2000 kg/ha y otros fueron adversamente afectados por la aplicación de 6000 kg/ha de cal, debido a una deficiencia inducida de micronutrientes. Investigaciones posteriores conducidas por el mismo Centro de Investigación (CIAT, 1977), en suelos altamente ácidos, con 30 cultivares de yuca sembrados en parcelas sin encalamiento (pH 4,0 y 77 % de saturación de aluminio) demostraron que bajo esas condiciones los rendimientos representaron el 90 % de los máximos obtenidos con la aplicación de 6000 kg/ha de cal. Informaciones suministradas por dicho Centro señalan que, dentro de algunas condiciones texturales y químicas del suelo, la yuca puede tolerar relativamente bien de 66,67 a 100 c. mol Al/kg de suelo (CIAT, 1975).

Forno (1977), trabajando con cultivares de yuca en medio fluyente, encontró que el pH óptimo para éste fluctuó en rangos de 5,5 y 7,5 según el cultivar.

Geordert (1976) encontró que la revisión de literatura sobre requerimientos edáficos y fertilidad del suelo muestran cierta contradicción respecto a la fertilización y al encalado de la yuca para suelos con valores de pH bajos. Rodríguez (1975) en un experimento de campo con yuca, en Colombia, determinó que por cada 33,33 c.mol Al/kg de suelo se deben agregar 1500 kg/ha de cal y encontró respuestas a su aplicación en suelos con menos de 342,69 c.mol Ca/kg.

Normanha (1951) y Silva y Freire (1968) recomendaron la aplicación e incorporación profunda de cal en suelos ácidos. Del mismo modo Normanha (1961) y el CTCRI

(1970), de la India, recomendaron la aplicación de 2000 kg/ha de cal dolomítica en suelos con pH inferior a 5,0.

Samuels (1969) trabajando con el cultivo de la yuca en Puerto Rico, obtuvo respuesta a la aplicación de 2000 kg/ha de cal en suelos con un pH de 4,5.

Howeler (1981) de acuerdo a investigaciones conducidas en Colombia opinó que aún cuando el cultivo de la yuca posee una alto nivel de tolerancia a la acidez del suelo, en suelos muy ácidos, responde a pequeñas aplicaciones de cal y puede expresar síntomas de deficiencia de elementos menores y posiblemente potasio en suelos ácidos en los cuales se han aplicado dosis altas de cal. Por otro lado, Normanha (1951) considera que la fertilización mineral en suelos sumamente ácidos no produce muchas veces los resultados esperados.

Kanapathy y Keat (1970) y Lim et al. (1973) trabajando en un suelo de turba en Malasia observaron que la yuca sobrevivía sin encalamiento en suelos con pH de 3,2; no obstante, recomendaron la aplicación de cal bajo estas condiciones para la obtención de mejores rendimientos, más por el incremento del pH que por el suministro de calcio.

En Venezuela existen importantes investigaciones relacionadas con el uso de cal agrícola y la respuesta a la misma por algunos cultivos, (Chacón, 1968; González et al., 1981; Parraqueima y Sánchez, 1972; Roberti, 1986; Rojas, 1983; Rojas y Sánchez, 1990) aunque en el caso particular del cultivo de la yuca los trabajos existentes son escasos. Velásquez y Tenias (1981) recomendaron la aplicación de 1000 kg/ha de cal durante los dos primeros ciclos del cultivo y una corrección del pH mediante análisis de suelo, en algunos suelos de Anzoátegui y Monagas cultivados con yuca. Esta recomendación se ha generalizado a la mayoría de los productores del país que plantan yuca en suelos ácidos, utilizando los valores de acidez como único criterio, lo cual según Rojas y Comerma (1985) no es lo más indicado debido a la gran variabilidad de las relaciones existentes entre las propiedades de estos suelos.

Uno de los problemas que confrontan las regiones tropicales del mundo es que gran parte de los suelos son improductivos a causa del alto grado de acidez, lo cual en muchos casos va acompañado de bajo contenido de calcio y magnesio, alta capacidad de fijación de fósforo, asociado al predominio de óxido de hierro, aluminio y alto

contenido de manganeso. Una alta proporción de estos suelos podrían convertirse en productivos a través del uso del encalado, no obstante para mucho de los productores ubicados en esas áreas es económicamente prohibitivo el uso de esa enmienda. En esta situación es de gran importancia la selección de cultivos que toleren la acidez del suelo y algunos de los factores que la acompañan (Howeler, 1981).

El objetivo principal de esta investigación fue determinar la respuesta de 27 cultivares de yuca a la corrección de la acidez del suelo con cal agrícola.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se condujo durante 1989 en Manzanita, municipio Simón Planas, estado Lara (9° 58' N, 69° 01' W, 300 msnm) en un suelo franco arenoso con pH ácido, bajo en potasio, calcio, magnesio y fósforo, con un contenido medio de aluminio. Los tratamientos utilizados fueron: 0 (Testigo) y 1000 kg/ha de CaCO₃ a partir de una caliza cuyas características se mencionan en el Cuadro 1. Bajo estas condiciones se evaluaron los siguientes cultivares de yuca: 1. M-Ven-24; 2. M-Ven-Rivero; 3. M-Ven-22; 4. M-Ven-2106; 5. M-Ven-2107; 6. M-Ven-2197; 7. M-Ven-2191; 8. M-Ven-80; 9. M-Ven-2124; 10. M-Ven-2158; 11. M-Ven-Tempranita; 12. M-Ven-48; 13. M-Ven-Llanerona; 14. M-Ven-2192; 15. M-Ven-Proletaria; 16. M-Ven-Pata e paloma; 17. M-Ven-16; 18. M-Ven-Llanerita; 19. M-Ven-28; 20. M-Ven-26; 21. M-Ven-92; 22. M-Ven-96; 23. M-Ven-20; 24. M-Ven-110; 25. M-Ven-30; 26. M-Ven-2200 y 27. M-Ven-180. El diseño utilizado fue parcelas divididas con tres repeticiones, donde las parcelas principales correspondieron a las dosis de cal y las subparcelas a los cultivares. Con cada cultivar se plantaron cuatro hileras de 12 m de largo, separadas 1 m entre sí y 0,80 m entre plantas. La siembra se efectuó con estacas de 20 cm de longitud, cortadas del tercio medio del tallo a partir de plantas con la misma edad y fueron plantadas en posición inclinada, en plano (sin surcar). La desinfección de las estacas se efectuó con una mezcla de 250 cc de Malathion + 200 g de Benlate en 200 litros de agua. La cal fue aplicada e incorporada al suelo un mes antes de la siembra. Posteriormente se aplicaron 600 kg/ha de 15-15-15. El control de malezas se realizó con Prowl -330E (Pendimethalin) a razón de 4 l/ha, post-siembra y

post-emergencia temprana a la maleza, el control del cachudo de la yuca (*Erinnis ello*) se efectuó con aplicaciones de Lorsban a razón de 1 l/ha. La cosecha se efectuó a los 12 meses después de plantada la yuca, determinándose para este período el valor de pH y el contenido de aluminio. Como índice de tolerancia a la acidez (I.T) se utilizó el rendimiento de la dosis cero de cal, elevada al cuadrado, dividida por el rendimiento de la dosis 1000 kg/ha (CIAT, 1977).

$$I.T. = \frac{(\text{Rendimiento con 0 kg / ha de cal})^2}{\text{Rendimiento con 1000 kg / ha de CaCO}_3}$$

RESULTADOS Y DISCUSION

Aún cuando no se encontraron diferencias significativas en el rendimiento de raíces en función del encalado, el Cuadro 2 muestra un comportamiento diferencial de los cultivares. Algunos respondieron visiblemente a la aplicación de 1000 kg/ha de CaCO₃ (cultivares: 1, 2, 3, 6, 8, 15, 18, 19, 22, 23 y 24), otros mostraron poca respuesta a la aplicación de esa cantidad de enmienda (cultivares: 4, 13, 20 y 25) y algunos fueron adversamente afectados por la misma (cultivares: 5, 7, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 17, 21, 26 y 27). Estos resultados corroboran las observaciones llevadas a cabo por el CIAT (1972) y evidencian que diferentes cultivares de yuca exhiben un comportamiento distinto ante la aplicación de diferentes niveles de enmienda caliza.

Se encontraron diferencias significativas en cuanto a rendimiento para el factor variedad. El cultivar con mayor rendimiento promedio fue M-Ven-20, y aun cuando muchos cultivares presentaron rendimientos similares mostraron marcadas diferencias en cuanto al índice de tolerancia, lo que sugiere que este índice debe ser considerado al momento de hacer la escogencia de algunos de estos materiales.

Los resultados obtenidos fueron relacionados con los parámetros del suelo (Cuadro 3) y con los niveles críticos de éstos, dados para el cultivo de la yuca por Howeler (1981).

El pH del suelo se incrementó en 0,4 pasando de 4,2 al inicio del experimento a 4,6 al final del mismo en un término de 12 meses, aproximadamente. Este incremento debe estar asociado al efecto del encalado. El valor de pH de 4,2 encontrado al inicio del experimento (Cuadro 3) está cercano al valor crítico de Howeler (1981)

para la yuca. Sin embargo a pH 4,0 y 77% de saturación de aluminio, este cultivo produjo el 90%

del rendimiento obtenido en parcelas tratadas con 6000 Kg/ha de CaCO₃ (CIAT, 1975).

Cuadro 1. Características físicas y químicas de la enmienda caliza utilizada*

Composición química (%)			Distribución de partículas (%)	
CaCO ₃	Ca	Mg	Pasante tamiz 60	Pasante tamiz 100
88,63	36,22	1,5	68,4	51,4

* Alcarde (1984)

Cuadro 2. Efecto del encalado en el rendimiento de raíces de 27 cultivares de yuca

Cultivares	Rendimiento de raíces (kg/planta)			I.T.
	Sin cal	Con cal	Promedio	
M-Ven- 96	1,08	2,41	1,75 a	0,48
" " 48**	2,28	1,68	1,94 ab	3,09
" " 80	1,49	2,68	2,09 abc	0,83
" " 2197	2,22	2,58	2,09 abc	1,91
" " 2192**	2,38	1,80	2,40 abc	3,15
" " 22	2,26	2,79	2,53 abc	1,83
" " 2107**	3,14	2,63	2,89 abc	3,75
" " 16**	2,97	2,92	2,95 abc	3,02
" " 92**	3,45	2,56	3,01 abc	4,65
" " 180**	3,22	3,08	3,15 abc	3,37
" " Rivero	2,72	3,62	3,17 abc	2,04
" " 2158**	3,28	3,07	3,18 abc	3,50
" " 26	3,11	3,32	3,22 abc	2,91
" " 110	2,91	3,55	3,23 abc	2,39
" " 24	2,64	3,83	3,24 abc	1,82
" " Pata e paloma **	3,87	2,61	3,24 abc	5,74
" " Tempranita**	3,73	2,81	3,27 abc	4,95
" " 2124**	3,85	2,70	3,28 abc	5,49
" " 30	3,28	3,38	3,33 abc	3,18
" " 2106	3,32	3,35	3,34 abc	3,29
" " 28	3,10	3,88	3,49 abc	2,48
" " Llanerita	3,55	3,92	3,74 abc	3,21
" " 2191**	3,90	3,58	3,74 abc	4,25
" " Proletaria	3,33	4,29	3,81 abc	2,58
" " 2200**	4,14	3,28	3,83 abc	5,22
" " Llanerona	3,85	3,99	3,92 bc	3,71
" " 20	3,69	4,71	4,20 c	2,89

Los promedios de tratamientos seguidos de distinta letra, difieren significativamente. Prueba de Newman-Keuls (P=0,05)

** Cultivares bajo enmienda con rendimiento inferior al testigo.

I.T: Índice de tolerancia.

El contenido de aluminio de 0,27 c.mol/kg al inicio del ensayo disminuyó a 0,07 c.mol/kg al final del mismo, lo cual es perfectamente tolerable por el cultivo (CIAT, 1975), razón por la cual no deberían afectarse los rendimientos obtenidos bajo las condiciones del presente estudio; sin embargo, un valor de 0,27 c.mol/kg de Al pudiera ser considerado como alto para un suelo con estas características (Cuadro 3).

El contenido de Mg del suelo (Cuadro 3) a la profundidad de 0-20 cm fue de 0,18 c.mol/kg, lo cual según Dedren (1983) resultaría en un valor crítico. La aparición, al inicio del cultivo, del síntoma característico de esta deficiencia (Lozano et al., 1976), sugiere que dicho valor está dentro del nivel crítico para la yuca. La sintomatología fue desapareciendo después del segundo mes de plantada la yuca, lo cual podría explicarse en base a lo señalado por Nihholt (citado por Howeler, 1977), acerca de que el Mg es uno de los elementos cuyo contenido en las hojas de yuca va aumentando durante el ciclo de la planta. La desaparición del síntoma pudo estar asociado al contenido de Mg de la enmienda caliza aplicada o en su defecto a un mayor crecimiento de las raíces con la edad, que le

permitió alcanzar estratos más profundos del suelo donde este elemento por su carácter soluble y lixiviable pudo encontrarse en mayor cantidad (Amaral et al., 1969; PPI, 1988). De hecho el contenido de Mg en el estrato de 20 a 40 cm fue mayor. El incremento de este elemento de 0,18 c.mol/kg al inicio a 0,27 c.mol/kg al final en el tratamiento con cal luce un poco alto no es fácilmente explicable bajo las condiciones en que se condujo el experimento.

El contenido de Ca de 0,27 c.mol/kg, presente en el suelo (Cuadro 3) es considerado como crítico por Adams (1981), no obstante para el caso particular de la yuca, el mismo está por encima del valor crítico señalado por Howeler (1981). El gran incremento de este elemento de 0,37 a 5,90 cmol/kg no se puede explicar con la información disponible. En relación a la textura del suelo bajo estudio y a los cultivos probados, los valores de 9 ppm y 2,9 cmol/kg de fósforo y de potasio, respectivamente, considerados bajos para otros cultivos, resultaron por encima de los valores críticos determinados para la yuca por Howeler (1981).

Cuadro 3. Propiedades físicas y químicas del suelo.

Item	Inicio	Final		Valores críticos Howeler (1981)
		Con cal	Sin cal	
Arena %	75,0	-	-	
Limo %	17,0	-	-	
Arcilla %	8,0	-	-	
pH agua (1:1)	4,2	4,60	4,30	4,60
P (ppm)	9,0	12,0	10,00	8,00
Ca (cmol/kg)	0,37	5,90	0,37	0,19
K (cmol/kg)	2,90	4,13	4,73	0,22
Mg (cmol/kg) Prof. 0-20 cm	0,18	0,27	0,19	
Mg (cmol/kg) Prof 20-40 cm	1,93	-	-	
Al (meq/100 g)	0,27	0,26	0,26	0,83
Materia Orgánica (%)	1,0	-	-	

La enmienda caliza utilizada en el presente trabajo (Cuadro 1) está por encima del porcentaje mínimo establecido por el Ministerio de Fomento (1976) para estos productos que señala un 80% de CaCO_3 equivalente. En relación a la granulometría de la enmienda se consideraron partículas finas aquellas que pasan el tamiz de 0,250 mm y gruesas las acumuladas hasta el tamiz de 0,250 mm. Esta relación de partícula finas y gruesas resulta satisfactoria ubicándose dicha enmienda en el rango de granulometría favorable

CONCLUSIONES

- Aunque la interacción cal por cultivares no resultó estadísticamente significativa, se observó que los diferentes cultivares rindieron en forma diferencial en función de la aplicación de CaCO_3 .
- La aplicación de 1000 kg/ha de CaCO_3 produjo un incremento en el valor de pH de 0,4 unidades.
- El aluminio se redujo de 0,27 a 0,07 cmol/kg con la aplicación de 1000 kg/ha de CaCO_3 .

- El comportamiento de los diferentes cultivares reflejó que las recomendaciones para el encalado deberían basarse en un amplio conocimiento de las interrelaciones de las propiedades físicas y químicas de estos suelos.

- Se detectó la necesidad de utilizar cultivares de yuca susceptibles y tolerantes a la acidez del suelo, y la realización de un mayor número de evaluaciones de suelo para ensayos posteriores.

LITERATURA CITADA

1. Adams, F. 1981. Nutritional imbalance and constraints to plant growth on acid soils. *Journal of plant nutrition*. 4(92): 81-87.
2. Alcalá de Marcano, D. y J. J. Marcano. 1982. Prueba de resistencia varietal al añublo bacterial de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) *Agronomía Tropical* 32 (1-6): 111-123.
3. Alcarde, J. C. 1984. Correctivos de acidez dos solos. Características de qualidades. Seminario sobre correctivos agrícolas. Universidad de Sao Paulo. Brasil. pp. 21.
4. Amaral, A. Z., F.C. Verdade, N. Schmidt, A.C.P. Wutke y K. Igue 1969. Parcelamiento e intervalo de aplicac'ao de calcareo. *Bragantia* 24:83-96.
5. Carvalho, C. A. 1970. Cultura de mandioca. Secretaria de Agricultura de Sao Paulo. Serie intrucoes técnicas. Sao Paulo, Brasil. No. 20. (S/P).
6. Castro, A. 1980. Nueva tecnología para la producción de yuca. Manual de producción de yuca. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. pp C1-C9.
7. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1972. Informe Anual. Cali, Colombia. pp. 74-75.
8. _____. 1975. Informe Anual. Cali, Colombia. pp. 54-109.
9. _____. 1976. Informe Anual. Cali, Colombia pp. B29-B56.
10. _____. 1977. Informe Anual. Cali, Colombia. p. C61.
11. _____. 1990. Informe Anual. Cali, Colombia. pp. 44-77.
12. Centro Tuber Crops Research Institute (CTCRI). 1970. Anual report. Trivandrun, India. 78 p.
13. Chacón, O. 1968. Efectos de la cal agrícola y el molibdeno sobre el rendimiento de la soya (*Glycine max* L.) y del maní (*Arachis hipogaea* L.). *Oriente Agropecuaria*. 1 (s/p).
14. Conceicao, A. J. F. D. Tavares y E. D. Quimaraes. 1973. Calagen en solo para mandioca. Universidade Federal de Bahia. Escola de Agronomia. Cruz das Almas, Brasil. Serie Pesquisa 1 (1): 53-60.
15. Dedren, A.R. 1983. Deficiencia de calcio e magnesio nos solos a nas plantas. Acidez e calagen no Brasil. Sec. Brasileira de Ciencia de Solo. XI Reuniao Brasileira de Fertilidades do Solo. pp. 89-98.
16. Forno, D. A. 1977. The mineral nutrition of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) with particular reference to nitrogen. Ph. D. Thesis. Brisbane University of Queensland. Department of Agriculture. 175 p.
17. Geodert, W. J. 1976. Pesquisa con fertilidades do solo. Curso intensivo nacional de mandioca. Empresa Brasileira de Pesquise Agropecuaria. Centro Nacional de Pesquise de Mandioca e Fruticultura. Bahia. pp. 218-222.
18. Gonzáles, R., L. Ayala, J. de Brito y A. Chirinos, 1981. Recomendaciones generales para la fertilización de cultivos en Venezuela. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Maracay, Venezuela. pp. 53-54.
19. Howeler, R. H. 1977. Nutrición mineral y fertilización de la yuca. Investigación, producción y utilización. Documento de trabajo No. 50. Programa de yuca. Referencia de los Cursos de Capacitación sobre Yuca dictados por

- el Centro Internacional de Agricultura Tropical. PNUD. CIAT. pp. 317-357.
20. _____ . 1981. Nutrición mineral y fertilización de la yuca. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 55 p.
 21. Kanapathy , K. y G. A. Keat. 1970. Growing maize, sorghum and tapioca on peat soil. Crop diversification in Malaysia. Incorporate Society of Planters. Kuala, Malaysia. pp. 25-75.
 22. Lim, C. K., Y. K. Chin y E.W. Bolle-Jones. 1973. Crop indicators of nutrient status of peat soil, Malaysian Agricultural Journal 49: 198-207.
 23. Lozano, J. C., A. A. Belloti, R. Van Schoonhoven, R.H. Howeler, J. L. Doll, D. Howell y T. Bates, 1976. Problemas en cultivos de la yuca . Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. Serie G.S-16. p 127.
 24. Ministerio de Fomento. 1976. Fertilizantes, enmiendas y acondicionadores de suelo. Definiciones. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Norma 113-76. COVENIN, Caracas, Venezuela.
 25. Normanha, E. S. 1951 Adubac'ao da mandioca no Estado de Sao Paulo. I. Efeito de adubac'ao mineral. Bragantia. 111 (7-9): 181-194.
 26. _____ . 1961. Adubac'ao da mandioca. FIR 3 (8): 18-19.
 27. Parraqueima, O. L. y C. P. Sánchez, 1972. Relación entre los requerimientos de cal de algunos suelos del Nor-Oriente Venezolano, determinado por varios métodos químicos y la respuesta del sorgo (*Sorghum vulgare* Pers.) a la aplicación de cal. Trabajo de Grado. Universidad de Oriente, Jusepin. 20 p.
 28. Rodríguez, J. M. 1975. Fertilización en Yuca. Curso sobre Producción de Yuca. Instituto Colombiano Agropecuario. Regional 4. Medellín, Colombia. pp. 119-123.
 29. Roberti, R. P. de. 1986. Efecto del encalado en la neutralización del aluminio intercambiable y sobre el crecimiento del tomate (*Lycopersicon esculentum*). Agronomía Tropical 36 (1-3): 89-110.
 30. Rojas, I. L. de. 1983. Requerimientos de cal en suelos de Venezuela. II. Evaluación de métodos químicos a través de la respuesta del cultivo del algodón. Agronomía Tropical 33 (1-6): 83-102.
 31. _____ . 1986. Respuesta del cultivo del sorgo, (*Sorghum vulgare* Pers.) a la aplicación de cal antes y al momento de la siembra. Agronomía Tropical 36 (1-6): 67-79.
 32. _____ y J. A. Comerma. 1985. Caracterización de los suelos ácidos de Venezuela basada en algunas propiedades físico-químicas. Agronomía Tropical 35 (1-3): 83-110.
 33. _____ y A. Sánchez. 1990. Criterios para recomendaciones de cal en suelos ácidos de Venezuela. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Maracay, Venezuela. Serie B N°. 8. 35 p.
 34. Samuels, G. 1969. The influence of fertilizer levels and sources on cassava production on clay in Puerto Rico. Annual Meeting. C.F.C.S., 7 th., Martinique, Guadalupe proceeding. pp. 33-36.
 35. Silva, J. R. y E.S. Freire. 1968. Efecto de dosis crecientes de nitrogenio, fosforo e potasio sobre a produc'ao de mandioca en solos de baixa e alta fertilidade. Bragantia 27 (29): 357-364.
 36. Potash and Phosphate Institute (PPI). 1988. Manual de Fertilidad de Suelos. Atlanta, Georgia. 85 p.
 37. Velásquez, E. y J. Tenias. 1981. Un resumen sobre el abonamiento de la yuca en suelos de la formación Mesa, en las planicies aluviales y en el Valle Río Guarapiche, de los estados Anzoátegui y Monagas. Estación Experimental de Maturín. Centro de Investigaciones Agropecuarias de la Región Nor-Oriental (CIARNO). Maturín.