

EFFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE CAL Y FOSFORO  
EN LA PRODUCCION DE MAIZ\*

Gerardo Ramírez, Pedro Guzmán\*\*

INTRODUCCION

Las características físicas y químicas de los suelos tropicales definen por sí solas una serie de problemas de difícil solución.

La solución a estos problemas, hace necesario el conocer a fondo la naturaleza de las variables que entran en juego.

Entre las características de los suelos tropicales ya mencionadas por (1), (3), (9), cabe resaltar: la baja capacidad de intercambio cationico, el desbalance de cationes cambiables, la presencia preponderante de arcillas tipo 1:1 (en ciertos suelos), la acidez cambiante (entre 3 y 30 meq/100 gr de suelo), la deficiencia de fósforo generalizada, y la existencia de materiales alofánicos en un buen número de suelos.

La problemática necesitó en forma urgente de una línea a seguir, y el encalado es parte de esa línea de acción.

El concepto de que el encalado es un arma de doble filo, donde se pueden encontrar ventajas y desventajas sigue teniendo vigencia.

Las ventajas principales ya mencionadas por numerosos autores (2), (4) (9) y (11) son:

1. Aumento de la disponibilidad de fósforo, azufre, nitrógeno, molibdeno y otros elementos.
2. Reducción de la toxicidad de aluminio, hierro y manganeso solubles.
3. Suple calcio y magnesio, dependiendo de la fuente de encalado.
4. Mejora la actividad microbiana en el suelo.
5. Ayuda a mejorar la estructura de los suelos arcillosos.

\* Trabajo presentado en la XXII Reunión Anual del PCCMCA, San José, Costa Rica, julio de 1976.

\*\* Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Entre las desventajas señaladas por varios autores (9), (8), (6) se pueden presentar las siguientes:

1. Provoca deficiencias de microelementos en especial Mn.
2. Induce a desbalances en las relaciones de cationes.
3. Estimula la descomposición en forma rápida de la poca Materia Orgánica presente en los Ultisoles y Oxisoles.
4. Puede tener una acción negativa sobre la estructura de los Ultisoles y Oxisoles.

Es de esperar que cada técnico agrícola se de cuenta de que el éxito del encalado está en función del sistema planta-suelo y del manejo que se le da a ambos.

Encalar sin fertilizar es una acción que con frecuencia no da buenos resultados.

Al aumentar el potencial de fertilidad del suelo; basado en: un aumento de la CIC, mayor solubilidad de ciertos elementos y disminución de otros; la acción fertilizante debe pasar a ser intensiva, manteniendo un adecuado equilibrio de cationes, especialmente Ca, Mg y K.

De lo anterior se desprende que para una producción óptima en suelos tropicales con alto contenido de aluminio, el manejo es mucho más complejo, por requerir la aplicación cuidadosa de un buen número de nutrimentos, además de otros factores de producción. (9).

Es necesario seguir con las investigaciones para determinar las dosis de neutralización de distintos subordenes y subgrupos de suelos.

Serpa (12) determinó para 3 suelos tropicales diferentes constantes de neutralización.

Imperante es el proseguir con la investigación del encalado para afinar más nuestros conceptos y dar con mayor criterio y confianza recomendaciones que den al agricultor los frutos deseados, basados en una investigación eficiente.

#### MATERIALES Y METODOS

Esta experiencia se realizó en Paraiso de Cartago, Finca de la Cooperativa de agricultores, en los primeros meses de 1975.

Knox y Maldonado (9) indican que estos suelos pertenecen a la Serie Paraiso son bien drenados, profundos, rojizos y arcillosos. Se han desarrollado en material meteorizado de lava andesítica y se clasifican probablemente como Humitropepts o Tropohumults.

Las características del suelo antes del encalado fueron estas: pH: 5.1, P: 5 ppm, K: .58 meq/100 grs de Suelo, Ca: 2.2 meq/100 grs de suelo, Al: 0.50 meq/100 grs de suelo, Fe: 92 ppm, Cu: 13 ppm, Zn: 3 ppm, Mn: 60 ppm.

El diseño estadístico usado fue un Superficie de respuesta, el cual utiliza una combinación de tratamientos, tal que con un mínimo de ellos, se obtiene la información del factorial correspondiente.

Se utilizaron cinco niveles de fósforo a saber: 0 - 30 - 60 - 90 - 120- Kgrs/ha, y cinco niveles de calcio, los cuales están en progresión geométrica y son: 0- 0.75 - 1.50 - 3.00 - 6.00 - TM/ha.

Las características de la unidad experimental se pueden resumir así: parcela de 5 m de largo por 3.60 m de ancho, con un área de 18 m<sup>2</sup>, donde se delimitan 4 surcos de 0.90m por 5 m de largo, el número de plantas por surco es de 25, teniendo la parcela 100 plantas.

Como fuente de fósforo se uso Triple Superfosfato y para calcio CaCO<sub>3</sub>, además se hizo una fertilización básica a todos los tratamientos con nitrógeno y potasio.

La aplicación de carbonato de calcio se realizó un mes antes de la siembra al fondo de los surcos. La semilla utilizada fue una variedad local de alto rendimiento. Análisis foliar: A cada una de las parcelas se hizo análisis foliar con el fin de determinar los efectos de los elementos, estos datos serán adjuntados a esta publicación posteriormente.

#### RESULTADOS Y DISCUSION

Los rendimientos en general fueron bastante altos esto se puede observar en el cuadro N° 1, donde se corrobora la no existencia de producciones menores de 3 TM/ha (de grano).

Los resultados tan homogéneos en ciertos tratamientos hacen que no se puedan sacar diferencias más marcadas.

Cuadro 1 Producción de grano en Tm/Ha de cada uno de los tratamientos de las cuatro repeticiones

Trat.	Dosis de:		Tm de grano/Ha			
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaCO <sub>3</sub>	Repeticiones			
			I	II	III	IV
1	30.0	0.75	4.94	3.73	5.20	5.40
2	30.0	3.00	5.28	6.89	5.40	7.41
3	90.0	0.75	5.34	5.05	6.32	6.95
4	90.0	3.00	4.38	5.86	6.49	6.00
5	0.0	1.50	5.51	3.04	4.31	3.27
6	120.0	1.50	5.69	5.51	6.43	6.29
7	60.0	0.00	4.77	5.03	6.03	6.20
8	60.0	6.00	4.82	5.69	5.31	4.19
9	60.0	1.50	6.15	5.46	6.15	5.11

Con base en los datos obtenidos en el campo, la computadora nos da un cuadro de resultados de producciones de todos los tratamientos.

Examinando el cuadro 2, notamos que para el tratamiento exento de fósforo, conforme aumentan los niveles de carbonato de calcio, las producciones tienen un carácter ascendente, esto se debe interpretar en una forma lógica que no conduzca a errores, pues no es posible que el simple encalado nos de resultados tan halagadores, ya que cantidades excesivas de cal conducen a una serie de fenómenos.

Las altas producciones ploteadas para la dosis de 90 Kgr/Ha de fósforo, con dosis variables de carbonato de calcio, también amerita una interpretación lógica, ya que una dosis alta de fósforo sin carbonato de calcio, o bien una dosis muy baja de esta enmienda no da buenos resultados.

Cuadro 2 Producción de grano en Tm/Ha predicha por computadora para la combinación de todos los tratamientos aplicados de fósforo y calcio

Dosis de: CaCO <sub>3</sub> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.00	0.75	1.50	3.00	6.00
0.00	2.3527	3.3199	4.1761	5.5554	6.9816
30.00	4.0602	4.7211	5.2710	6.0377	6.2387
60.00	5.3176	5.6723	5.9159	6.0800	5.0458
90.00	6.1250	6.1734	6.1107	5.6523	3.4029
120.00	6.4825	6.2246	5.8556	4.7846	1.3100

En el cuadro 3 se dan los datos donde se confirma el efecto cuadrático al 1% en la producción de grano de dosis crecientes de fósforo, con un nivel óptimo de carbonato de calcio (2.25 Tm/Ha). La representación gráfica de este cuadro es la figura 1.

Cuadro 3 Producción de grano al 12% de niveles de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> con el nivel óptimo de CaCO<sub>3</sub> (2.25 Tm/Ha)

Dosis de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> en Kg/Ha	Producción de grano en Tm/Ha Efecto cuadrático al 1%
0	4.92
30	5.71
60	6.05
90	5.94
120	5.37

Obsérvese que las producciones de 60 y 90 Kgr/Ha de fósforo para el nivel óptimo de carbonato de calcio varía en muy pocos gramos.

En trabajos publicados anteriormente (15) se encontró que el efecto benéfico del carbonato de calcio aumentaba a medida que subían las dosis de fósforo, es decir que las máximas producciones se daban con aplicaciones elevadas de fósforo y calcio.

El que haya habido respuesta a una dosis de 67.52 Kg/Ha que en estos suelos se puede considerar media, puede ser explicado por la existencia de fosfatos ocluidos y adsorbidos que pudieron ser liberados con las aplicaciones de carbonato de calcio.

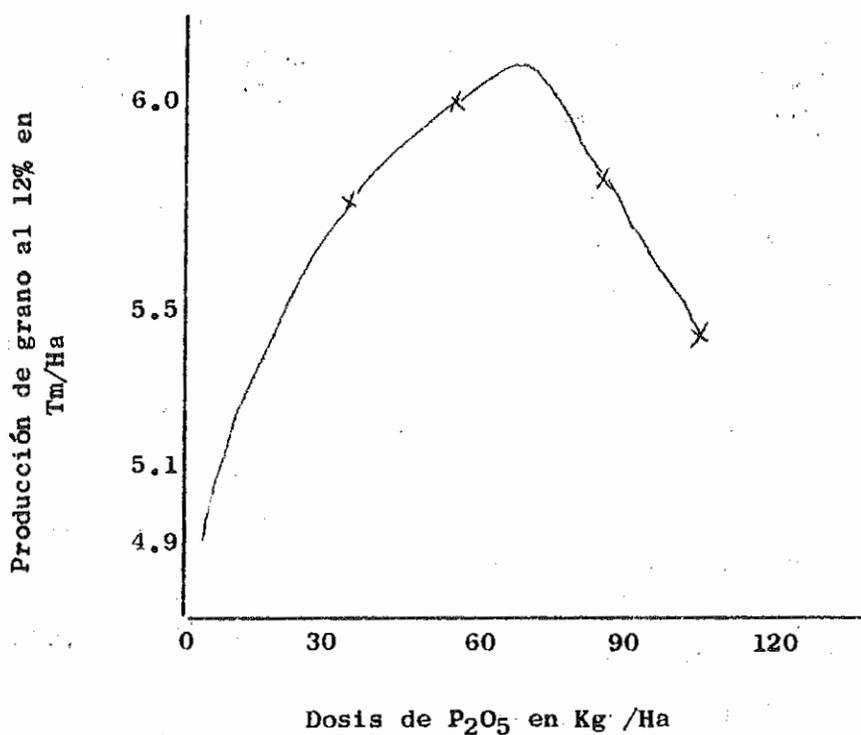


Figura 1. Producción de grano de niveles de  $P_2O_5$  con el nivel óptimo de  $CaCO_3$  (2,25 Tm/Ha)

Cuadro 4. Producción de grano al 12% de niveles de  $CaCO_3$  con el nivel óptimo de  $P_2O_5$  (67,52 Kg/Ha)

Dosis de $Ca CO_3$ en Tm/Ha.	Producción de grano en Tm/Ha. Efecto cuadrático al 1%
0	5.56
0.75	5.84
1.50	6.01
3.00	6.01
6.00	4.68

En el Cuadro 4 se observa que hubo un efecto cuadrático al 1% en la producción de grano con dosis crecientes de carbonato de calcio a un nivel óptimo de fósforo (67.52 Kg/Ha) la figura 2 es la representación gráfica de ese cuadro.

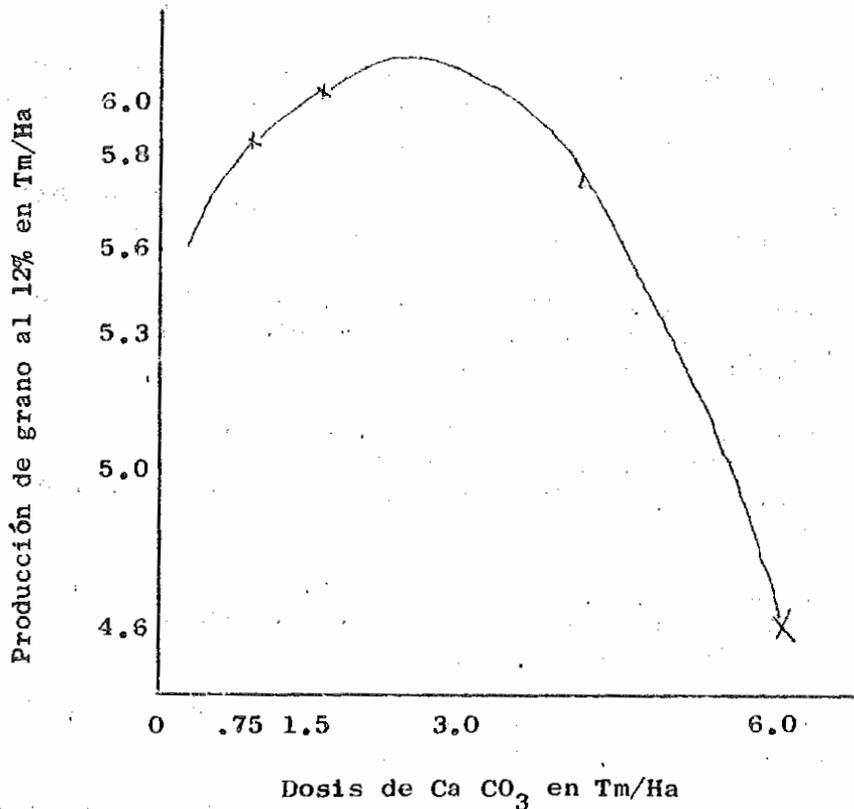


Figura 2. Producción de grano de niveles de Ca CO<sub>3</sub> con el nivel óptimo de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ( 67,52 Kg/Ha )

Obsérvese que las dosis de 1.50 y 3.00 Tm/Ha de carbonato de calcio obtuvieron producciones idénticas, lo que hace cuestionar el nivel 2.25 Tm/Ha para obtener una producción máxima.

Si observamos el análisis de suelo antes del encalado, vemos que éste mostraba 0.50 meq de Al/100 Gr de suelo, por ello los resultados obtenidos están en desacuerdo con el concepto clásico de que la dosis de encalado debe ser el suelo.

## BIBLIOGRAFIA

1. BORNEMISZA, E. Conceptos modernos de la acidez del suelo Turrialba 15 (1): 20-24, 1968.
2. BUCKMAN, H. O. y Brady, N. C. Naturaleza y propiedades de los suelos Barcelona, España. 590 p, 1970.
3. FASSBENDER, H. W. Efecto del encalado en la mejor utilización de fertilizantes fosfatados en un andosol de Costa Rica. Fitotecnia Latinoamericana 6 (1): 115-126, 1969.
4. \_\_\_\_\_. Química de suelos. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Turrialba, Costa Rica 398 p., 1975.
5. GOMEZ, A. G. Viegas, G. P. & Freire, E. S. Adubacao do milho no vale do Paraiba. Experiencia com N, P, K, em solos da serie Tumirim Bragantia 22(14): 149-157, 1963.
6. KAPRATH, E. J. Acidez del suelo y encalado. En un Resumen de las Investigaciones Edafológicas en la América Latina Tropical. Editado por Pedro A. Sánchez. North Carolina Agricultural Experiment Station 215p, 1973.
7. KNOX, E. G. y Maldonado, F. A. Suelos de cenizas volcánicas. Excursión al Volcán Irazú. En: Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Turrialba, 1969.
8. LAROCHE, F. A. A calagem em solos tropicais de clima úmido. Fitocnia Latinoamericana 3 (1-2): 83-97, 1966.
9. MARTINI, J. A. Algunos notas sobre el problema del encalado en los suelos del Trópico. Turrialba (Costa Rica) 18:249-256, 1968.
10. MORELLI, M. Igue, K. y Fuentes, R. Efecto del encalado en el complejo de cambio y movimiento de Ca y Mg Turrialba 21 (3) 317-322, 1971.
11. RAMIREZ, G. y Nicholaides, J. Uso de la cal en los suelos tropicales. Programa de Fertilidad de Suelos del Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección de Investigaciones Agrícolas. Costa Rica. mimeografiado 6p.
12. SERPA, V. R. Estudio de la necesidad de cal en tres suelos ácidos de Costa Rica. Tesis de Ing. Agr. Universidad de Costa Rica. 68p, 1974.

13. VILLACHICA, L. H. Respuesta del Sorgo al encalado y Fertilización 11  
Concentración de Calcio, Magnesio y Microelementos. Fitotecnia  
Latinoamericana 9 (1): 74-81, 1973.
14. \_\_\_\_\_ y Cabrejos, H. O. Efecto de la cal, nitrógeno y manganeso  
en el rendimiento y la concentración de nutrimentos en el maíz.  
Turrialba 24 (3): 319-326, 1974.