

Respuesta del pH a la incubación de enmiendas en suelos del Urabá

Diego Alejandro Londoño-Puerta^{1*}; Diego Felipe Feria-Gómez¹; Sindy Paola Cardona-Flórez¹; Sebastián Zapata-Henao¹

¹Centro de investigaciones del banano CENIBANANO.

***Autor de**

Correspondencia:

Diego Alejandro Londoño-
Puerta
fisiologiaynutricion@augur
a.com.co

Contribución:

Tecnológica

Sección:

Manejo de suelos y
nutrición

Recibido:

15 Diciembre, 2023

Aceptado:

15 Enero, 2024

Publicado:

16 Abril, 2024

Cita:

Londoño-Puerta DA, Feria-
Gómez DF, Cardona-Flórez
SP y Zapata-Henao S. 2024.

Respuesta del pH a la
incubación de enmiendas en
suelos del Urabá. *Acorbat
Revista de Tecnología y
Ciencia* 1(1): 13
[https://doi.org/10.62498/AR
TC.2413](https://doi.org/10.62498/AR
TC.2413)



RESUMEN

La acidificación del suelo es una limitante para la productividad bananera de Urabá, Colombia. Una de las estrategias para el control de la acidez es la aplicación de fuentes encalantes. Son diversos los materiales que pueden utilizarse para el encalado de los suelos, pero todos difieren en su capacidad de neutralización. Con el objetivo de evaluar el comportamiento de siete fuentes encalantes, mediante incubaciones, y su interacción con el pH en dos suelos de Urabá, para el cultivo de banano, se planteó la presente investigación. Con los resultados y las regresiones obtenidas se construyó una tabla la cual muestra la cantidad de cal requerida para obtener una variación de pH determinada.

Palabras Clave: Acidificación, cal, pH, nutrición.

ABSTRACT

Soil acidification is a limiting factor for banana productivity in Urabá, Colombia. One of the strategies for controlling acidity is the application of liming sources. There are several materials that can be used for liming soils, but they all differ in their neutralization capacity. This research was carried out with the objective of evaluating the behavior of seven liming sources, through incubations, and their interaction with pH in two soils of Urabá, for banana cultivation. With the results and the regressions obtained, a table was constructed showing the amount of lime required to obtain a given pH variation.

Keywords: Acidification, lime, pH, nutrition.

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente todos los suelos tropicales han sido asociados a fuerte acidez, alto potencial fitotóxico del Aluminio (Al) y/o Manganeso (Mn) y baja disponibilidad de Fósforo (P). Se ha estimado que del 80 - 85 % de los suelos de Colombia son ácidos. Es necesario aclarar que, si bien los suelos ácidos son abundantes en los trópicos, la

agricultura intensiva de altos rendimientos se establece en suelos que son ligeramente ácidos o neutros (Osorio, 2014). En seguimiento al pH de la zona de Urabá, se ha visto que el 50% de 10.000 hectáreas evaluadas, presentan pH menor a 5.5 (Cenibanano, 2022).

La acidificación de los suelos va a limitar la producción bananera en el tiempo, si no se toman medidas correctivas. El pH y la concentración de aluminio intercambiable en suelos bananeros es variable espacialmente, lo que puede ayudar a explicar en parte la alta variabilidad en el desarrollo y rendimiento dentro de un mismo lote de cultivo. Además, se ha encontrado a través de los años de explotación bananera en suelos de la subregión de Urabá un aumento en los porcentajes de saturación de aluminio. La limitante más importante de la acidificación de los suelos es el incremento de la disponibilidad de aluminio para las plantas (Sánchez Torres & Mira Castillo, 2013).

Una de las estrategias para el control de la acidez es la aplicación de fuentes encalantes. El encalado consiste en aplicación al suelo de sales básicas que neutralizan la acidez. Son diversos los materiales que pueden utilizarse para el encalado de los suelos, pero todos difieren en su capacidad de neutralización. Los materiales más comunes son carbonatos, óxidos, hidróxidos y silicatos de calcio y magnesio (Espinosa & Molina, 1999). La aplicación de estas fuentes tienen varios objetivos: 1. Neutralizar parcial o totalmente las especies iónicas de Al, 2. Aumentar pH del suelo para insolubilizar el Al y/o mejorar la solubilidad de algunos nutrientes, 3. Aportar calcio y en algunos casos magnesio, 4. Mejorar la actividad microbial del suelo al mejorar pH, neutralizar Al, entre otros beneficios los efectos que se obtengan con el encalamiento dependerán en buena medida de la dosis y la fuente aplicada, del valor del Al intercambiable y de la capacidad buffer del suelo para amortiguar el cambio de pH (Osorio, 2014). Desafortunadamente, los criterios para determinar la dosis y tipo de cal no son ampliamente conocidos y, con frecuencia, se falla en estos aspectos. Entre los métodos que existen para la determinación de dosis de aplicación, se encuentra la incubación con cal, la cual consiste en tomar porciones de suelo (20-50 g) que reciben la aplicación creciente de cal (0-16 g.kg⁻¹), se mide el pH y se grafica la relación de pH en función de la cal adicionada y se obtiene una regresión entre las variables, con la cual se puede interpolar o extrapolar el requerimiento de Cal para alcanzar un pH deseado (Osorio, 2012). Con el objetivo de evaluar el comportamiento de diferentes fuentes encalantes, mediante incubaciones, y su interacción con el pH en dos suelos de la subregión de Urabá, para el cultivo de banano (*Musa AAA*), se planteó la presente investigación.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la zona bananera de la región de Urabá, Antioquia, Colombia. Se seleccionaron dos unidades de estudio contrastantes, donde se tomaron las muestras de suelos para las incubaciones, una en la zona norte y otro en la zona sur, con características de suelo con pH lo más cercano posible a 5 y ambos con textura franco arcillosa; estas muestras fueron secadas, molidas y pasadas por tamiz de 2 mm. En las instalaciones de Cenibanano, ubicadas en Carepa, Antioquia, se realizaron las incubaciones con siete (7) fuentes encalantes (Cuadro 1). La metodología utilizada fue adaptada de la propuesta por los autores Osorio, (2012) y Uchida & Hue, (2000), modificada en los tiempos de incubación, haciendo mediciones semanales durante 6 semanas, esta se describe a continuación: En vasos plásticos con 20 gr de suelo, se les adiciona las fuentes encalantes, a razón de 0, 0.5, 1, 2, 4, 8, y 16 gr kg⁻¹ suelo, y se mezclan uniformemente. Se incuban las muestras humedeciéndolas al 50% de su retención máxima de humedad, se dejan a temperatura ambiente, al cabo de una semana se humedecen de nuevo para mantener el contenido de humedad inicial, y así sucesivamente durante 6 semanas. Cada tratamiento contó con 18 repeticiones, cada semana se realizaba medición de pH de 3 de estas repeticiones, mediante uso del potenciómetro con electrodos de vidrio, en una mezcla peso/volumen de 1:1 suelo/agua, así, sucesivamente, durante las 6 semanas.

Cuadro 1. Composición de fuentes encalantes utilizadas en la investigación.

Fuente	CaO	MgO	P2O5	SiO2	S
Cal agrícola (CaCO ₃)	50.4				
Cal Dolomita	31.9	15.7			
Dolomita calcinada	56	28			
Silicato de calcio	39	11		25	
Silicato de magnesio		30		31	
Mezcla CaCO ₃ + silicato de magnesio	40	9		10	
Yeso agrícola	24				14.5

Se grafican los resultados entre la fuente encalante aplicada y la variación del pH, además se hallaron los modelos de regresión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estas graficas 1 se observa la evolución en la reactividad de cada fuente evaluada, además de la línea de tendencia, con la cual se extrae la ecuación de regresión (Cuadro 2). En esta grafica también se puede apreciar la evolución de cada dosis a través de las semanas de evaluación (números del 1 al 6), donde se observa una mayor reactividad en las primeras semanas, la cual después decae.

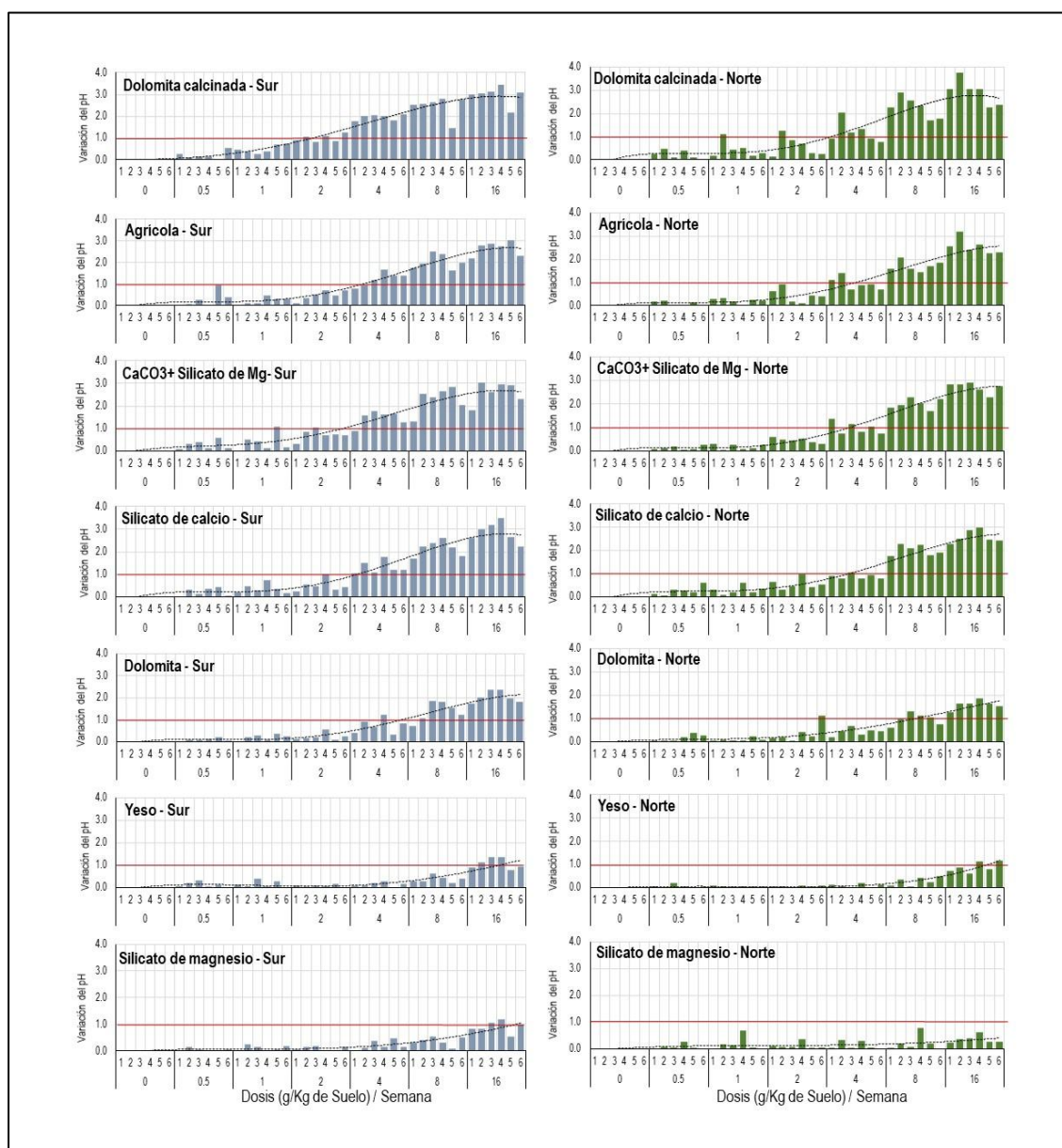


Figura 1. Gráficos de respuesta a la aplicación de cada enmienda, en cada suelo y en cada semana de evaluación.

Cuadro 2. Fórmulas de regresión para cada una de las fuentes evaluadas.

Fuente encalante	Formula de regresión
Dolomita Calcinada	$y = 2.0255x^2 - 1.0884x + 0.6795$
Agrícola (CaCO_3)	$y = 1.8679x^2 + 0.9538x + 0.4879$
Mezcla Carbonato de calcio + silicato de magnesio	$y = 2.1377x^2 - 0.3079x + 0.6450$
Silicato de Calcio	$y = 1.7474x^2 + 0.6767x + 0.4829$
Dolomita	$y = 2.3221x^2 + 4.3004x + 0.1704$
Silicato de Magnesio	$y = 1.7178x^2 + 25.701x - 0.7862$
Yeso	$y = -13.075x^2 + 29.684x - 0.5339$

Con las fórmulas de regresión obtenidas, descritas en la tabla 2, se construyó la tabla 3, la cual muestra la cantidad de cal requerida para obtener una variación de pH determinada, los colores en la tabla, que van de verde a rojo, pasando por el naranja, indican de menor a mayor cantidad de cal requerida para obtener la variación de pH.

Cuadro 3. Dosis, en $\text{gr} \cdot \text{kg}^{-1}$ de suelo, de cada fuente encalante para alcanzar una variación de pH deseada.

Dosis (g cal / Kg suelo)							
	Dolomita Calcinada	Agrícola (CaCO_3)	CaCO_3 + Silicato de Mg	Silicato de Calcio	Dolomita	Silicato de magnesio	Yeso
Variación del pH	0.5	0.64	1.43	1.03	1.26	2.90	12.49
	1.0	1.62	3.31	2.47	2.91	6.79	26.63
	1.5	3.60	6.12	4.99	5.43	11.85	41.63
	2.0	6.60	9.87	8.58	8.83	18.06	
	2.5	10.62	14.55	13.24	13.10	25.43	
	3.0	15.64	20.16	18.96	18.24	33.97	

Se realizó un ejercicio práctico de pasar la dosis a $\text{Ton} \cdot \text{ha}^{-1}$, para un suelo con una densidad aparente de 1.3 Mg/m^3 y una profundidad efectiva de 10 cm, los resultados se muestran en la tabla 4.

Cuadro 4. Dosis, en $\text{Ton} \cdot \text{ha}^{-1}$ de suelo, de cada fuente encalante para alcanzar una variación de pH deseada.

Dosis (T cal / ha suelo) *							
	Dolomita Calcinada	Agrícola (CaCO_3)	CaCO_3 + Silicato de Mg	Silicato de Calcio	Dolomit a	Silicato de magnesio	Yeso
Variación del pH	0.5	0.83	1.86	1.33	1.64	3.77	16.24
	1.0	2.10	4.30	3.22	3.78	8.83	34.62
	1.5	4.69	7.96	6.49	7.06	15.40	54.12
	2.0	8.59	12.83	11.15	11.47	23.48	18.95
	2.5	13.80	18.91	17.21	17.02	33.06	
	3.0	20.34	26.21	24.65	23.71	44.16	

*Calculado a partir de una densidad aparente de 1.3 Mg/m^3 a 0.1 metros de profundidad

La Dolomita calcinada fue la que mayor reactividad tuvo, seguida por la mezcla de CaCO_3 +Silicato de Mg, Silicato de calcio, cal agrícola, dolomita, Yeso y por último el Silicato de magnesio. Castro et al., (2018), en pruebas de incubación, obtuvieron que la dolomita calcinada, hidróxido de Ca y Mg, escorias básicas y cal viva, obtuvieron los mejores resultados en aumento de pH. Los materiales encalantes que pasan por un proceso de calcinación son bastante reactivos y pueden obtener resultados rápidos; sin embargo su manipulación es riesgosa ya que al entrar en contacto con el agua reaccionan exotérmicamente y pueden causar quemaduras en la piel, por esto es necesario que al aplicar, se tenga los elementos de protección personal adecuados (Osorio, 2014). Los óxidos e hidróxidos, aun cuando son más efectivos, son difíciles de manejar y por esta razón los carbonatos (CaCO_3) son los materiales de encalado de mayor uso en agricultura (Espinosa & Molina, 1999).

CONCLUSIONES

La metodología de incubación de enmiendas es una muy buena alternativa para tener una aproximación más exacta de la cantidad de enmienda que se necesita para llegar a un pH determinado.

Todas las enmiendas mostraron que, después de 6 semanas de evaluación, su reactividad bajaba, lo que muestra la necesidad de hacer aplicación de enmienda periódicamente, para así mantener el pH deseado.

Las tablas presentadas dan una mejor aproximación a las dosis que deben ser empleadas a la hora del manejo del pH del suelo en la región de Urabá, además de dar un abanico de opciones para que el productor escoja, según su necesidad, cual fuente encalante se acomoda a su necesidad.

Es recomendado hacer el mejoramiento de pH paulatino, para no incurrir en desbalances nutricionales que puedan afectar de manera negativa el cultivo.

REFERENCIAS

1. Castro, H., Guerrero, J. C., Castro, H., & Guerrero, J. C. (2018). Evaluación de materiales de encalado mediante pruebas de incubación en un oxisol de la altillanura colombiana. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 35(2), 14-26. <https://doi.org/10.22267/rcia.183502.88>
2. Cenibanano. (2022). *Informe anual Cenibanano 2022* (p. 331) [Científico]. https://augura.com.co/wp-content/uploads/2023/04/Informe-anual-CENIBANANO-2022_VF.pdf
3. Espinosa, J., & Molina, E. (1999). *Acidez y Encalado de los Suelos* (Primera). International Plant Nutrition Institute. <http://mca.ipni.net/article/MCA-3027>
4. Osorio, W. (2012). *¿Como determinar los requerimientos de cal del suelo?* Laboratorio de suelos, Facultad de ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. <https://www.bioedafologia.com/sites/default/files/documentos/pdf/Requerimiento-de-cal.pdf>
5. Osorio, W. (2014). *Manejo de nutrientes en suelos del trópico* (Segunda). L. Vieco S.A.S.
6. Sánchez Torres, J. D., & Mira Castillo, J. J. (2013). *Principios para la nutrición del cultivo de banano*. Asociación de Bananeros de Colombia : Centro de Investigaciones del Banano.
7. Uchida, R., & Hue, N. (2000). Soil Acidity and Liming. En *Plant Nutrient Management in Hawaii's Soils, Approaches for Tropical and Subtropical Agriculture*.