Efecto de la corrección del pH en el rendimiento de piña en Lorena Medina Rivera suelos volcánicos

Francisco Mite José Espinosa



Resumen—Esta investigación tuvo como objetivos: determinar la mejor enmienda y la dosis de aplicación para controlar la acidez de suelos volcánicos cultivados con piña, evaluar el efecto de las enmiendas en el crecimiento radicular y el rendimiento de la piña e identificar los cambios químicos del suelo.

Para ello el estudio se desarrolló en dos fases: una fase de laboratorio e invernadero y una fase de campo. La fase de invernadero se realizo en INIAP Pichilingue en Quevedo y la segunda fase se la realizó en la Finca San Francisco en Santo Domingo de los Tsáchilas.

Palabras clave— Andisol, calcita, CIC, ∆ pH, dolomita, magnesita,

suelos ácidos afecta el crecimiento radicular y el rendimiento de los cultivos. Sin embargo, el uso de enmiendas para controlar el

problema es resistido por agricultores y técnicos dedicados al

cultivo de la piña basándose en la premisa de que este cultivo

necesita condiciones ácidas para desarrollarse adecuadamente.

Introducción

La región del litoral de Ecuador tiene condiciones climáticas favorables para el cultivo de piña (Ananas comosus). El cultivo crece en suelos de origen sedimentario y metamórfico y en suelos derivados se ceniza volcánica. Sin embargo, el crecimiento en área del cultivo de los últimos años ha ocurrido principalmente en suelos volcánicos ácidos del centro v norte de la costa de Ecuador. El crecimiento en el área de cultivo se fundamenta en la disponibilidad de nuevos materiales de piña, particularmente del híbrido MD2 de alto rendimiento, excelente sabor y buena aceptación en los mercados internacionales.

Es comúnmente aceptado que la piña se desarrolla mejor en suelos ácidos, pero condiciones ácidas extremas pueden causar problemas aún a cultivos tolerantes como la piña. Las altas concentraciones de Al intercambiable (Al3+) en

Los suelos de la zona de expansión de la piña en Ecuador reciben abundantes precipitaciones (>3000 mm al año) que promueven altas tasas de lixiviación de bases. Esta condición está relacionada principalmente con la baja capacidad de intercambio catiónico (CIC) generada por la acidez en suelos de carga variable. Esta condición, junto con

la alta concentración de Al3+ en la solución del suelo limita el potencial de rendimiento de la piña MD2.

En estas condiciones, el uso de enmiendas puede mejorar las condiciones químicas, físicas y biológicas del suelo al precipitar el Al3+ e incrementar la CIC del suelo. Para probar el efecto de varias enmiendas en el cultivo de la piña se diseñó un experimento cuyos objetivos fueron: 1) determinar la mejor enmienda y la dosis de aplicación para controlar la acidez de suelos volcánicos cultivados con piña, 2) evaluar el efecto de las enmiendas en el crecimiento radicular y el rendimiento de la piña, 3) identificar los cambios guímicos del suelo con la utilización de las diversas enmiendas.

¹ Ing. Lorena Medina, Egresada de la Maestría en Nutrición Vegetal Universidad Tecnológica Equinoccial, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estacion Experimental Tropical Pichilingue, Quevedo - Ecuador. 097863006.

² Ing. Msc. Francisco Mite, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estacion Experimental Tropical Pichilingue, Quevedo - Ecuador. (Asesor)

³ Dr. José Espinosa, International Plant Nutrition Institute (IPNI). Oficina para el Norte de Latino América, Quito - Ecuador. (Asesor)

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en dos fases: una fase de laboratorio e invernadero y una fase de campo. En la primera fase se condujo una prueba de incubación para evaluar el efecto de la incorporación calcita (carbonato de calcio, CaCO3), magnesita (carbonato de magnesio, MgCO3), dolomita (CaCO3. MgCO3) y veso (sulfato de calcio, CaSO4) sobre el pH del suelo, la precipitación del Al3+ v los cambios en la CIC del suelo. Se aplicaron dosis de 0, 1.5, 3.0, 4.5, 6.0, 7.5, 9.0 y 10.5 t/ha de cada una de la enmiendas a 900 g de suelo seco. Se mezclaron completamente las enmiendas con el suelo y se colocaron en las bolsas plásticas. La mezcla se humedeció a capacidad de campo, se selló la bolsa y se dejo a reaccionar por 30 días. Se procedió a voltear cada bolsa dos veces al día. Al terminar el periodo de incubación se procedió a secar las los suelos y se recogió una muestra para determinar el pH, contenido de Al y CIC.

La segunda fase se la realizó en un experimento de campo que se sembró en Febrero del 2007 y cosechó en Mayo del 2008. Las condiciones climáticas de la zona donde se ubicó el experimento son las siguientes: temperatura media 24.4 °C, precipitación anual 3530 mm, humedad relativa 88.1%, evaporación anual 975.9 mm, heliofanía 779.0 horas luz/año. El suelo del sitio, representativo de la zona, es un Andisol clásico formado de las deposiciones de ceniza generada en los volcanes ubicados al norte de la sierra en Ecuador. El **Cuadro1** resume las características químicas del sitio experimental. En

uno de los tratamientos.

Todo el experimento se fertilizó utilizando 643, 237, 757, 109, 175, 7.9, 9.9, 3.2 y 2.1 kg ha-1 de N, P2O5, K2O, MgO, S, Zn, Mn, Fe y B, respectivamente. De estas cantidades, el 33, 100, 35, 53, 41, 86, 73 y 48 % del N, P2O5, K2O, MgO, S Zn, Mn y B, respectivamente, se aplicaron al suelo hasta la octava semana. El resto fue aplicado cada 15 días en soluciones foliares hasta la inducción floral que se efectuó en la semana 33. El manejo fitosanitario del experimento fue el mismo que utiliza la plantación comercial donde se ubicó el estudio.

Resultados y Discusión

Pruebas de incubación

Los resultados de la prueba de incubación presentados en la Figura 1 demuestran el efecto de las diferentes enmiendas estudiadas en el pH del suelo después de 30 de reacción. No hubo cambios significativos en pH después de los 30 días. Como era de esperarse en este tipo de suelos, el carbonato de calcio, el carbonato de magnesio y dolomita tuvieron un efecto marcado en el pH del suelo. Para alcanzar un valor de pH 5.5, suficiente para precipitar el Al en suelos tropicales de carga variable, se necesitaron 2.9, 4.4 y 5.9 t ha-1 de carbonato de magnesio, carbonato de calcio y dolomita, respectivamente. Como era también de esperarse, sulfato de calcio que no originó cambios en el pH del suelo por su naturaleza.

рН MO NH4 Р S K AI+HCa Ma ---- mg kg-1----% ----- cmolc kg-1-----4.4 5.8 19 16 24 0.3 2.0 0.3 1.5

Cuadro 1. Características químicas y físicas del suelo del sitio experimental.

esta fase se utilizaron los mismos tratamientos del experimento de incubación que se dispusieron en el campo en un diseño de bloques completos al azar arreglados en parcelas divididas con cuatro repeticiones. La parcela principal fueron las enmiendas y las subparcelas las dosis de aplicación. Se utilizó el híbrido MS2 como material de siembra.

Se tomó mensualmente una muestra de dos plantas de piña por cada fuente de enmienda en el tratamiento que según la prueba de incubación produjo el mejor cambio en la condición de la acidez del suelo. En esta muestra se determinó el peso seco de hojas, raíces y frutos para determinar la acumulación de materia seca. Estos tejidos fueron analizados en el laboratorio y con esta información se calculó la absorción de nutrientes. Se registró el peso del sistema radicular a la floración y el rendimiento total de frutos a la cosecha en cada

Uno de los principales cambios químicos que se produjeron como consecuencia de las aplicaciones de las enmiendas es el incremento de carga negativa en la superficie de los colides que se puede medir por medio de la diferencia entre el pH medido con 1N KCl y el pH medido con agua (Δ pH = pHKCl – pHH2O). El signo y magnitud del Δ pH corresponden al signo y magnitud de la carga superficial de los colides. El efecto de las enmiendas estudiadas en el Δ pH se presenta en la Figura 2. El incremento en carga superficial fue más evidente en los carbonatos que en el sulfato de calcio. Sin embargo, en todos los casos, el incremento se observó solamente en las dosis más baja de las enmiendas (1.5 t ha-1). Esta condición estaría relacionada con la precipitación de la mayoría del Al lograda a pH alrededor de 5.5 con las dosis bajas de cal.

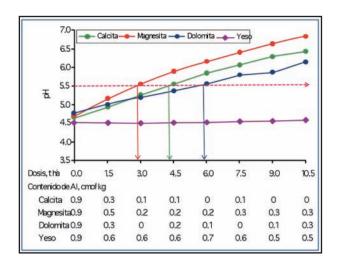


Figura 1. Curvas de neutralización de la acidez después del periodo de incubación.

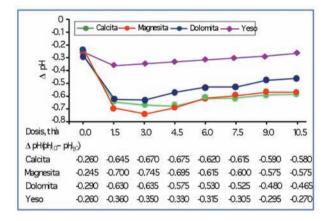


Figura 2. Variación del Δ pH en función de las dosis de enmiendas utilizadas.

Otra forma de evaluar el efecto de las enmiendas en la carga superficial de los colides es determinando la CIC del suelo. El método más popular de determinar la CIC utiliza acetato de amonio (NH4OAc) 1M a pH 7.0. Existen también otros métodos que utilizan soluciones amortiguadas a pH 7.0 y 8.2. Estos métodos funcionan bien en suelos dominados por

arcillas de carga permanente y determinan adecuadamente la CIC. Sin embargo, cuando se utilizan en suelos dominados por arcillas de carga variable los resultados no son aceptables. Si el pH del suelo dominado por arcillas de carga variable es menor que 7.0, el pH de la solución extractora amortiguada a pH 7.0 u 8.2 crea artificialmente carga adicional en la superficie de los colides produciendo datos que no representan la real CIC del suelo en condiciones de campo.

Se han evaluado métodos diferentes para la determinación de la CIC en suelos de carga variable. Estos métodos miden la capacidad del suelo de adsorber cationes de una solución acuosa a un pH y fuerza iónica similares a aquellos que el suelo tiene en sus condiciones naturales en el campo. Uno de estos métodos satura el suelo con una solución no amortiguada (que no cambia el pH del medio) de un catión divalente como el Ba (BaCl2). Estos métodos logran determinar la real CIC del suelo. En la Tabla 2 se presenta una comparación entre la determinación de la CIC con acetato de amonio y con clururo de bario en el suelo incubado con las diferentes enmiendas.

Como se observa en la *Cuadro 2*, la determinación de la CIC con la sal indiferente permite evaluar la real capacidad de retener cationes del suelo en estudio y permite observar claramente el efecto de los carbonatos en la generación de carga en la superficie de los colides. El encalado de los suelos de carga variable no produce un cambio radical en pH y los iones OH- producto de la reacción de la cal son adsorbidos por la superficie reactiva de los colides creando carga negativa. De igual forma, se observa en la Cuadro 2 que la determinación de la CIC con acetato de amonio sobrestima la carga en la superficie de los colides de este tipo de suelos y por esta razón pierde la sensibilidad para evaluar la generación de carga de los carbonatos. Uno de los beneficios del encalado en los suelos de carga variable es el incremento de la CIC que permite una mejor retención de cationes, factor importante en suelos sujetos a alta lixiviación como los suelos de la zona donde se u bica el estudio.

Cuadro 2. Comparación de la determinación de la CIC con acetato de amonio y cloruro de bario en un Andisol de Ecuador incubado por 30 días con diferentes enmiendas.

Dosis	CIC con cloruro de bario				CIC con acetato de amonio			
	Calcita	Magnesita	Dolomita	Yeso	Calcita	Magnesita	Dolomita	Yeso
t ha-1								
0	7.03	6.43	7.61	5.83	24.02	23.72	23.42	21.84
1.5	7.66	7.43	7.45	6.29	23.72	23.92	24.02	22.03
3.0	8.36	9.41	7.56	6.17	22.83	24.42	24.22	22.13
4.5	9.21	10.15	9.43	6.47	25.81	23.72	24.91	22.03
6.0	9.75	11.75	9.71	6.76	23.62	24.71	24.61	22.33
7.5	11.64	13.31	10.85	6.62	23.52	25.51	25.81	22.43
9.0	12.44	13.74	11.23	6.29	23.72	24.81	24.61	23.22
10.5	13.61	14.63	12.06	6.90	24.12	25.31	25.41	22.23

Experimento de campo

Crecimiento radicular

En la Figura 3 presentan los datos de crecimiento radicular a la floración y los contenidos de Al en el suelo como efecto de la aplicación de las enmiendas. Se observa el efecto positivo de todas las enmiendas en las dosis de 1.5 y 3.0 t ha-1 en el crecimiento de las raíces. Este comportamiento está directamente relacionado con la precipitación del Al en el suelo por efecto de los carbonatos y por el acomplejamiento de Al como sulfato del aluminio (SO4AI) con el yeso. La Fotos 1 ilustra bien este efecto. Luego de que se ha eliminando el Al como factor limitante ya no se observa respuesta en crecimiento radicular a la aplicación de dosis más altas de enmiendas y más bien se observa una reducción del crecimiento que sugiere que se desarrolla otra condición limitante para las plantas luego que el suelo alcanza valores de pH superiores a pH 5.5.

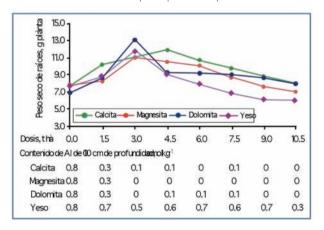


Figura 3. Efecto de la aplicación de diferentes enmiendas en el crecimiento radicular y el contenido de Al en el suelo.



Foto 1. Efecto de la aplicación de enmiendas en el crecimiento radicular de la piña MD cultivada en un suelo ácido derivado de ceniza volcánica.

Rendimiento

En efecto de las aplicaciones de las enmiendas en el rendimiento de fruta de piña MD2 se presenta en la Figura 4. El comportamiento de la respuesta en rendimiento a las aplicaciones de enmiendas es igual a la respuesta del crecimiento radicular. Se observa que es suficiente aplicar dosis de 1.5 t ha-1 para conseguir los rendimientos más altos. Nuevamente, el efecto de la aplicación de las enmiendas en el contenido de Al en el suelo explica la respuesta. Una vez que el Al se precipita o acompleja no son necesarias dosis más altas de cal. Más aún, se observa que el rendimiento de fruta se reduce con la aplicación de dosis más altas de las enmiendas utilizadas. Esta reducción de rendimiento estuvo relacionada directamente con la presencia de Phytopthora sp en el cultivo, incidencia es cada vez mayor a medida que se incrementan las dosis de las enmiendas (Figura 5). Esta es guizá la razón por la cual los productores de piña se resisten a la aplicación de enmiendas para mejorar el pH del suelo, considerando que un pH ácido es adecuado para el cultivo. Los datos de este estudio demuestran que en Andisoles tropicales la aplicación de enmiendas para eliminar el Al del suelo es una práctica adecuada y rentable, sin embargo, es necesario evitar aplicar cantidades mayores de enmiendas que las necesarias para eliminar el Al como factor limitante. Los datos de este estudio indican que dosis mayores de enmiendas a las necesarias predisponen a la planta a infecciones de Phytopthora sp que reducen significativamente el rendimiento.

Se conoce que los Andisoles tienen una alta capacidad tampón (resistencia al cambio de pH) que además varía según el tipo de ceniza y el manejo del suelo. Por esta razón, es difícil recomendar dosis generales de enmiendas para todos los sitios basándose solamente en el contenido de Al+3 en el suelo, como se hace en Ultisoles y Oxisoles. En el caso de los Andisoles es una buena práctica el conducir una sencilla prueba de incubación, como la que se presenta en este estudio, para determinar las dosis de enmiendas necesarias para un sitio en particular.

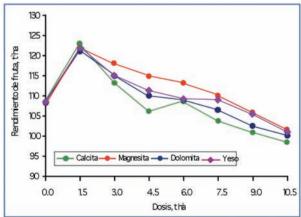


Figura 4. Efecto de la aplicación de diferentes enmiendas en el rendimiento de fruta de piña MD2.

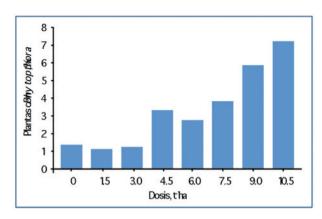


Figura 5. Efecto individual de las dosis de enmiendas, a través de la fuentes, en el porcentaje de infección con Phytopthora sp de piña MD2.

Conclusiones

El uso de enmiendas en Andisoles ácidos dedicados al cultivo de la piña permite mejorar el rendimiento de fruta. Esto se atribuye al hecho de que las enmiendas crearon condiciones para un mejor crecimiento del sistema radicular al eliminar al Al+3 como el principal factor limitante en condiciones de suelo ácido. Además, el uso de enmiendas en Andisoles de carga variable genera cargas negativas incrementando la CIC y la posibilidad de absorber los nutrientes aplicados al cultivo de manera eficiente. Sin embargo, en el cultivo de piña, la aplicación de dosis de enmiendas mayores a las necesarias para precipitar o acomplejar el Al+3 crean una condición favorable para la multiplicación de Phytopthora que afecta significativamente el crecimiento y rendimiento de las plantas. Por esta razón, en estos suelos es crítico determinar la dosis exacta de enmiendas necesarias para precipitar o acomplejar el Al+3, particularmente en los Andisoles cultivados con piña. Esto se logra con una simple prueba de incubación que permite determinar la cantidad de enmiendas necesarias para controlar la acidez de un sitio en particular.

Bibliografia

- Anónimo, (1996). El cultivo de piña. Ministerio de Agricultura y Cría, Caracas, Venezuela.
- Espinoza, J. y E. Molina. (1999). Acidez y encalado de los suelos. INPOFOS, Ecuador.
- Jaramillo V. (1990). El cultivo de la piña, pp. 48-52, Primer Congreso Nacional de Fruticultura. PROTECA, Ambato, Ecuador.
- Nanzyo, M., R. Dahlgren, and S. Shoji, (1993). Chemical characteristics of volcanic ash soils, p. 145-187, In S. Shoji, et al., eds. Volcanic ash solis, Vol. 21. Elsevier Science Publishers, Amsterdam.
- Sadzawka, R. y R. Carrasco, (1985). Química de los suelos volcánicos, pp. 337-431, In J. Tosso, ed. Suelos volcánicos de

Chile, Primera ed. Instituto de investigaciones Agropecuarias, Santiago de Chile.

- Uehara, G. (1984). Physico-chemical characteristics of andisols, pp 39-52, In F. Beinroth, et al., (eds.) Sixth International Soil Classification Workshop, Vol. 1. Sociedad chilena de la Ciencia del Suelo.
- Uehara, G. and G. Gillman. (1979). The mineralogy chemistry, and physics of tropical soils with variable charge clays. Westview Press, Boulder, Colorado, USA.
- Uriza, D., A. Rebolledo, R. Zarate, J. Orona, J. Reyes y R. Mosquera. (1994). Manual de Producción de piña para Veracruz y Oxaca. INIFAP< Veracruz, México.
- Van Raij, B. (2008). Gesso na agricultura. Instituto agronómico de Campinas, Campinas, Brasil.



Autor. Lorena Anabel Medina Rivera

Egresada de la Maestría en Nutrición Vegetal de la Universidad Tecnológica Equinoccial, Ingeniera Agropecuaria y Tecnóloga en Administración de Microempresas de la Escuela Politécnica del Ejército.

Se ha desempeñado en el manejo de frutales, porcinos, cacao, ganadería de carne y especies como aves y cuyes.

Realizó pasantías en Córdoba – Argentina en el área de Ganadería de Carne y otras fincas en Santo Domingo de los Tsáchilas y Pedro Vicente Maldonado como Finca Wisconsi, Santa Olga y Valle Hermoso.