

EFFECTO DE LA CORRECCION DEL pH EN EL RENDIMIENTO DE LA PIÑA, EN LA ZONA DE VALLE HERMOSO, SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS, ECUADOR

Francisco Mite Vivar¹ y Lorena Medina²

INTRODUCCION

El Ecuador tiene condiciones geográficas favorables para el desarrollo del cultivo de piña (*Ananas comosus*), cuenta con algunas regiones donde el clima es propicio para su cultivo (SICA, 2005). En el año 2007 se exportaron 99,581 toneladas y generaron 33.58 millones de divisas. Esto representa un incremento de 829 % en valor y 1101 % en volumen de exportaciones en relación al año 2000 (Agrytec, 2008).

Entre las principales zonas de cultivo de piña en el Ecuador se encuentran en las provincias de El Oro (Huaquillas, Pasaje, Arenillas), Guayas (Milagro, Yaguachi, Naranjito), Los Ríos (Quevedo, Buena Fé, Patricia Pilar), Santo Domingo de los Tsáchilas (Santo Domingo, El Carmen, Valle Hermoso) y Esmeraldas (Quinindé, San Lorenzo) (Ecuadorexporta, 2005).

Para el MAG , SICA (2005), hasta el año 2000 en el país existían alrededor de 7000 hectáreas, con un rendimiento promedio de 15 a 20 t ha⁻¹, las cuales dieron lugar a una cosecha de 124000 toneladas en dicho año.

Se conoce que en los últimos años (2000 – 2007) en la zona Norte del litoral ecuatoriano y de Quevedo hacia Santo Domingo y La Concordia se han iniciado nuevas áreas de cultivo, con fines netamente de exportación (Proexant, 2005). Se estima alrededor de 4000 ha. Los productores de piña están utilizando tecnologías donde se usan altas cantidades de insumos, logrando altos niveles de producción. Esta tecnología ha sido importada, especialmente desde Costa Rica.

Los suelos de esta zona de Valle Hermoso son de origen volcánico; reciben altas precipitaciones y deben soportar altos grados de mecanización que requiere el cultivo, lo cual ha hecho al suelo ser muy frágil. Se han detectado altas tasas de lixiviación de bases y un incremento de la acidez libre en el complejo de cambio de la solución del suelo. Esta situación ha creado condiciones adversas para el normal desarrollo del sistema radical de las plantas.

Por ello, se considera que las enmiendas podrían mejorar la fertilidad de los suelos, incrementando el nivel de bases y su capacidad para retener nutrientes, al mejorar las condiciones químicas, físicas y biológicas del suelo, dando lugar a un mejor medio donde las plantas puedan producir mejor, con lo cual se lograría alcanzar mejores niveles de productividad y poder así ser competitivos en el mercado. (Lazcano-Ferrat, 2003).

OBJETIVOS

A. GENERAL

- Mejorar las condiciones del suelo para asegurar que la nutrición y desarrollo del cultivo de piña en la zona de Valle Hermoso.

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP. fmite@pichilingue-iniap.gov.ec

² Universidad Técnica Equinoccial de Santo Domingo de Los Tsáchilas. loremed50@hotmail.com

B. ESPECIFICOS

- Conocer los beneficios del encalamiento del suelo sobre la absorción de nutrientes y la producción del cultivo de piña.
- Determinar el poder de neutralización de cada enmienda y los mejores niveles.
- Determinar la mejor fuente y niveles de enmienda, para mejorar el pH de los suelos en el cultivo de piña.
- Identificar los cambios químicos que se producen en el suelo al utilizar diversas enmiendas.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se desarrolló en dos fases: la primera se realizó en el laboratorio del Departamento de Manejo y Conservación de Suelos de la Estación Experimental Tropical “Pichilingue” del INIAP, localizada en Quevedo, km. 5 carretera Quevedo – El Empalme.

La segunda fase se la realizó en un experimento de piña que se sembró en Febrero 2007 y cosechó en Mayo 2008 en la hacienda “San Francisco” de propiedad del Sr. Máximo Hidalgo, en Valle Hermoso, Km. 29 de la vía Santo Domingo – Quinindé.

A. TRABAJO DE LABORATORIO

1. Determinación del pH, acidez libre y CIC

El pH se determinó por medio del potenciómetro. La acidez libre por medio de hidróxido de sodio y la CIC usando las metodologías de cloruro de bario y la de acetato de amonio.

2. Análisis de suelos de rutina

Para el análisis de los elementos: NH₄, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn se usó la solución extractora de Olsen modificado. El S y B fueron determinados por medio del colorímetro. La materia orgánica fue determinada con al ayuda de ácido sulfúrico y ácido ortofosfórico y la textura con metafosfato de sodio y carbonato de sodio.

3. Prueba de incubación

Se realizó una prueba de incubación, para determinar el punto en el cual se logró neutralizar la acidez del suelo utilizando las cuatro fuentes de enmiendas para corregir la acidez: Cal dolomítica, Sulfato de calcio, Carbonato de calcio y Carbonato de magnesio. Para cada fuente se aplicaron ocho niveles: 0, 1.5, 3.0, 4.5, 6.0, 7.5, 9.0 y 10.5 Ton/ha, lo cual dio 32 tratamientos. Para el efecto, se colocaron 900 g. de suelo seco en cada una de las fundas plásticas a las que se les aplicó los niveles de cada una de las fuentes de enmienda, según el tratamiento. Las fundas con la tierra y los niveles de cada enmiendas fueron humedecidas hasta saturarlas, se las amarró y enumeró. Cada funda fue colocada sobre un mesón y fueron volteadas dos veces al día.

Luego de 30 días de incubación se procedió a extender las muestras de tal manera que se pudieran secar. Con una parte de las muestras (300 g), se procedió a realizar los diferentes análisis de suelo, citados anteriormente.

4. Datos a tomarse

En la prueba de incubación, luego de 30 días se procedió a determinar el pH de los suelos, la acidez libre, el Al, la CIC, el porcentaje de saturación de bases y el porcentaje de saturación de aluminio, para de esta forma registrar los cambios producidos en el suelo.

B. TRABAJO DE CAMPO

1. Condiciones climáticas y de suelos

Los rangos de las condiciones climáticas de la zona de estudio son: temperatura media 24.4 °C, precipitación anual 3530.8 mm, humedad relativa 88.1%, evaporación anual 975.9 mm, heliofanía 779.0 horas luz/año.

En la Tabla 1 se describen las características químicas y físicas del suelo donde se realizó la investigación.

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

pH	M.O.	NH ₄	P	S	K	Ca	Mg	Σ Bases
	%	ppm			meq 100 g ⁻¹			
4.4	5.76	19	16	24	0.3	29	0.3	2.6
Ac	A	B	A	A	M	B	B	B
Cu	B	Fe	Zn	Mn	Textura			
					Arena	Limo	Arcilla	
ppm					%			
8.9	1.4	192	2.1	3.1	63	34	3	
A	A	A	B	B	Franco Arenoso			

Ac = Acido A = Alto M = Medio B = Bajo

2. Material de siembra

El material de piña (*Ananas comosus*) que se utilizó para sembrar el experimento fue la variedad MD2.

3. Factores en estudio y tratamientos

Los factores a estudiarse fueron: Factor A, cuatro fuentes de enmiendas para corregir la acidez del suelo: Cal dolomítica, Sulfato de calcio, Carbonato de calcio y Carbonato de magnesio. Factor B, los niveles de aplicación de cada fuente de encalamiento: 0, 1.5, 3.0, 4.5, 6.0, 7.5, 9.0 y 10.5 t/ha. Los tratamientos fueron 32, los mismos que se aplicaron al suelo al voleo, para luego incorporarlos. Esta aplicación se hizo un mes antes de la siembra, para dar lugar a que las enmiendas reaccionen.

a. Características del experimento

Área total del experimento:	4864 m ² (76m x 64m)
Área total útil del experimento:	4256 m ² (76m x 56m)
Área total por bloque o repetición:	1024 m ² (16m x 64m)
Área útil por bloque:	896 m ² (16m x 56m)
Área de la parcela principal:	224 m ² (16m x 14m)
Área útil de la parcela principal:	192 m ² (16m x 12m)
Área de la subparcela:	21.6 m ² (3.6 m x 6 m) (3 camas)
Área útil de la subparcela:	6 m lineales (2 hileras)
Distancia entre bloques y parcelas:	3 m y 2m

b. Diseño experimental

Los tratamientos estuvieron arreglados en un diseño DBCA en parcelas divididas con cuatro repeticiones. En la parcela principal se colocaron las fuentes de enmiendas y en las subparcelas los niveles de cada una de ellas; el factor A fueron las fuentes de encalamiento y el factor B los niveles de cada fuente. Se utilizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad para establecer las comparaciones entre los promedios de los tratamientos.

Manejo del Experimento

El manejo fitosanitario del experimento se lo hizo de igual manera como lo hacen en la plantación comercial de piña de la hacienda. Para el caso de la fertilización base que se utilizó en todas las parcelas se emplearon las siguientes cantidades de fertilizantes: 643 Kg de N, 237 Kg de P₂O₅, 757 Kg de K₂O, 109 Kg de MgO, 175 Kg de S, 7.9 Kg de Zn, 9.9 Kg de Mn, 3.2 Kg de Fe y 2.1 Kg de B. 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 semana ocho. El resto fue aplicado cada 15 días en soluciones foliares hasta la inducción floral que se efectuó en la semana 33.

4. Datos registrados

Se tomó mensualmente una muestra de dos plantas de piña por cada fuente de enmienda, en el tratamiento que según la prueba de neutralización 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 enviados al laboratorio de Suelos de la Estación Experimental Tropical "Pichilingue", para su análisis. Con esta información se calculó la absorción de nutrientes del cultivo de piña. También, se registraron los datos de rendimiento de fruta en cada uno de los rendimientos.

¹Fuente: INAHMI (Estación Santo Domingo, 2004)

RESULTADOS Y DISCUSION

Pruebas de incubación

Los resultados de la prueba de incubación aparecen en la **Figura 1**, en ella se puede apreciar que después de 30 días, la reactividad de las enmiendas tuvo diferentes comportamientos. Todas las enmiendas reaccionaron bajo el mismo patrón, con excepción del sulfato de calcio que no originó cambios en el pH. El carbonato de magnesio fue la enmienda que permitió alcanzar los valores más altos de pH. Para lograr un valor de pH 5.5 se necesitó 2.9, 4.4 y 5.9 t de carbonato de magnesio, carbonato de calcio y dolomita, respectivamente.

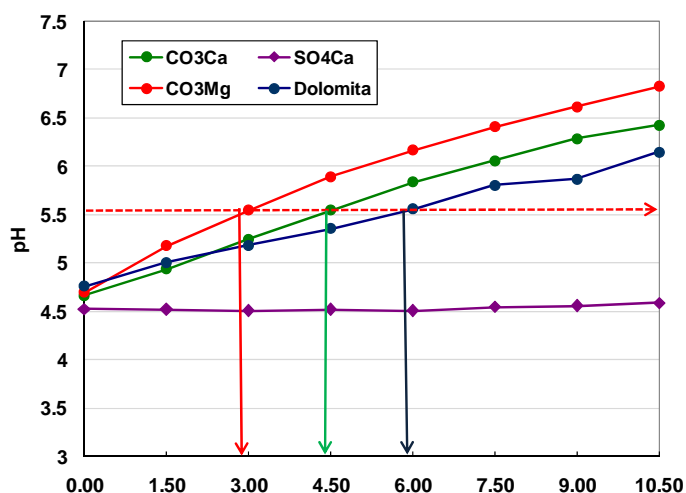


Figura 1. Curvas de neutralización de la acidez después del periodo de incubación.

Cambios químicos en el suelo

Los principales cambios químicos que se produjeron como consecuencia de las aplicaciones de las enmiendas se aprecian en la Figuras 2, 3, 4, 5, 6 y 7.

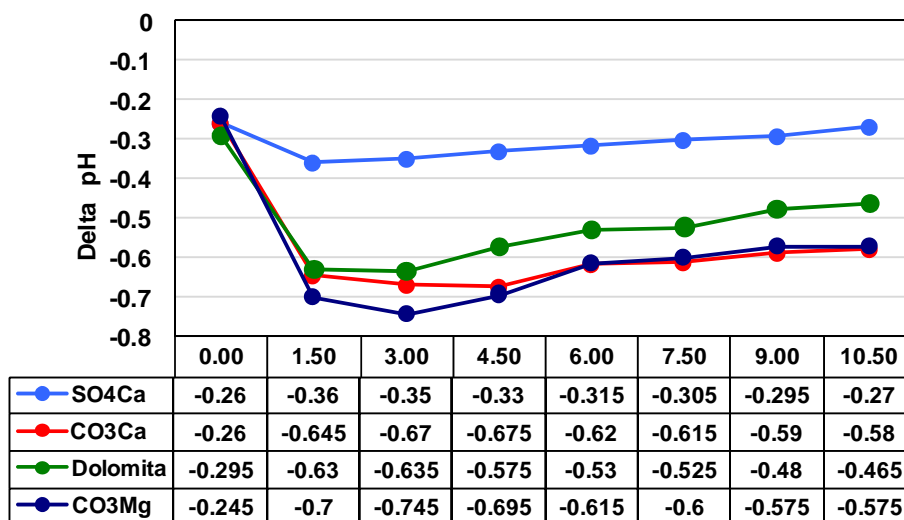


Figura 2. Variación del delta pH en función de los niveles de enmiendas utilizados

Cuando se cuantificó el delta pH se pudo observar que conforme se incrementaron las dosis de todas las enmiendas aumentaron las cargas negativas en el suelo. Este cambio fue más evidente en los carbonatos que en el sulfato de calcio. También, los cambios más pronunciados se dieron con la dosis más bajas de 1.5 t ha⁻¹. Este hecho demuestra el beneficio que se obtiene al enmendar suelos, pues las cargas negativas creadas permiten que los cationes que se apliquen queden retenidos en el suelo y disminuyan las pérdidas por lixiviación (Figura 2).

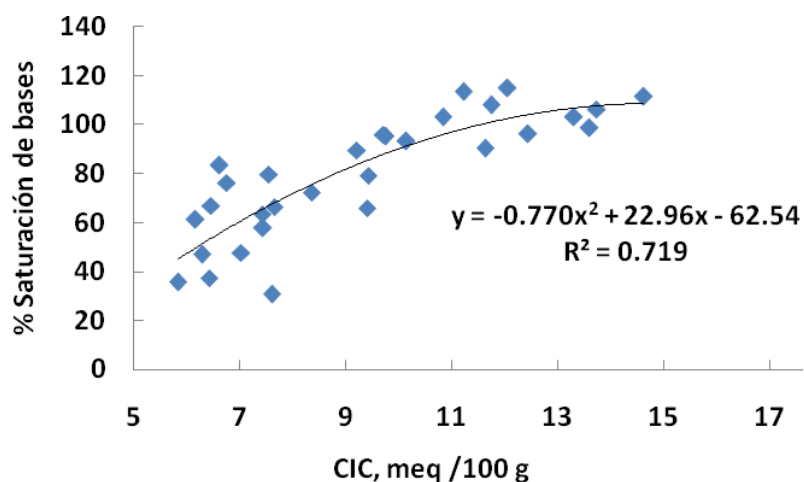


Figura 3. Relación entre CIC y saturación de bases mediante metodología del cloruro de bario.

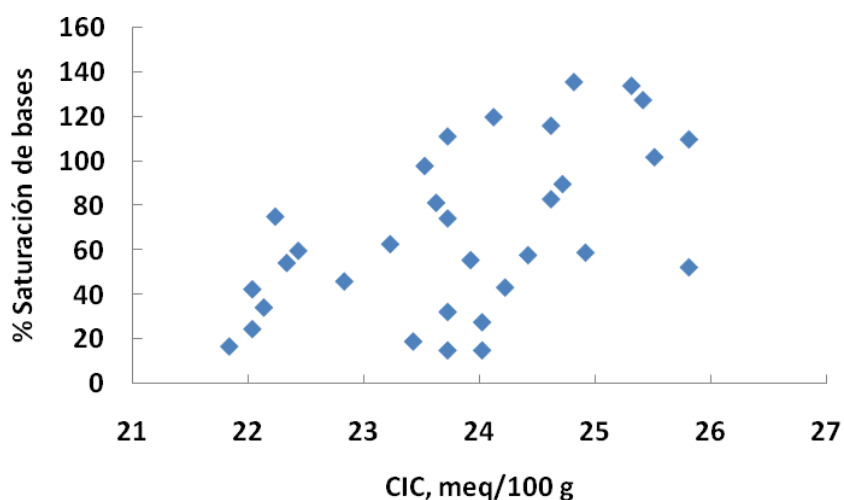


Figura 4. Comparación entre CIC y saturación de bases mediante metodología del acetato de amonio.

Al hacerse las determinaciones de CIC usando como extractante el cloruro de bario y el acetato de amonio se pudo observar que con el cloruro de bario se encontró un grado de asociación mayor con el porcentaje de saturación de bases. El acetato de amonio en condiciones de acidez alta sobreestima las cantidades de bases. Por lo tanto, el cloruro de bario sería el extractante más apropiado para determinar las bases del suelo en estos suelos (Figuras 3, 4).

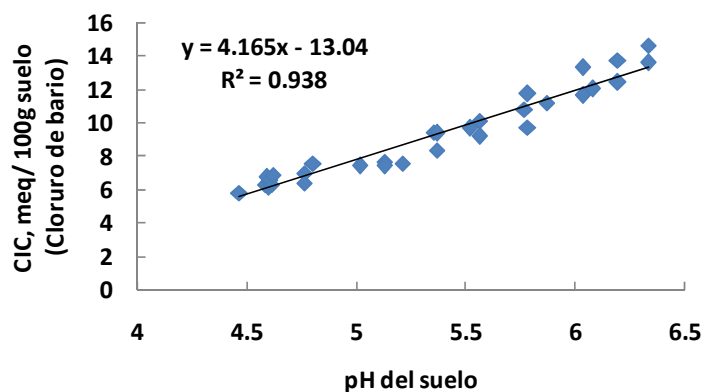


Figura 5. Efecto del pH del suelo sobre el CIC determinado con cloruro de bario.

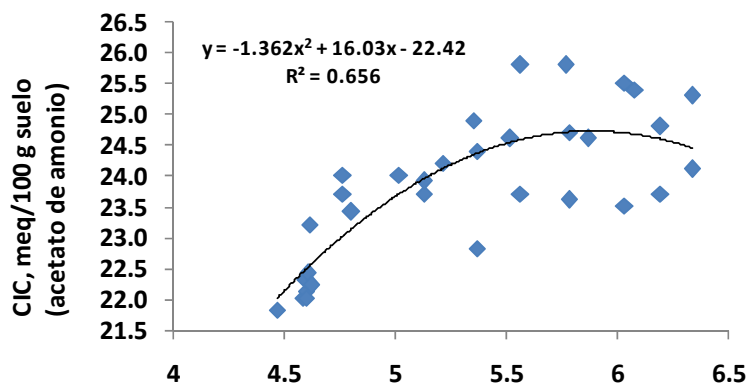


Figura 6. Efecto del pH del suelo sobre el CIC determinado con acetato de amonio.

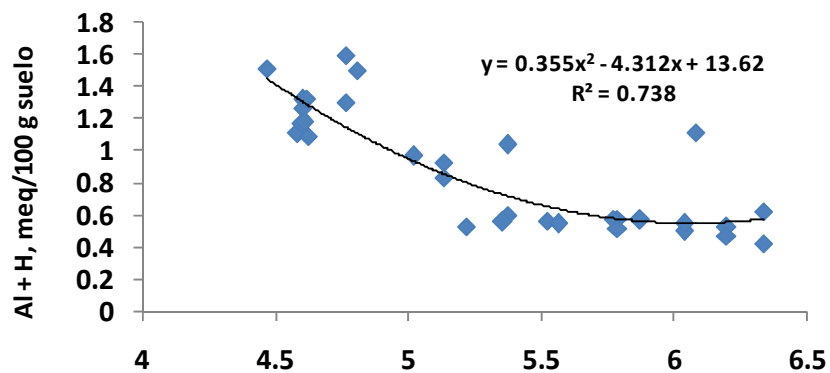


Figura 7. Efecto del pH del suelo sobre la acidez libre

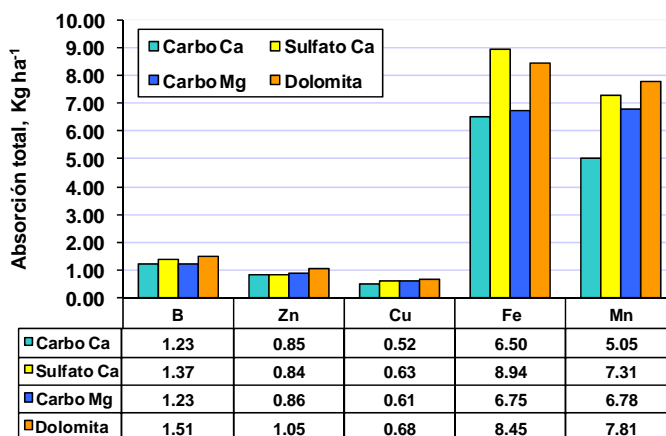


Figura 9. Cantidades de micro nutrientes absorbidas por la piña utilizando varias enmiendas

El efecto del pH del suelo como producto de los diferentes niveles de enmiendas utilizados en el presente estudio sobre la CIC, como era de esperarse, fue mucho más claro cuando se usó el cloruro de bario. Esto se evidencia al observarse el grado de asociación de las curvas de las Figuras 5, 6 y la expresión de sus respectivas tendencias. En consecuencia el mejoramiento del pH incrementó sustancialmente las cantidades de bases en el suelo. Al mismo tiempo conforme aumentó el pH las cantidades de acidez libre fueron disminuyendo (Figura 7).

Absorción de nutrientes

En las Figuras 8, 9, 10 y 11 se presentan las cantidades totales de macro y micro nutrientes absorbidas por las plantas, así como por los frutos en cada uno de los tratamientos donde se había corregido los problemas de acidez del suelo. Las enmiendas acumularon diferentes cantidades de macro y micronutrientes. De éstas la dolomita fue la que acumuló la mayor cantidad de macro y micronutrientes en la planta y la translocó hacia el fruto. Hubo una excepción con el hierro que fue absorbido en mayor cantidad por el sulfato de calcio. La fuente que tuvo menos acumulación de nutrientes fue el carbonato de calcio. Esos resultados se correspondieron con las observaciones del crecimiento radical de las plantas.

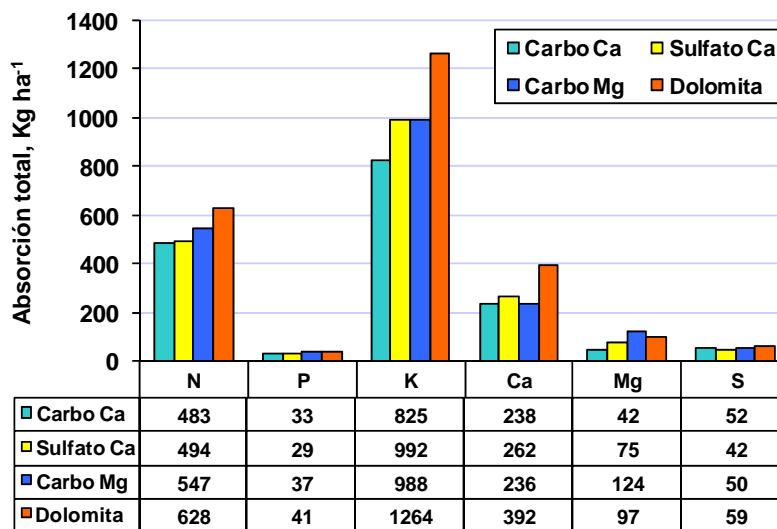


Figura 8. Cantidades de macro nutrientes absorbidas por la piña utilizando varias enmiendas

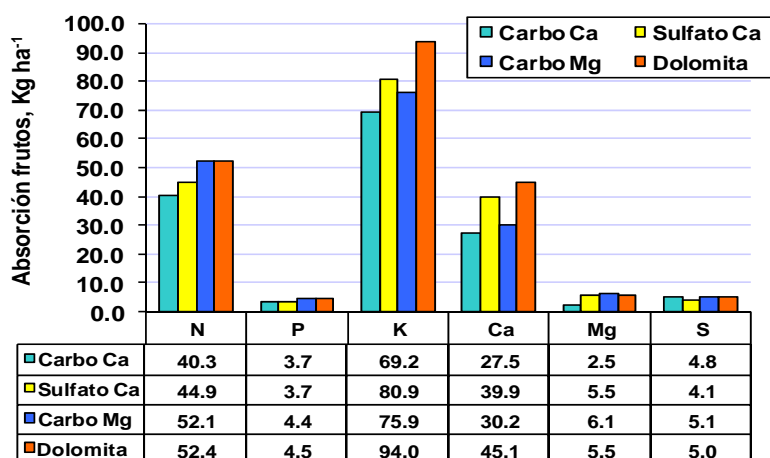


Figura 10. Cantidades de macro nutrientes absorbidas por la piña utilizando varias enmiendas

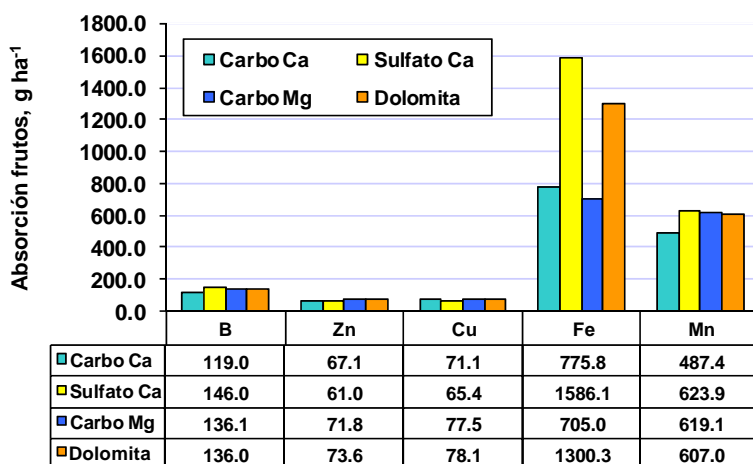


Figura 11. Cantidades de micro nutrientes absorbidas por la piña utilizando varias enmiendas

Crecimiento radical

En las Figuras 12 y 13 se presentan los resultados obtenidos en el experimento, donde se puede apreciar claramente el efecto benéfico que tuvieron las enmiendas sobre el crecimiento radical de la piña. En cuanto a los efectos individuales el carbonato de calcio dio los mayores valores. Hasta las 3 t ha⁻¹ se incrementa el desarrollo de las raíces y luego comienza a disminuir. La Dolomita al nivel de 3 t ha⁻¹ es la fuente con la que se obtuvo el máximo desempeño radical.

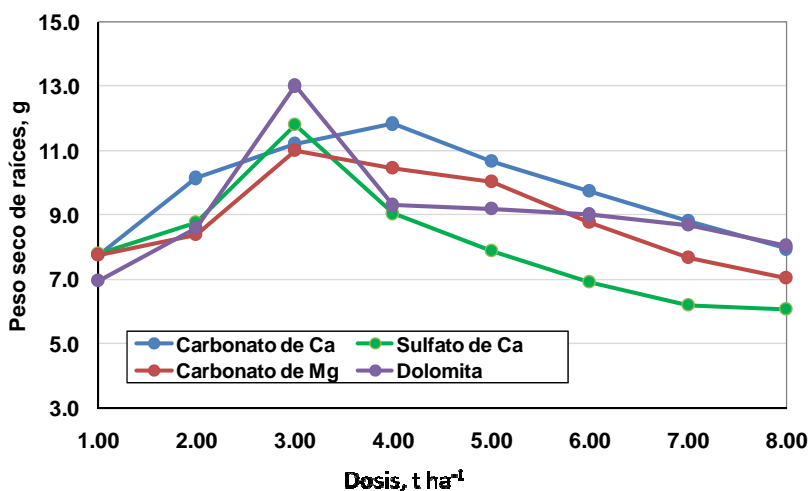


Figura 12. Efecto de los niveles de cada una de las enmiendas sobre el peso seco de las raíces de una planta de piña a la floración

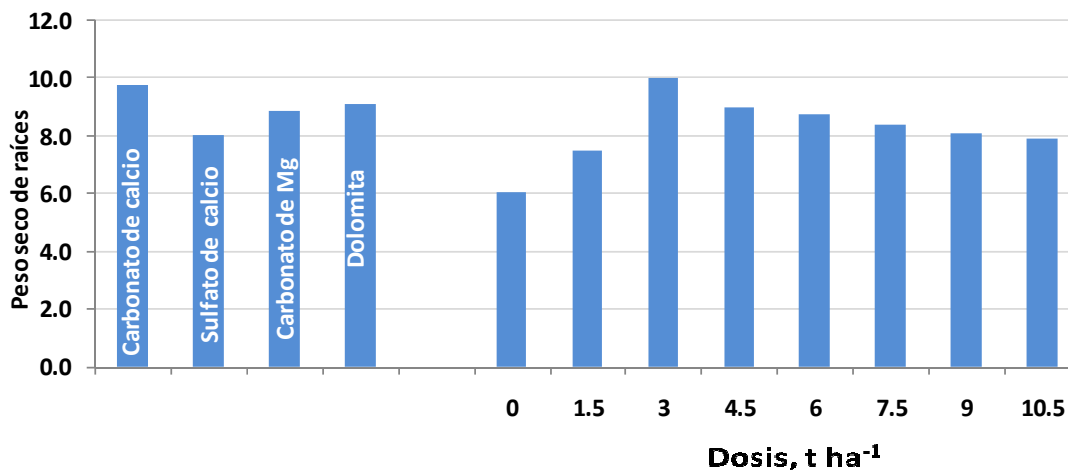


Figura 13. Efectos individuales de las fuentes y dosis de enmiendas sobre el peso seco de las raíces de una planta de piña.

Rendimiento

En cuanto a los rendimientos obtenidos se encontraron respuestas altamente significativas a las fuentes y dosis de las enmiendas utilizadas. Para esta variable fue suficiente la dosis de 1.5 t ha⁻¹ para conseguir los rendimientos más altos. Con las dosis de 3 t ha⁻¹ y las mayores a ella los rendimientos comenzaron a declinar (Figuras 14 y 15). Esta disminución de rendimientos estuvo relacionada directamente con la presencia de una enfermedad que se presentó en el ensayo. Se detectaron porcentaje de *Phytophthora sp* cada vez mayores, conforme se incrementaban las cantidades de las enmiendas. Esto se aprecia muy notoriamente en la Figura 16, donde el carbonato de calcio mostró

los mayores valores. Estas observaciones habría que tenerlas presentes para la variedad de piña MD2, pues un sobre encalado podría estar comprometiendo seriamente la salud de las plantas y consecuentemente los rendimientos.

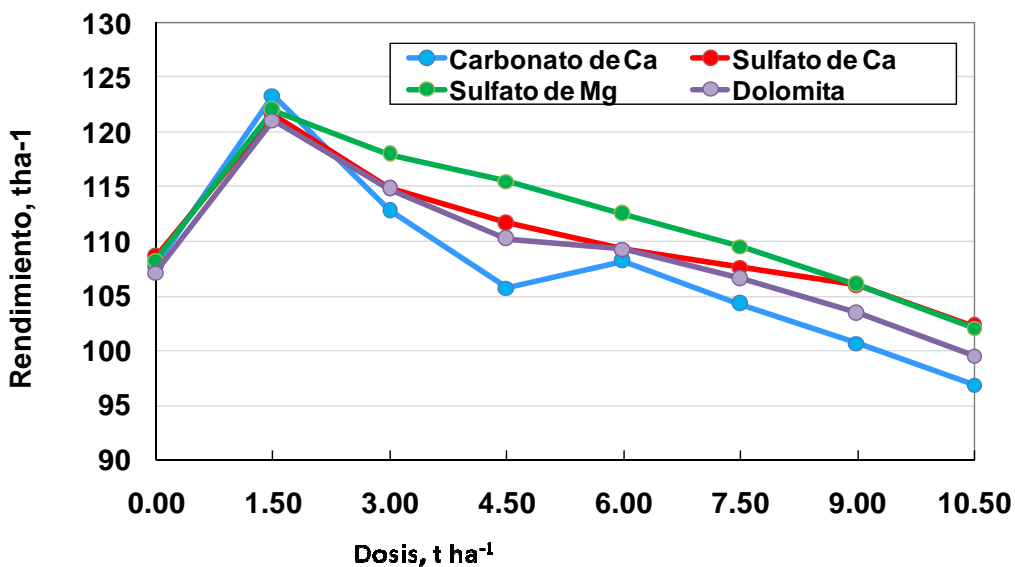


Figura 14. Efecto de los niveles de cada una de las enmiendas sobre el rendimiento de la piña.

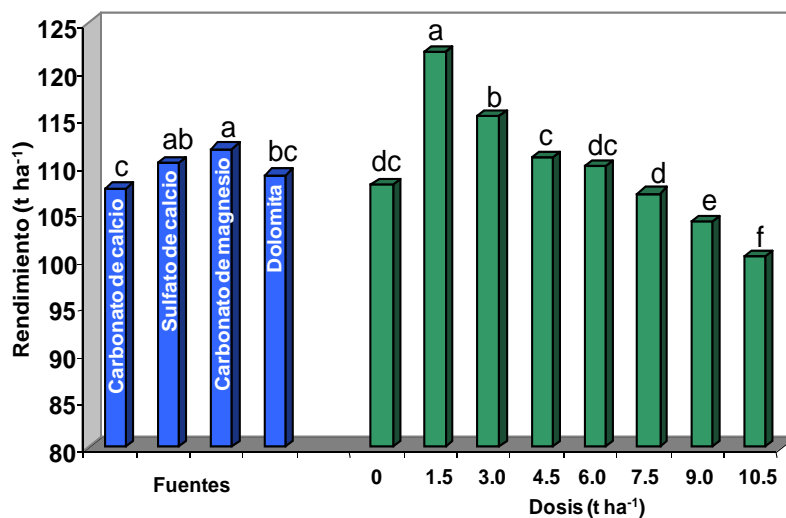


Figura 15. Efectos individuales de las fuentes y dosis de enmiendas, sobre el rendimiento de la piña en el sector de Valle Hermoso, 2007.

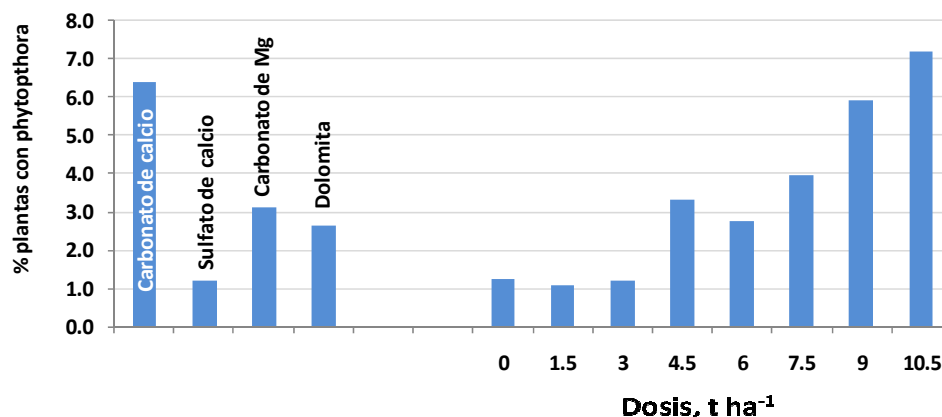


Figura 16. Efectos individuales de las fuentes y dosis de enmiendas sobre porcentaje de plantas afectadas con phytophthora.

CONCLUSIONES

El uso de enmiendas cálcicas en suelos dedicados al cultivo de la piña en la zona de Valle Hermoso, Santo Domingo de Los Tsáchilas dio lugar a un mejoramiento de los rendimientos de este cultivo. Esto se pudo atribuir a que se crearon condiciones para un mejor crecimiento del sistema radical. Además, al crearse más cargas negativas las plantas estuvieron en capacidad de absorber mayores cantidades de los nutrientes que fueron aplicados al cultivo. De igual manera las aplicaciones de enmiendas más allá de sus necesidades crearon un medio apropiado para multiplicación de la *Phytophthora* que afectó el crecimiento de las plantas, provocando disminución de los rendimientos. Las pruebas de incubación de enmiendas a nivel de laboratorio se correspondieron significativamente con los valores de acidez libre obtenidos a nivel de campo.

BIBLIOGRAFIA

- AGRYTEC, 2008. El cultivo de piña con perspectivas para el mercado internacional. Boletín Técnico Número 1, Septiembre-Noviembre, Ecuador. 2008
- ECUADOREXPORTA, 2005. Piña, Características generales (en línea). Quito – Ecuador. Consultado 10 ago. 2006. Disponible en: www.ecuadorexporta.org/productos_down/perfil_producto_pinia563.pdf.
- LAZCANO – FERRAT, 2003. Cal agrícola: conceptos básicos para la producción de cultivos. INPOFOS (Instituto de la Potasa y el Fósforo) (en línea). Consultado 12 ago. 2006. Disponible en: [www.ppi-pic.org/ppiweb/iamex.nsf/\\$webindex/5057DEAFC8DE54CC06256AD1005D7CB9/\\$file/cal+agricola+conceptos+basicos+para+la+produccion+de+cultivos.pdf](http://www.ppi-pic.org/ppiweb/iamex.nsf/$webindex/5057DEAFC8DE54CC06256AD1005D7CB9/$file/cal+agricola+conceptos+basicos+para+la+produccion+de+cultivos.pdf)
- MAG, 2005. Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, Servicio de información agropecuaria (en línea). Quito – Ecuador. Consultado 9 ago. 2006. Disponible en: www.ecuadorexporta.org/productos_down/ficha_pinia724



PROEXANT, 2005. Piña, pineapple, Hoja técnica, PROEXANT (Corporación Producción de exportaciones agrícolas no tradicionales) (en línea). Quito – Ecuador. Consultado 10 ago. 2006. Disponible en: [www.proexant.org.ec/HT Piña.html](http://www.proexant.org.ec/HT_Piña.html)

SICA, 2005. Cultivo tecnificado de piña, Servicio de información agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador (en línea). Quito – Ecuador. Consultado 20 ago. 2006. Disponible en: www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Ing%20Rizzo/nuevos%20exportables/pina.htm - 24k