

Tipo de artículo: Artículo original

# Análisis computacional sobre el efecto de la aplicación de Hidróxido de calcio sobre la dinámica del pH del suelo

## Computational analysis on the effect of the application of calcium hydroxide on the dynamics of soil pH

Joffre Daniel Pincay Menéndez<sup>1\*</sup> , <https://orcid.org/0000-0002-4664-8983>

William Ausberto Merchán García<sup>2</sup> , <https://orcid.org/0000-0002-6910-5885>

Bolívar Fabián Mendoza Marcillo<sup>4</sup> , <https://orcid.org/0000-0003-0812-2232>

Agustín Hugo Álvarez Plúa<sup>4</sup> , <https://orcid.org/0000-0002-4213-1493>

Richard Antonio Cornejo<sup>5</sup> , <https://orcid.org/0000-0001-5450-8609>

<sup>1</sup> Carrera de Ingeniería Agropecuaria, Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador. Correo electrónico: [joffre.pincay@unesum.edu.ec](mailto:joffre.pincay@unesum.edu.ec)

<sup>2</sup> Carrera de Ingeniería Agropecuaria, Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador. Correo electrónico: [william.merchan@unesum.edu.ec](mailto:william.merchan@unesum.edu.ec)

<sup>3</sup> Carrera de Ingeniería Agropecuaria, Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador. Correo electrónico: [bolivar.mendoza@unesum.edu.ec](mailto:bolivar.mendoza@unesum.edu.ec)

<sup>4</sup> Carrera de Ingeniería Agropecuaria, Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador. Correo electrónico: [agustin.alvarez@unesum.edu.ec](mailto:agustin.alvarez@unesum.edu.ec)

<sup>5</sup> Carrera de Ingeniería Agropecuaria, Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador. Correo electrónico: [richard.cornejo@unesum.edu.ec](mailto:richard.cornejo@unesum.edu.ec)

\* Autor para correspondencia: [joffre.pincay@unesum.edu.ec](mailto:joffre.pincay@unesum.edu.ec)

### Resumen

El presente trabajo se realizó en laboratorio de suelo de la Universidad Técnica de Manabí, Facultad de ingeniería agronómica, ubicada en la parroquia Lodana, del Cantón Santa Ana - Ecuador. Con el objetivo de evaluar el efecto del hidróxido de calcio  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , en la dinámica del suelo con pH ácido a partir de herramientas computacionales, se utilizaron dosis de 5, 10, 15, 20, 25 ml de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , más la adición de agua destilada de 5, 10, 15, 20, 25 ml; comparadas con un testigo sin tratar, en ambos casos respectivamente. Los resultados de la adición del  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , a cada una de las muestras se va incrementado a medida baja el incremento del agua; su pH que inicialmente es ácido (5.3); se mantiene ácido (5.8) con la incorporación de 5ml de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  más 20ml de agua; al seguir incrementando la solución se llega a neutro (6.8 y 7.0) con 15 y 20 ml  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  más 10 y 5ml de agua en la solución; estas soluciones en dosis más elevada el pH de ácido pasa a ser alcalino (7.5) con 25ml de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , de la soluciones. Permitiendo la relación del uso del  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  y el agua en el suelo, que sería una alternativa para implementar el buen manejo de las buenas practica agronómica en el uso y manejo de los suelos.

**Palabras clave:** Potencial de hidrógeno; hidróxido de calcio; acidez del suelo.

### Abstract

The present work was carried out in the soil laboratory of the Technical University of Manabí, Faculty of Agronomic Engineering, located in the Lodana parish, of the Santa Ana Canton - Ecuador. With the objective of evaluating the effect of calcium hydroxide  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , on the dynamics of the soil with acid pH from computational tools, doses of 5, 10, 15, 20, 25 ml of  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  were used, plus the addition of distilled water of 5, 10, 15, 20, 25 ml; compared with an untreated control, in both cases respectively. The results of the addition of  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , to each of the samples increases as the increase in water decreases;



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

*its pH which is initially acidic (5.3); acid (5.8) is maintained with the addition of 5ml of Ca(OH)<sub>2</sub> plus 20ml of water; By continuing to increase the solution, neutral is reached (6.8 and 7.0) with 15 and 20 ml Ca (OH)<sub>2</sub> plus 10 and 5 ml of water in the solution; In these solutions, in higher doses, the acidic pH becomes alkaline (7.5) with 25ml of Ca(OH)<sub>2</sub>, of the solutions. Allowing the relationship between the use of Ca (OH)<sub>2</sub> and water in the soil, which would be an alternative to implement good management of good agronomic practices in the use and management of soils.*

**Keywords:** *Hydrogen potential; calcium hydroxide; soil acidity.*

**Recibido:** 22/11/2022

**Aceptado:** 06/02/2023

**En línea:** 11/02/2023

## Introducción

Los suelos agrícolas son aquellos que se utilizan en el ámbito de la productividad, en donde se realizan actividades agrícolas, pero debe ser en primer lugar un suelo fértil que permita el crecimiento y desarrollo de diferentes tipos de cultivo que luego sean cosechados y utilizados por el hombre (Bembibre, 2011).

Paralelamente (Bautista et.,al., 2004), menciona que la calidad del suelo debe interpretarse como la utilidad para un propósito específico en una escala amplia de tiempo. El estado de las propiedades dinámicas del suelo como contenido de materia orgánica, diversidad de organismos, o productos microbianos en un tiempo particular constituye la salud del suelo.

Resulta oportuno también manifestar que el suelo es un sistema heterogéneo trifásico conformado por elementos sólidos (orgánicos e inorgánicos), líquido y gaseoso que actúan como un depósito, filtro y bio-reactor de los contaminantes; sus características físicas, químicas y biológicas influyen el destino de éstos. La permeabilidad, el pH y las condiciones oxido-reductoras afectan el comportamiento de los contaminantes en el suelo (Motato y Pincay, 2013).

En este contexto Amaza (2010), manifiesta que durante el proceso de humificación o sea de putrefacción del mantillo o materia orgánica para convertirse en humus, intervienen las bacterias y los hongos en cuyo trabajo van elaborando sustancias ácidas, por esto las tierras negras y polvorosas generalmente son ácidas, pero para contrarrestar su acidez, los agricultores aplican cal que en contacto con el agua forman sustancias alcalinas.

Asimismo Rigola (2005), señala que el pH es una medida de concentración de iones de hidrogeno, de la naturaleza acida o alcalina, su medición se realiza fácilmente con el pHmetro o por colorimetría (papel que por su coloración indica el pH).

En efecto el pH es una de las mediciones más comunes e importantes en los análisis químicos rutinarios de suelo, ya que controla reacciones químicas y biológicas como movilidad de iones, la precipitación y disolución de minerales,



las reacciones redox, el intercambio iónico, la actividad microbiana y la disponibilidad de nutrientes. El pH expresa la concentración efectiva de iones de H en solución del suelo en términos de peso equivalente por litro de solución. Cabe mencionar que la acidez del suelo actúa sobre la disponibilidad de los nutrientes para las plantas. La mayoría de los nutrientes se encuentran disponibles a un pH de 5.8 a 6.5 (ligeramente ácido) (Smart Fertilizer, s.f.). Entonces bajo esta perspectiva esta exploración permitió visualizar la importancia del pH, ante lo cual se planteó como objetivo cuantificar y determinación del pH, en suelos de interés agronómico.

## Materiales y métodos

El presente trabajo consistió en evaluar el pH a través de una muestra edáfica de diferentes zonas del Ecuador (Tabla 1), después de conocer los resultados se escogió la muestra de suelo más ácida para efectuar enmiendas, esto se realizó en el Laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Técnica de Manabí, Parroquia Lodana del Cantón Santa Ana.

Se utilizaron herramientas computacionales para el análisis procesamiento y tratamiento de la información. Se empleó el estadígrafo SPSS en su versión 22 que facilitó los análisis estadísticos sobre datos procesados del estudio.

Se utilizaron procesadores electrónicos que facilitaron la representación de los datos obtenidos del estadígrafo.

Los reactivos y/o soluciones manipuladas fueron, agua destilada, e hidróxido de calcio; los materiales utilizados corresponden a vaso de precipitación de 50 ml, matraz, varilla de vidrio y pipeta volumétrica de 20 ml, y los equipos balanza y potenciómetro o medidor de pH.

**Tabla 1.** Sitios y cultivos presente en zonas de estudio.

Localidad de muestra	Cultivos referenciales
El Carmen	Cacao y Maíz
Tosagua	Maíz
Rocafuerte	Arroz (Inundación)
Rocafuerte	Cebolla
Rocafuerte	Maíz y Frijol
Rocafuerte	Arroz
Rocafuerte	Maíz
Manta	Maíz
Manta	Sandía
Manta	Maíz
Montecristi	Maíz
Sucre (Charapotó)	Cebolla



Portoviejo	Maíz
Portoviejo	Café
Portoviejo	Coco
Portoviejo	Café
Port. (Colón)	Maíz
Santa Ana (La Unión)	Café y cacao
24 De Mayo	Maíz
Jipijapa	Maíz
Babahoyo	Banano y Cacao
Quevedo	Soya
Quevedo	Maíz
Quevedo	Banano
El Empalme	Piña
El Empalme	Banano
Naranjal	Cacao
Balao	Cacao
Puerto Inca	Cacao
Santa Elena	Maíz
San Lorenzo	Palma Africana
San Lorenzo	Palma Africana
La Mana (Puembo)	Cacao y Plátano
Joya de los Sachas	Malanga
Palora	Cítricos

### Protocolo en el Laboratorio

Para determinación de pH en laboratorio, se pesaron en una balanza analítica 10 gr de la muestra de suelo (**35 muestras de suelo**) luego se colocó en un vaso de extracción, se agregó 25 ml de H<sub>2</sub>O destilada, después se agitó durante 10 minutos; para posteriormente dejar reposar durante 30 minutos aproximadamente, luego de todos estos protocolos se procedió a medir el pH con el potenciómetro mientras se agita la mezcla; cabe mencionar que el potenciómetro se encontraba calibrado en soluciones búfer y antes de iniciar las lecturas de cada muestra se enjuagó el electrodo con agua destilada.

Una vez conocido el pH de las muestras, se trabajó con la muestra de suelo proveniente de la zona de Quevedo; para esto se colocó en vasos plásticos 18 porciones de suelo (10gr) a lo que se le adicionó agua destilada (25, 20, 15, 10, 5) ml y Ca(OH)<sub>2</sub>; 5, 10, 15, 20 y 25) ml con un testigo sin adición de las soluciones a aplicar como se indica en Tabla 2.



Para la preparación de la solución a base de hidróxido de calcio 0.03 N, se utilizó 1.11 gr del reactivo y se le adicionó 1000 ml de agua destilada contenida en el matraz; por lo consiguiente luego de las aplicaciones de la solución se registró el pH, siguiendo las mismas indicaciones que se mencionaron anteriormente. Para la clasificación del suelo en cuanto a su valor de pH se utilizó la clasificación propuesta en la Tabla 3.

**Tabla 2.** Composición referencial a aplicación de hidróxido de calcio antes la dinámica del pH del suelo.

SOLUCIONES APLICADA	REPETICIONES
25 ml de H <sub>2</sub> O	1
25 ml de H <sub>2</sub> O	2
25 ml de H <sub>2</sub> O	3
5 ml de Ca(OH) <sub>2</sub> + 20 ml de H <sub>2</sub> O	1
5 ml de Ca(OH) <sub>2</sub> + 20 ml de H <sub>2</sub> O	2
5 ml de Ca(OH) <sub>2</sub> + 20 ml de H <sub>2</sub> O	3
10 ml de Ca(OH) <sub>2</sub> + 15 ml de H <sub>2</sub> O	1
10 ml de Ca(OH) <sub>2</sub> + 15 ml de H <sub>2</sub> O	2
10 ml de Ca(OH) <sub>2</sub> + 15 ml de H <sub>2</sub> O	3
15 ml de Ca(OH) <sub>2</sub> + 10 ml de H <sub>2</sub> O	1
15 ml de Ca(OH) <sub>2</sub> + 10 ml de H <sub>2</sub> O	2
15 ml de Ca(OH) <sub>2</sub> + 10 ml de H <sub>2</sub> O	3
20 ml de Ca(OH) <sub>2</sub> + 5 ml de H <sub>2</sub> O	1
20 ml de Ca(OH) <sub>2</sub> + 5 ml de H <sub>2</sub> O	2
20 ml de Ca(OH) <sub>2</sub> + 5 ml de H <sub>2</sub> O	3
25 ml de Ca(OH) <sub>2</sub>	1
25 ml de Ca(OH) <sub>2</sub>	2
25 ml de Ca(OH) <sub>2</sub>	3

\* Ca(OH)<sub>2</sub>: Hidróxido de Calcio

**Tabla 3.** Clasificación de los suelos de acuerdo a su pH.

CLASIFICACIÓN	PH
Suelos ácidos	< 6.5
Suelos neutro	6.6 – 7.5
Suelos alcalino	> 7.6

## Resultados y discusión

Como análisis inicial se agruparon por provincias y sitios las muestras provenientes de varios sectores del Ecuador, lo que se expresa en figura 1, donde se muestra el pH obtenido en las 35 muestras de suelo, las cuales fueron agrupadas en suelos alcalinos, neutros y ácidos.



En este sentido las indagaciones reflejan que, en Manabí, los pH en el sector de El Carmen con 5.94 cultivo establecido cacao y maíz, Rocafuerte con 6.15 cultivo cebolla y 5.5 cultivo arroz, Manta con 6.35 cultivo maíz, Portoviejo con 6.16 cultivo café, Santa Ana con 6.10 cultivo café y cacao y 24 de Mayo, 6.18 con cultivo maíz, se ubicaron en una predominación de suelos ácidos. Las dominaciones de suelos con pH neutros correspondieron a los sitios como: Rocafuerte con 7.0 cultivo establecido arroz por inundación, y 6.47 cultivo maíz y frejol, Portoviejo con 7.17 cultivo coco, 6.6 con cultivo de café y 7.4 con cultivo de maíz este últimos en la Parroquia Colon, y asimismo Jipijapa con 6.85 cultivo desarrollado maíz. Por otra parte, los suelos con denominación de pH alcalinos, recayeron en los sitios Tosagua con 7.69 cultivo maíz, Rocafuerte 7.9 cultivo maíz, Manta con 7.8 cultivo maíz y 8.4 cultivo adyacente sandía, y asimismo Montecristi con 7.6 y Portoviejo 8.12 con siembra de maíz.

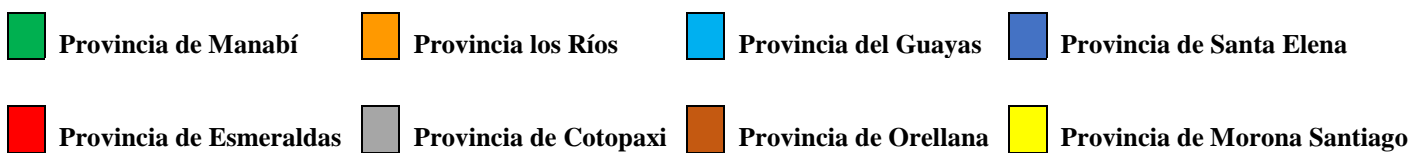
En cuanto a la Provincia de Los Ríos el pH de suelo se agrupó como suelos ácidos, donde Babahoyo obtuvo valores de 5.23 con cultivo Banano y Cacao, y Quevedo 5.4 cultivo soya, 5.15 cultivo maíz, 6.36 banano.

En la Provincia del Guayas el pH de los suelos muestreados, adquirieron registro de 6.16 en El Empalme con cultivo de piña, 6.12 en Naranjal, Balao 6.09 y Puerto Inca con 6.08 con cultivo de explotación como el cacao, situándose como suelos ácidos. No obstante, el sitio en el Empalme manifestó un pH de 6.56 neutro.

En Santa Elena el sitio muestreado fue en Junta del pacifico con pH de 7.79 (Alcalino) donde el cultivo establecido fue maíz.

Para la Provincia de Esmeraldas el muestreo se lo realizó en dos zonas de San Lorenzo donde el pH del suelo exhibió valores de 5.2 y 4.7 (ácidos) ambos con cultivo de Palma Africana.

Posteriormente las Provincias de Cotopaxi con el sitio de muestreo La Mana, Orellana con Joyas de los Sachas y Morona Santiago con el sitio Palora se caracterizaron por poseer suelos ácidos.



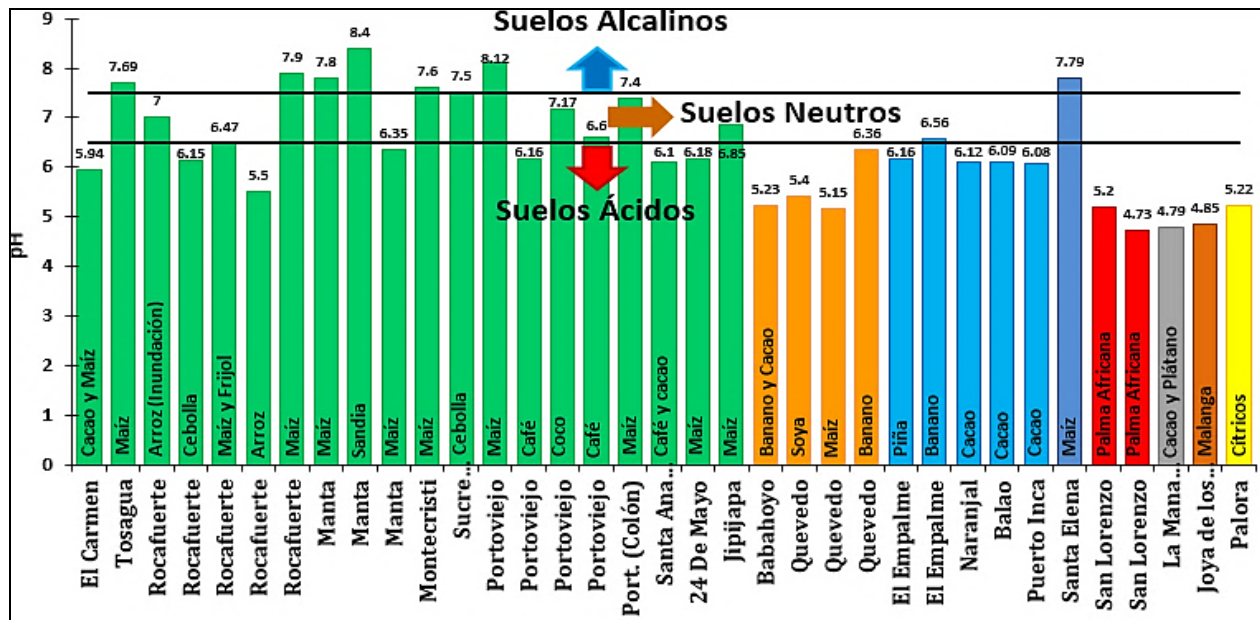


Figura 1. Secuencias del pH, presentes en el suelo en diferentes puntos muestreados

El análisis regular, considerando los factores y clases de pH en estudio, permitió determinar que las condiciones del suelo en este caso de estudio indica el incremento de pH de ácido a neutro. Para lo cual entre 4,73 a 5,65 se encuentra el 26% y entre 5,65 a 6,57 con el 37% de los suelos evaluados demostraron ser ácidos como lo indica la frecuencia relativa en el **tabla 4**.

**Tabla 4.** Análisis de frecuencias de acuerdo a los resultados obtenidos en la práctica de la relación entre el pH del suelo y la proporción de adicción de agua + Ca(OH)<sub>2</sub>

Clase	Frecuencia absoluta	% Frecuencia relativa	Frecuencia absoluta acumulada	Frecuencia relativa acumulada
4.73 – 5.65	9	26%	9	26%
5.65 – 6.57	13	37%	22	63%
6.57 – 7.48	5	14%	27	77%
7.48 – 8.40	8	23%	35	100%

La figura 2, plasma el análisis de relación exponiendo que a la incorporación del hidróxido de calcio más agua destilada utilizada crea una dinámica disimiles en cuanto al pH en las seis muestras; fulgurando que el suelo de la Provincia de Orellana sitio Joyas de los Sachas es el que mayormente sufrió cambio de ácido a alcalino, lo cual



expresa que el coeficiente de correlación  $R^2 = 0,9456$  ( $r = 0,97$ ), encontrando asociatividad con las dosis aplicadas de hidróxido de calcio y agua destiladas en diferentes porciones. Se puede apreciar también que las líneas de tendencias en cuanto al cambio del pH, no son iguales para los diferentes sitios alegando que el tipo de suelo hace la diferencia.

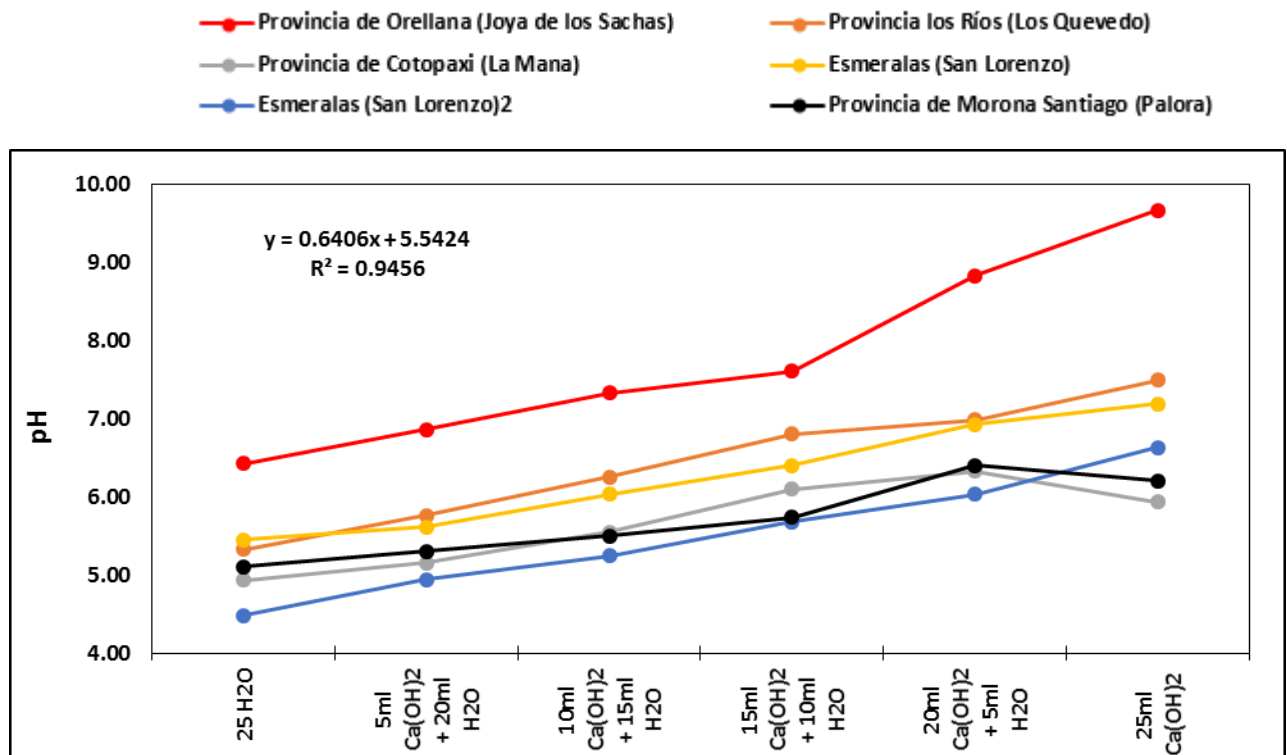


Figura 2. Análisis de la dinámica de seis muestras de suelos ácidos.

Antes de esta notoriedad de la disimilitud de la figura 2, se efectuó el análisis individual para las muestras de suelo procedente de la Provincia de Los Ríos donde se establecía el cultivo de maíz y en efecto de la tabla 5, expresa el incremento a medida baja de agua; su pH que inicialmente es ácido (5.3); se mantiene ácido (5.8) con la incorporación de 5ml de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  más 20 ml de agua; al seguir incrementando la solución se llega a neutro (6.8 y 7.0) con 15 y 20 ml  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  más 10 y 5 ml de agua en la solución; estas soluciones en dosis más elevada el pH de ácido pasa a ser alcalino (7.5) con 25ml de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , de las soluciones.

Tabla 5. Resultados y promedio del pH de los tratamientos a la aplicación de hidróxido de calcio más agua destilada.

Tratamiento	pH	Promedio
0 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ + 25 $\text{H}_2\text{O}$	5.26	5.3
0 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ + 25 $\text{H}_2\text{O}$	5.40	
0 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ + 25 $\text{H}_2\text{O}$	5.32	





5 Ca(OH) <sub>2</sub> + 20 H <sub>2</sub> O	5.74	
5 Ca(OH) <sub>2</sub> + 20 H <sub>2</sub> O	5.77	5.8
5 Ca(OH) <sub>2</sub> + 20 H <sub>2</sub> O	5.78	
10 Ca(OH) <sub>2</sub> + 15 H <sub>2</sub> O	6.21	
10 Ca(OH) <sub>2</sub> + 15 H <sub>2</sub> O	6.29	6.3
10 Ca(OH) <sub>2</sub> + 15 H <sub>2</sub> O	6.25	
15 Ca(OH) <sub>2</sub> + 10 H <sub>2</sub> O	6.75	
15 Ca(OH) <sub>2</sub> + 10 H <sub>2</sub> O	6.83	6.8
15 Ca(OH) <sub>2</sub> + 10 H <sub>2</sub> O	6.82	
20 Ca(OH) <sub>2</sub> + 5 H <sub>2</sub> O	7.01	
20 Ca(OH) <sub>2</sub> + 5 H <sub>2</sub> O	6.99	7.0
20 Ca(OH) <sub>2</sub> + 5 H <sub>2</sub> O	6.95	
25 Ca(OH) <sub>2</sub> + 0 H <sub>2</sub> O	7.37	
25 Ca(OH) <sub>2</sub> + 0 H <sub>2</sub> O	7.47	7.5
25 Ca(OH) <sub>2</sub> + 0 H <sub>2</sub> O	7.62	

El análisis de relación (Figura 3), entre los parámetros de pH con las dosis o soluciones aplicadas (25 ml de agua destilada, 5 ml hidróxido de Calcio + 20 ml de agua destilada, 10 ml hidróxido de Calcio + 15 ml de agua destilada, 15 ml hidróxido de Calcio + 10 ml de agua destilada, 20 ml hidróxido de Calcio + 5 ml de agua destilada, 25 ml hidróxido de Calcio), encontró asociatividad con un coeficientes de correlación  $R^2 = 0.9895$  ( $r = 0.99$ ) respectivamente, indicándonos que ha cada aumento en la dosis de hidróxido de calcio y disminución de dosis de agua destilada hay cambio (incremento) en el pH.

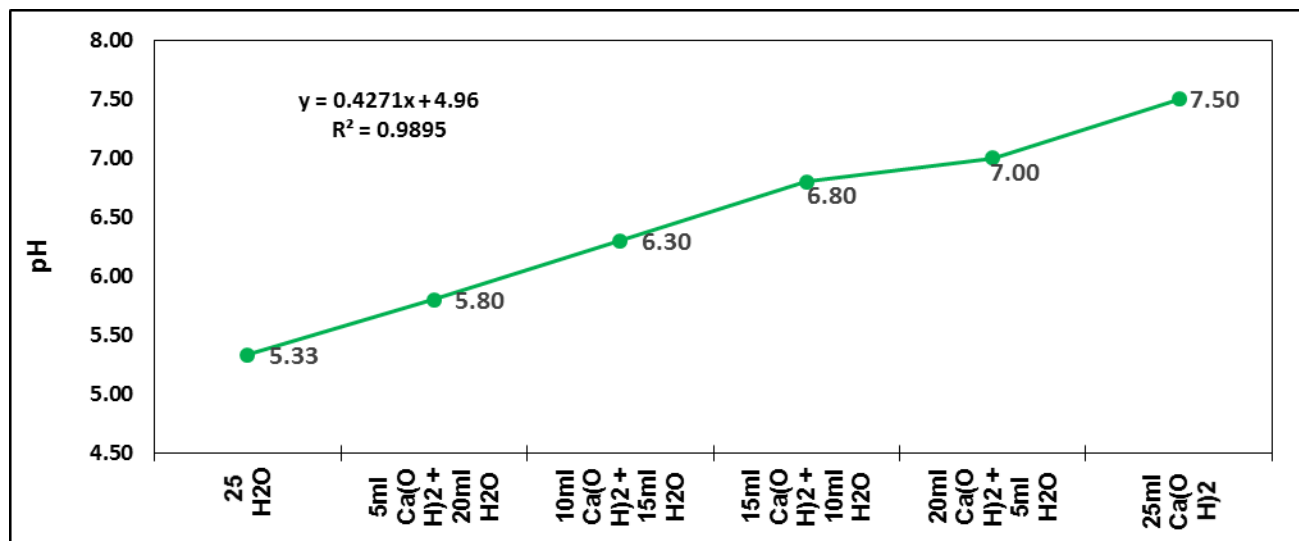


Figura 3. Dinámica del pH del suelo y la proporción de adición de agua + Ca(OH)<sub>2</sub>



Los promedios con adición del hidróxido de calcio más agua, en función de los tratamientos evaluados se presenta en el Tabla 5 que los tratamientos, correspondiente al  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  20ml más 5ml de agua destilada permitió obtener un pH 7 (Figura 2), en los promedios de las muestras estudiadas; también se observa un adecuado incremento del pH ácido a pH alcalino con la adición del hidróxido de calcio en las muestras estudiadas.

El material utilizado en la práctica de suelo es el hidróxido de calcio [ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ] conocido como cal hidratada, son fuentes de rápida reacción en el suelo, Los suelos difieren en su capacidad de amortiguamiento (oponerse a un cambio de pH). Normalmente los suelos con mayor contenido de materia orgánica y arcilla tienen mayor capacidad de amortiguamiento, por lo tanto, requieren mayor cantidad de enmienda para un cambio de pH. Esta característica de los suelos depende de su capacidad de intercambio catiónico (CIC).

Los resultados obtenidos a la incorporación de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , pueden ser utilizado en el tratamiento de suelos en relación del pH de los cultivos, en varios grados o cantidades, dependiendo del objetivo. Una mínima cantidad de cal para tratamiento se utiliza para secar y modificar temporalmente los suelos. Sin embargo, hay que mencionar que los materiales a base de carbonatos y silicatos neutralizan la acidez a través de la hidrólisis de los iones  $\text{CO}_3^{-2}$  y  $\text{SiO}_3^{-2}$  que son bases débiles. Los óxidos y los hidróxidos, aun cuando son más efectivos, son difíciles de manejar y es por ello que los carbonatos son los materiales más usados como encalado en agricultura (Espinoza, J. y Molina, E., *s.f*).

Lo encontrado en la investigación concuerdan con Castro y Guerrero (2018), en donde comprobó que los materiales encalantes usados como enmiendas simples (dolomitas calcinadas, dolomitas molidas, hidróxidos de calcio y magnesio, escorias básicas y cales vivas) presentan efecto significativo sobre el control de la acidez y sobre el incremento en la concentración de  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$  coloidal.

Además Que, L., & de Jesús, C. (2012), en estudio realizado menciona que el pH fue mayor a medida que se incrementó los niveles de hidróxido de calcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), independiente de los días de conservación. La materia seca (MS) disminuyó conforme transcurrieron los días de conservación, independientemente de los niveles de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

## Conclusiones

Se ha manifestado que la producción de los cultivos en suelos ácidos disminuye el potencial de rendimiento y calidad de las cosechas estas pueden ser en frutos, granos, hojas y cereales, por ejemplo, en algunas provincias del Ecuador, se ha visto disminuida por el efecto de la acidez.

Los resultados de la adición del  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , a cada una de las muestras se va incrementado a medida baja el incremento del agua; su pH que inicialmente es ácido (5.3); se mantiene ácido (5.8) con la incorporación de 5ml de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  más 20ml de agua; al seguir incrementando la solución se llega a neutro (6.8 y 7.0) con 15 y 20 ml  $\text{Ca}(\text{OH})_2$



(OH)<sub>2</sub> más 10 y 5ml de agua en la solución; estas soluciones en dosis más elevada el pH de ácido pasa a ser alcalino (7.5) con 25ml de Ca (OH)<sub>2</sub>, de la soluciones.

El uso del Ca (OH)<sub>2</sub> y agua en el suelo, sería una alternativa para implementar el buen manejo de las buenas practica agronómica en el uso y manejo de los suelos.

## Conflictos de intereses

Los autores no poseen conflictos de intereses.

## Contribución de los autores

1. Conceptualización: Joffre Daniel Pincay Menéndez, William Ausberto Merchán García, Bolívar Fabián Mendoza Marcillo, Agustín Hugo Álvarez Plúa, Richard Antonio Cornejo.
2. Curación de datos: Bolívar Fabián Mendoza Marcillo, Agustín Hugo Álvarez Plúa, Richard Antonio Cornejo.
3. Análisis formal: Joffre Daniel Pincay Menéndez, William Ausberto Merchán García, Bolívar Fabián Mendoza Marcillo.
4. Investigación: Joffre Daniel Pincay Menéndez, William Ausberto Merchán García, Bolívar Fabián Mendoza Marcillo.
5. Metodología: Bolívar Fabián Mendoza Marcillo, Agustín Hugo Álvarez Plúa, Richard Antonio Cornejo.
6. Software: Joffre Daniel Pincay Menéndez, William Ausberto Merchán García.
7. Validación: Bolívar Fabián Mendoza Marcillo, Agustín Hugo Álvarez Plúa, Richard Antonio Cornejo.
8. Visualización: Joffre Daniel Pincay Menéndez, William Ausberto Merchán García.
9. Redacción – borrador original: Joffre Daniel Pincay Menéndez, William Ausberto Merchán García, Bolívar Fabián Mendoza Marcillo, Agustín Hugo Álvarez Plúa, Richard Antonio Cornejo.
10. Redacción – revisión y edición: Joffre Daniel Pincay Menéndez, William Ausberto Merchán García, Bolívar Fabián Mendoza Marcillo, Agustín Hugo Álvarez Plúa, Richard Antonio Cornejo.

## Financiamiento

La investigación no requirió fuente de financiamiento.

## Referencias



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

- Amaza, O. 2010. Propiedades químicas del suelo. Disponible en: <http://darkbankai1990.blogspot.com/>
- Bautista, C; Etchevers, B; R.F. del Castillo y Gutiérrez. 2004. La calidad del suelo y sus indicadores. Disponible en: [www.um.es/gtiweb/allmetadata/calidad%20suelo.htm](http://www.um.es/gtiweb/allmetadata/calidad%20suelo.htm)
- Bembibre, C. 2011. Suelo Agrícola. Definición ABC. Disponible en: <https://www.definicionabc.com/medio-ambiente/suelo-agricola.php>.
- 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.
- Espinoza, J. Molina, E. *s.f.* Acidez y Encalado de los Suelos. Primera Edición. International Plant Nutrition Institute IPNI. Costa Rica. Pag. 13.
- Motato, A. N, & Pincay, M. J. (2015). Calidad de los suelos y aguas para riego en áreas cacaoteras de Manabí. *La técnica*, (14), 6-23.
- Que, L., & de Jesús, C. (2012). Efecto del hidróxido de calcio en el mejoramiento del valor nutritivo de alimentos a base de residuos de la cosecha mecanizada de la caña de azúcar (Master's thesis).
- Rigola, M. 2005 Tratamiento de aguas industriales. Aguas de procesos y residuales. Alafaomega. Santa Fé de Bogotá, Colombia. Libro Marcombo. Pág. 157.
- Smart Fertilizer. (s.f.). La acidez del suelo. Obtenido de Smart-fertilizer.com: <https://www.smart-fertilizer.com/es/articles/soil-acidity>

