

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE
DE DIOS**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE**



**“Efecto comparativo entre el silicato di-tricálcico con la cal agrícola,
dolomita y roca fosfórica en la corrección de pH en suelos ácidos de
Madre de Dios”**

TESIS PRESENTADA POR:

Bachiller: LASTEROS CÁCERES,
Nelson Romario

PARA OPTAR AL TÍTULO
PROFESIONAL DE
INGENIERO FORESTAL Y MEDIO
AMBIENTE

ASESOR: M. Sc. VÁSQUEZ
ZVALETA, Telésforo

PUERTO MALDONADO, 2022

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE
DE DIOS**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE**



**“Efecto comparativo entre el silicato di-tricálcico con la cal agrícola,
dolomita y roca fosfórica en la corrección de pH en suelos ácidos de
Madre de Dios”**

TESIS PRESENTADA POR:

Bachiller: LASTEROS CÁCERES,
Nelson Romario

PARA OPTAR AL TÍTULO
PROFESIONAL DE
INGENIERO FORESTAL Y MEDIO
AMBIENTE

ASESOR: M. Sc. VÁSQUEZ
ZAVALETA, Telésforo

PUERTO MALDONADO, 2022

DEDICATORIA

A mi querida Madre Pascuala Cáceres Soto, que, con su paciencia, esfuerzo, y coraje me brindo la motivación a seguir adelante pese a las dificultades económicas nunca me hizo faltar recursos, siempre me apoyó para que culmine mis estudios con éxito. Gracias Madre por tanto amor y cariño.

A mi querido Padre Máximo Lasteros Quispe, quien, con sus consejos, apoyo, y paciencia me enseñó que todo es posible en la vida, que siempre podemos aportar a nuestra sociedad. Gracias por sacarme adelante y poder lograr mis objetivos.

A mis tías, Zoila y Paula que siempre mantuvieron una esperanza viva que terminaría mis estudios pese a las dificultades académicas, pese a las dificultades económicas, Muchas gracias, tía Paula y Zoila por haberme apoyado e inculcado valores desde muy pequeño.

A mis hermanos, Bery Sonia y Plinio David que estuvieron presentes en mi formación profesional apoyándome en los momentos más difíciles.

AGRADECIMIENTOS

Infinitamente agradezco a mi querida Alma Mater, “Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios”, a la escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente, por darme la oportunidad de pertenecer a la hermosa familia forestal, a mis docentes que me brindaron mucho conocimiento, experiencia y sabiduría como parte de mi formación profesional y académica durante los 5 años.

Al Ing. M. Sc. Telésforo Vásquez Zavaleta, quien con su conocimiento, experiencia y sabiduría me brindo asesoramiento en la formulación y desarrollo de la tesis hasta el último momento y presentar el informe final de tesis.

A Eber y Juliño por haberme apoyado en el proceso de medición del pH durante los 5 meses, ayudándome sin ningún tipo de interés pusieron su máximo esfuerzo, disciplina y responsabilidad para el desarrollo correcto de las mediciones.

Asimismo, agradezco al Laboratorio de Química Agrícola de Valle Grande - Ica, quien colaboró con los diferentes análisis de Potencial de Neutralización de las cuatro enmiendas inorgánicas sólidas.

PRESENTACIÓN

Las investigaciones sobre encalado en suelos ácidos en la región son muy pocas, pero esto no quita la relevancia que tiene el uso de diferentes enmiendas para aumentar el pH en los suelos ácidos, el mencionado estudio inicia con el propósito de contribuir con el conocimiento y datos sobre efecto de diferentes enmiendas con diferentes dosis, tiempos de reacción para aumentar el pH y determinar el mejor efecto en el suelo ácido.

En la presente investigación se determinó el efecto comparativo de 4 enmiendas: (silicato di-tricálcico (cemento)), cal agrícola, dolomita y roca fosfórica, aplicando el principio de calidad de material encalante se consideró el tamaño de partículas, forma química, pureza del material y el poder relativo de neutralización en la corrección de acidez (pH) de suelos, dado que el pH tiene mucha influencia en la disponibilidad de nutrientes, toxicidad por aluminio, desarrollo radicular, etc. Se experimentó con 4 diferentes dosis de cada enmienda y se evaluó el tiempo de reacción a los 15, 45, 90, 135 días, bajo el método de incubación.

Es importante resaltar que el método de incubación es una técnica de laboratorio para estudiar en forma económica, rápida y aproximada la dosis a emplear en campo definitivo de algún insumo encalante.

Por otro lado, cabe mencionar que el silicato di-tricálcico, comúnmente conocido como cemento, tiene en su composición 42,81 % de CaO y un potencial de neutralización de 2,28, similar a la cal agrícola que se utiliza en nuestro país (41 % de CaO y 1,9 de Potencial de neutralización), pero con costos diferenciados, siendo el costo del cemento casi tres veces más económico que la cal agrícola (1,8 soles por kilo de cal agrícola vs 0,6 soles kilo de cemento); sin embargo, el cemento no es utilizado como enmienda para corregir el pH, disminuir el aluminio y aumentar el contenido de Calcio en los suelos; por tanto, por las cuestiones de costos y efectividad de los resultados que se obtuvieron en el presente estudio, que son alentadores, se debe considerar el uso de este recurso en la agricultura de nuestra región y porque no en nuestro país.

RESUMEN

La finalidad del presente estudio fue determinar el efecto comparativo en la corrección del pH utilizando las siguientes enmiendas, silicato di-tricálcico (cemento), cal agrícola, dolomita y roca fosfórica en suelos ácidos de Madre de Dios mediante el método de incubación en el Vivero Fondo el bosque UNAMAD. Para lo cual se utilizó un suelo ácido de pH 4,14. Posteriormente, se hizo la caracterización en el laboratorio. Asimismo, se realizó un análisis químico a cada enmienda para determinar las dosis. El experimento comprendió de tres factores de evaluación, Factor enmienda (insumos): Silicato di-tricálcico, cal agrícola, dolomita y roca fosfórica; factor Dosis: con 4 dosis de cada insumo por kilogramo de suelo, silicato di-tricálcico (1,06 g/kg, 2,11 g/kg, 4,23 g/kg, 6,34 g/kg), cal agrícola (1,38 g/kg, 2,76 g/kg, 5,51 g/kg y 8,27 g/kg), dolomita (0,94 g/kg, 1,88 g/kg, 3,75 g/kg y 5,63 g/kg) y roca fosfórica (2,43 g/kg, 4,86 g/kg, 9,72 g/kg, 14,58 g/kg) y factor tiempo de reacción: 4 tiempos de evaluación (15, 45, 90, 135 días), cada combinación de estos factores con tres repeticiones de 1 kilogramo de suelo.

En la incubación primero se homogenizo todo el suelo retirando las hojas y agregados para posteriormente tamizar y pesar 1 kg de suelo, Luego colocamos en su respectiva bolsa codificada con cierre hermético añadiendo la dosis respectiva de la enmienda y por último se humedeció hasta capacidad de campo, después se procedió con la evaluación del pH, en cada tiempo de reacción mencionados anteriormente. Los resultados mostraron en la comparación del efecto entre el silicato di-tricálcico, cal agrícola, dolomita y roca fosfórica que las 4 enmiendas tuvieron efecto positivo en el pH a mayor dosis, en el caso del efecto en el tiempo de reacción fue mejor a los 90 días de la aplicación de la enmienda. Por otro lado, el silicato di-tricálcico tuvo mejor efecto sobre el pH en la dosis 4 aumentando a 5,89. A nivel de tratamiento 4 la dolomita presenta diferencia significativa en la corrección del pH respecto al Silicato di-tricálcico, 6,11 y 5,89 respectivamente. Sin embargo, supera el 5,5 de pH, el cual se disminuye sustancialmente la toxicidad del Al^{3+} .

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the comparative effect on pH correction using the following amendments, di-tricalcium silicate (cement), agricultural lime, dolomite, and phosphate rock in acidic soils of Madre de Dios using the incubation method in the nursery. I founded the UNAMAD forest. For which an acid soil of pH 4,14 was changed. Subsequently, the characterization was done in the laboratory. Likewise, a chemical analysis was conducted on each amendment to determine the doses. The experiment included three evaluation factors, Amendment factor (inputs): Di-tricalcium silicate, agricultural lime, dolomite and phosphate rock; Dose factor: with 4 doses of each input per kilogram of soil, di-tricalcium silicate (1,06 g/kg, 2,11 g/kg, 4,23 g/kg, 6,34 g/kg), agricultural lime (1,38 g/kg, 2,76 g/kg, 5,51 g/kg and 8,27 g/kg), dolomite (0,94 g/kg, 1,88 g/kg, 3,75 g /kg and 5,63 g/kg) and phosphate rock (2,43 g/kg, 4,86 g/kg, 9,72 g/kg, 14,58 g/kg) and reaction time factor: 4 evaluation times (15, 45, 90, 135 days), each combination of these factors with three repetitions of 1 kilogram of soil.

In the incubation, the entire soil was first homogenized by removing the leaves and aggregates to later sift and weigh 1 kg of soil, then we placed it in its respective coded bag with hermetic closure adding the respective dose of the amendment and finally it was moistened until field capacity, then proceeded with the evaluation of the pH, at each reaction time mentioned above. The results showed in the comparison of the effect between the di-tricalcium silicate, agricultural lime, dolomite, and phosphate rock that the four amendments had a positive effect on the pH at higher doses, in the case of the effect on the reaction time it was better at the 90 days from the application of the amendment. On the other hand, the di-tricalcium silicate had a better effect on the pH at dose four, increasing to 5,89. At treatment level 4, dolomite shows a significant difference in pH correction with respect to di-tricalcium silicate, 6,11 and 5,89, respectively. However, it exceeds 5,5 pH, which reduces the toxicity of Al^{3+} .