



UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA PESCA
Y VETERINARIA
CARRERA DE AGROPECUARIA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente practico del examen de carácter Complexivo,
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito
previo para obtener el título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

Efecto de la roca fosfórica como enmienda en el manejo de
suelos ácidos

AUTOR:

Patricio Alexander Valenzuela Barre

TUTOR:

Ing. Agr. Nessar Rojas Jorgge, M.Sc.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

2024

RESUMEN

El presente trabajo recopiló información referente a los efectos que causa la roca fosfórica como enmienda en suelos ácidos. Esta enmienda es un mineral natural rico en fósforo, desempeña un papel fundamental en la agricultura al mejorar la fertilidad del suelo y promover el crecimiento de las plantas. El objetivo de la investigación determinó los efectos positivos y negativos además la dosis de roca fosfórica para aplicación directa al suelo. Teniendo en cuenta que su aplicación como fertilizante suministra fósforo, esencial para procesos como el desarrollo de raíces, la formación de flores y semillas, y el almacenamiento de energía. La metodología planteada para llevar a cabo esta investigación de manera oportuna fue basada en documentos bibliográficos actualizados, teniendo en cuenta la veracidad de los mismos. La investigación sobre el uso de roca fosfórica en la agricultura es crucial para desarrollar alternativas sostenibles, mejorar la productividad del suelo y promover prácticas agrícolas respetuosas con el medio ambiente. Los resultados indican que al usar esta enmienda existe una mejor disponibilidad de otros nutrientes en el suelo y eficiente estimulación del desarrollo radicular. Las conclusiones expuestas en función del análisis de la información revisada determinaron que este compuesto beneficia especialmente a los suelos ácidos al corregir la acidez y mejorar la producción de cultivos. Antes de aplicar roca fosfórica, es crucial realizar un análisis detallado del suelo para comprender sus propiedades, niveles de acidez y necesidades específicas. Esto permitirá una aplicación más precisa y efectiva y de la misma manera potenciar sus beneficios.

Palabras claves: Aplicación, efectos, fósforo, roca fosfórica, suelos ácidos.

SUMMARY

The present work compiled information regarding the effects caused by phosphate rock as an amendment in acidic soils. This amendment is a natural mineral rich in phosphorus, it plays a fundamental role in agriculture by improving soil fertility and promoting plant growth. The objective of the research determined the positive and negative effects and the dose of phosphate rock for direct application to the soil. Taking into account that its application as a fertilizer supplies phosphorus, essential for processes such as root development, flower and seed formation, and energy storage. The methodology proposed to carry out this research in a timely manner was based on updated bibliographic documents, taking into account their veracity. Research on the use of rock phosphate in agriculture is crucial to develop sustainable alternatives, improve soil productivity and promote environmentally friendly agricultural practices. The results indicate that when using this amendment there is a better availability of other nutrients in the soil and efficient stimulation of root development. The conclusions presented based on the analysis of the reviewed information determined that this compound especially benefits acidic soils by correcting acidity and improving crop production. Before applying phosphate rock, it is crucial to perform a detailed soil analysis to understand its properties, acidity levels, and specific needs. This will allow a more precise and effective application and in the same way enhance its benefits.

Keywords: Application, effects, phosphorus, phosphate rock, acidic soils.

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	II
SUMMARY	III
1. CONTEXTUALIZACIÓN	1
1.1. Introducción	1
1.2. Planteamiento del problema	2
1.3. Justificación	2
1.4. Objetivos	3
1.4.1. Objetivo general	3
1.4.2. Objetivos específicos	3
1.5. Líneas de investigación	3
2. DESARROLLO	4
2.1. Marco conceptual	4
2.1.1. La acidificación de los suelos	4
2.1.2. Origen de los suelos ácidos	4
2.1.3. Clasificación de los suelos ácidos	5
2.1.4. Efectos de la acidez en el suelo	6
2.1.5. Roca fosfórica	6
2.1.5.1. Generalidades de la roca fosfórica	6
2.1.6. Composición y disponibilidad de nutrientes en roca fosfórica	7
2.1.7. Efectos de la roca fosfórica en suelos ácidos	8
2.1.8. Técnicas y métodos de aplicación de roca fosfórica	9
2.1.9. Dosificación de roca fosfórica en base a reglamentos de acidez. ..	10
2.1.10. Beneficios de la roca fosfórica en suelos ácidos.	12
2.2. Marco metodológico	12
2.3. Resultados	12
2.4. Discusión de resultados	13
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	15
3.1. Conclusiones	15
3.2. Recomendaciones	16
4. REFERENCIAS Y ANEXOS	17
4.1. Referencias bibliográficas	17
4.2. Anexos	20

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los suelos ácidos	5
Tabla 2. Composición química mínima garantizada en RF.	7
Tabla 3. La dosis recomendada de RF en diversos cultivos.	10

1. CONTEXTUALIZACIÓN

1.1. Introducción

La roca fosfórica es un mineral natural que contiene fosfato, un compuesto rico en fósforo, un nutriente esencial para el crecimiento de las plantas. Se forma por la fosilización de restos de organismos marinos y se encuentra en depósitos sedimentarios. Es una importante fuente de fósforo utilizado en la agricultura para mejorar la fertilidad del suelo y promover el crecimiento de los cultivos.

La roca fosfórica se utiliza como fertilizante para aportar fósforo a las plantas, ya que este elemento es esencial para procesos vitales como el desarrollo de raíces, la formación de flores, frutos y semillas, y para el almacenamiento y transferencia de energía en las plantas. La aplicación puede variar según la dosis, el método de aplicación y las condiciones específicas del suelo y del cultivo.

El fósforo se encuentra en el puesto número once en cuanto a su abundancia en la corteza terrestre. Se encuentra vinculado con elementos como el calcio, sodio, flúor, aluminio, magnesio, así como con metales pesados como el cadmio y radionucleidos como el uranio. Prácticamente todos los elementos de la tabla periódica pueden encontrarse en una roca fosfática (Castro y Melgar 2018).

Guachamín y Calvache (2002) menciona que en Ecuador, la diversidad de suelos debido a su geografía y clima genera limitaciones nutricionales en los cultivos adaptados a cada zona ecológica. Los suelos, especialmente en la región de la sierra y cerca de la cordillera oriental de Los Andes, carecen principalmente de fósforo, requiriendo fuentes que lo suministren a los cultivos. El descubrimiento de depósitos de roca fosfórica en la zona nororiental del país sugiere la viabilidad económica de usar estos materiales de bajo costo para suplir fósforo a los cultivos.

Varias organizaciones han realizado investigaciones exhaustivas sobre el uso de depósitos locales de roca fosfórica en suelos tropicales de América Latina, África, Asia y otros países. Durante la última década, se han logrado avances significativos en el uso de recursos de roca fosfórica para la implementación directa de sistemas de producción agrícola en todo el mundo (Zapata y Roy 2007).

El uso de roca fosfórica es muy beneficioso en suelos ácidos ya que tiene un efecto positivo en la producción de cultivos. En suelos con pH bajo, la roca fosfórica actúa como regulador de la acidez a la vez que aporta fósforo, un nutriente fundamental para el crecimiento de las plantas. Este aporte de fósforo facilita la producción de compuestos energéticos, favorece el desarrollo radicular y mejora la absorción de otros nutrientes, conduciendo a un aumento de la cantidad y calidad de las plantas.

1.2. Planteamiento del problema

Los suelos ácidos representan un gran desafío para la agricultura porque su bajo pH no limita la disponibilidad de los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas, especialmente el fósforo. Las rocas fosfatadas son una fuente natural de este nutriente, pero aún no se comprende completamente su eficacia para aumentar la productividad en suelos ácidos.

Este problema de investigación se centra en explorar estrategias óptimas para utilizar la roca fosfórica y superar los desafíos de los suelos ácidos. Considerando factores clave que influyen en la eficiencia del uso de este recurso, la composición química de la roca fosfórica, especialmente su contenido de fósforo y otros elementos.

1.3. Justificación

El fósforo es esencial para el crecimiento de las plantas. Investigar cómo la roca fosfórica puede mejorar la fertilidad del suelo y aumentar el fósforo disponible para las plantas podría tener implicaciones importantes para la productividad agrícola y, por tanto, la seguridad alimentaria. En resumen, el uso de roca fosfórica en la agricultura proporciona una fuente natural y gradual de fósforo, mejora la fertilidad del suelo, neutraliza la formación de ácido, reduce el impacto de los materiales en el medio ambiente y puede tener beneficios a largo plazo en la productividad de los cultivos.

Un estudio sobre el uso de roca fosfórica en la agricultura es crucial para encontrar alternativas sostenibles y efectivas que mejoren la productividad de los suelos, conserven el entorno natural, aborden desafíos relacionados con la

seguridad alimentaria y promuevan prácticas agrícolas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Determinar el efecto de la roca fosfórica sobre la acidez del suelo

1.4.2. Objetivos específicos

- Identificar el efecto de la roca fosfórica sobre la acidez del suelo.
- Establecer las cantidades necesarias de roca fosfórica con reglamento de acidez.

1.5. Líneas de investigación

Dominio: Recursos Agropecuarios, ambiente, biodiversidad y Biotecnología.

Líneas: Desarrollo agropecuario.

Sublínea: Conservación de suelos y agua.

2. DESARROLLO

2.1. Marco conceptual

2.1.1. La acidificación de los suelos

La acidificación del suelo ocurre cuando el pH disminuye debido al aumento de iones de hidrógeno y la disminución del potencial de neutralización de las bases. Aunque un suelo es naturalmente ácido y un organismo es adaptable, un suelo con un pH bajo puede inhibir el crecimiento de plantas y microorganismos. En condiciones normales, los cationes rodean la micela coloidal en un orden específico, con calcio, magnesio, potasio y sodio predominantemente presentes y una pequeña cantidad de aluminio intercambiable. Sin embargo, en suelos ácidos, la presencia de aluminio cambia esta estructura y se convierte en el catión predominante (Castillo 2012).

Los suelos ácidos tropicales de América Latina tienen poca cantidad de nutrientes esenciales y alta acidez, principalmente por la presencia de Al^{+3} . Esto destaca la importancia de entender la dinámica de los nutrientes para manejarlos adecuadamente y garantizar la nutrición óptima de los cultivos. Las plantas necesitan una provisión adecuada de nutrientes durante todas las etapas de su ciclo vegetativo para un desarrollo y producción normales (Castillo 2012).

2.1.2. Origen de los suelos ácidos

Zhang (2022), menciona que los suelos ácidos tienen su origen en diversos procesos naturales y actividades humanas. Algunas de las causas principales incluyen:

a). Lluvia y lixiviación

Las altas precipitaciones, como la lluvia, pueden ser un factor determinante en la eliminación sostenida de cationes básicos durante un período prolongado, incluso miles de años. La capacidad de la lluvia para acidificar el suelo es más evidente cuando el agua se filtra rápidamente a través del suelo, siendo los suelos arenosos los primeros en acidificarse debido a su limitada capacidad para retener bases, debido a su bajo contenido en arcilla y materia orgánica. Es importante señalar que el proceso de acidificación del suelo debido a la precipitación es

gradual y pueden pasar cientos de años hasta que el nuevo material se vuelva ácido en condiciones de alta precipitación (Granados *et al.* 2010).

b). Descomposición de materia orgánica

La descomposición de compuestos orgánicos produce ácidos orgánicos, que son ácidos débiles. Aunque la contribución de la materia orgánica a los suelos ácidos es pequeña, sus efectos sólo pueden medirse a lo largo de muchos años observando los efectos acumulativos dentro de un campo.

Según Castellanos (2014), esta descomposición de materia orgánica produce iones de hidrógeno (H⁺), los cuales son responsables de la acidez del suelo. Asimismo, el dióxido de carbono (CO₂) generado durante el proceso de descomposición de la materia orgánica reacciona con el agua del suelo, resultando en la formación de un ácido débil conocido como ácido carbónico. Este ácido guarda similitud con aquel que se forma cuando el CO₂ atmosférico reacciona con la lluvia, dando origen de manera natural a la lluvia ácida.

c). La producción de cultivos

La cosecha afecta la acidez del suelo ya que los cultivos absorben elementos similares a la cal medida que crecen. Al cosechar y sacar el producto del campo se elimina parte del material base, lo que neutraliza el ácido producido por otros procesos. Esto da como resultado un aumento neto de la acidez del suelo, lo que resulta en bajos rendimientos de los cultivos (Mejía 2018).

2.1.3. Clasificación de los suelos ácidos

Los suelos ácidos se pueden clasificar de diversas maneras, considerando diferentes criterios (Tabla 1), (Osorio 2012).

Tabla 1. Clasificación de los suelos ácidos

Categorías	pH	Efectos
Extremadamente ácido	Menor a 4,5	Condiciones muy desfavorables
Muy fuertemente ácido	4,5 – 5	Posibles efectos de toxicidad

Fuertemente ácido	5,1 – 5,5	Deficiente asimilación de algunos elementos
Medianamente ácido	5,6 – 6	Adecuado para la mayoría de los cultivos
Ligeramente ácido	6,1 - 6,5	El más adecuado para la asimilación de nutrientes
Neutro	6,5 – 7,3	Efectos tóxicos mínimos

Fuente: Adaptado de Osorio 2012.

2.1.4. Efectos de la acidez en el suelo

Rivera *et al.* (2018), indica que la acidificación del suelo conlleva una disminución en el crecimiento de las plantas debido a la reducción en la disponibilidad de nutrientes esenciales como calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K) y fósforo (P). Este fenómeno favorece la solubilidad de elementos tóxicos en el suelo, como el aluminio (Al) y el manganeso (Mn), lo cual resulta perjudicial para el desarrollo saludable de las plantas. Usualmente, la toxicidad causada por el aluminio emerge como el factor predominante, teniendo repercusiones directas en el metabolismo de las plantas.

Esto se refleja en una alteración directa del transporte de iones y agua a través de las membranas celulares de las raíces, impidiendo la absorción de los nutrientes esenciales necesarios para el correcto crecimiento de las plantas. Además, se produce un acortamiento y agrandamiento de las raíces, lo que afecta la capacidad de la planta para absorber agua y nutrientes, especialmente fosfato. En los trópicos húmedos, la acidez resulta ser un factor limitante del rendimiento (Rivera et al. 2018).

2.1.5. Roca fosfórica

2.1.5.1. Generalidades de la roca fosfórica

La roca fosfórica hace referencia a sustancias y compuestos químicos que contienen una alta concentración de minerales fosfatados, los cuales se han formado a través de procesos naturales. También se refiere al producto obtenido

tras la extracción de minerales fosfatados de una mina y su posterior procesamiento. Además de los minerales fosfatados, estos depósitos suelen contener otros minerales e impurezas conocidos como "gangas" (Canteras *et al.* 2008).

Si el contenido de P₂O₅ supera el 20%, se clasifica como fosforita, cuyo apatito es una materia prima esencial en la producción de fósforo elemental, ácido fosfórico y otras sales fosfóricas utilizadas en diversas industrias químicas. Las concentraciones de P₂O₅ pueden variar entre diferentes minas; si el porcentaje es mayor al 20%, la fosforita resulta adecuada para la obtención de termofosfatos, ácido fosfórico, rocas fosfóricas parcialmente aciduladas y nitrofosfatos. (Almeida y Niño 2010).

El fósforo desempeña un papel importante como macronutriente en el crecimiento y rendimiento de las plantas, en funciones fisiológicas aspectos importantes como la división celular, la fotosíntesis, el desarrollo del sistema radicular y la utilización de carbohidratos (Illmer y Schinner 1995).

2.1.6. Composición y disponibilidad de nutrientes en roca fosfórica

Namuche (2021) menciona que, la roca fosfórica es un mejorador de suelos aplicable a todo tipo de cultivos de manera directa. Su componente principal, el (P₂O₅), es esencial para el desarrollo óptimo de las plantas, proporcionando nutrientes que fortalecen y energizan el crecimiento de los cultivos. Incluye fósforo de liberación gradual, lo que favorece la disponibilidad constante de este nutriente en el cultivo. Es importante tener en cuenta que, además del fósforo, la roca fosfórica también puede contener otros elementos y minerales en proporciones variables, dependiendo de la fuente geológica (Tabla 2).

Tabla 2. Composición química mínima garantizada en RF.

Nutrientes	Porcentaje %
Fósforo (P₂O₅)	21 % - 23 %
Calcio (CaO)	32 % - 42 %
Silicio (Si)	10% - 16%
Azufre (S)	1.4 % - 2.0 %

Magnesio (MgO)	0.5 % - 1.0%
Hierro (F2O3)	0.5 % - 1.0 %
Cobre (Cu)	0.001 % - 0.005 %
Zinc (Zn)	0.005 % - 0.030 %
Sodio (Na)	1.0 % - 1.5 %

Fuente: Adaptado de Namuche 2021.

La roca fosfórica es fuente de fósforo y presenta diferencias en su composición y disponibilidad de nutrientes dependiendo de su origen y del procesamiento al que ha sido sometida. De forma natural, contiene principalmente fosfatos minerales, como el fosfato cálcico. Sin embargo, el fósforo en su estado natural puede tener una disponibilidad limitada en suelos ácidos porque tiende a formar compuestos poco solubles en condiciones ácidas. (Zapata y Roy 2007).

2.1.7. Efectos de la roca fosfórica en suelos ácidos

Fertilab (2016), indica que las rocas de fosfato tienen menos impacto en el medio ambiente. Las rocas fosfatadas, que requieren un procesamiento metalúrgico mínimo, ayudan a reducir los impactos ambientales negativos. La aplicación directa al suelo elimina el tradicional proceso de acidificación líquida en la producción de fertilizantes fosfatados, evitando así la creación de residuos nocivos para el medio ambiente.

Su aplicación en suelos ácidos puede tener varios efectos beneficiosos:

a). Corrección del pH:

La roca fosfórica puede tener propiedades alcalinizantes, lo que significa que puede ayudar a corregir la acidez del suelo al aumentar su pH. Esto es beneficioso porque muchos cultivos prefieren un rango de pH ligeramente ácido a neutro para un crecimiento óptimo (INTAGRI 2017).

b). Liberación gradual de fósforo

La roca fosfórica libera fósforo de manera gradual a lo largo del tiempo. Este proceso de liberación lenta puede ser beneficioso ya que proporciona una fuente continua de fósforo disponible para las plantas durante un período prolongado (Zapata y Roy 2007).

c). Mejora de la disponibilidad de otros nutrientes

Al corregir el pH del suelo y proporcionar fósforo, la roca fosfórica puede contribuir a mejorar la disponibilidad de otros nutrientes en el suelo. La corrección del pH puede facilitar la absorción de nutrientes por parte de las plantas (Sequera y Ramírez 2003).

d). Estimulación del desarrollo radicular

El fósforo es esencial para el desarrollo de las raíces de las plantas. La aplicación de roca fosfórica puede estimular el crecimiento radicular, lo que contribuye a una mejor absorción de nutrientes y una mayor resistencia de las plantas al estrés (Munera y Meza 2012).

Agroquímicos Arca (2021) indica que desafortunadamente, aunque se han resaltado aspectos favorables de este producto, también se manifiestan ciertos inconvenientes. A continuación, se detallan las principales desventajas:

- Es necesario caracterizar cada fuente de roca fosfórica para evaluar bajo qué circunstancias y tipos de suelos pueden ser altamente efectivas.
- Carece de un sistema bien definido para evaluar la eficiencia agronómica de su uso.
- Tienen composición química extremadamente variable y también pueden contener metales pesados y otros elementos que pueden ser dañinos

2.1.8. Técnicas y métodos de aplicación de roca fosfórica

Abonos Biormin (2021), señala que la forma de aplicación de la roca fosfórica se la puede realizar en la siguiente manera:

En tierra arada: se recomienda incorporar la roca fosfórica en los primeros 15-20 cm utilizando herramientas como el arado o la rastra.

En cultivos perennes: la aplicación se realiza en la superficie alrededor del plato del árbol, aprovechando la acidez del suelo en esa zona, comúnmente

causada por el efecto residual de fertilizantes nitrogenados. Esta aplicación se realiza dispersando la roca fosfórica de manera uniforme.

Antes de sembrar la planta: resulta práctico añadir un poco de roca fosfórica en el hoyo de siembra antes de colocar la planta y otro tanto en la superficie circundante.

No todas las rocas fosfóricas pueden ser aplicadas directamente con eficacia; muchas requieren evaluaciones previas, especialmente aquellas con niveles de reactividad moderados a bajos (INTAGRI 2017).

2.1.9. Dosificación de roca fosfórica en base a reglamentos de acidez.

Se usa como fertilizante de aplicación directa e insumo para la producción de superfosfatos, ácido fosfórico y otros derivados. En suelos ácidos, propios de las zonas lluviosas, se usa como fertilizante de aplicación directa con excelentes resultados, compitiendo en rendimiento con los súper fosfatos. La acidez de los suelos facilita la disolución del FosBayobar y lo pone a disposición de la planta (Zambrano 2015).

Además, contiene de 30% a 33% (aproximadamente) de óxido de calcio (CaO) contribuyendo a corregir la acidez. Dosificación de la roca fosfórica: depende del nivel de fertilidad del suelo (en fósforo) y de la necesidad de cada cultivo, en general se podría considerar un rango de 200 a 300kg de producto por hectárea. Se debe aplicar en el momento de la siembra y las demás etapas fenológicas del cultivo (Zambrano 2015).

En suelos ácidos, sus resultados en el rendimiento de los cultivos son similares a los rendimientos obtenidos con superfosfatos. La dosificación de roca fosfórica depende de la cantidad de fósforo disponible en el suelo y las necesidades de cada cultivo. También debe ser aplicada en cada etapa de crecimiento de la planta como mantenimiento (Tabla 3), (ROFECO 2022).

Tabla 3. La dosis recomendada de RF en diversos cultivos.

Cultivo	Aplicación	Dosis
---------	------------	-------

Soya / frijol	Aplicar al suelo con rastrillo o esparcir en surcos a sembrar	400 kg/ha
Frutales	Incorporar en la siembra y alrededor del tallo en crecimiento y producción	500 g/planta
Maíz	Incorporar con las ultimas rastrilladas	500 Kg/ha
Palma aceitera	Aplicar al trasplante y repetir anualmente alrededor de la copa del árbol	1-2 Kg/planta
Arroz	Al voleo antes de siembra incorporándola al rastrillar.	500 Kg/ha
Banano	Esparcir alrededor del tallo de la planta al inicio y en etapa de crecimiento	300 - 500 Kg/ha
Café	Al trasplante y repetir a los 45 y 60 días	300 - 500 Kg/ha
Caña de azúcar	En el fondo del surco, se tapa luego se siembra la semilla	300 - 500 Kg/ha
Mango, papaya, cacao	Incorporar y/o esparcir alrededor de la copa del árbol, al inicio y en etapa de crecimiento de la fruta	500 - 1000 g/planta

Fuente: Tomado de ROFECO 2022.

La aplicación de fertilizantes en dosis variables implica adaptar las cantidades de fertilizantes aplicadas según las necesidades individuales de cada área o planta dentro de un campo o cultivo. En contraposición a una distribución uniforme de fertilizantes en toda la parcela, esta práctica considera la variabilidad de las condiciones del suelo y los requerimientos nutricionales específicos de las plantas (Cerqueira *et al.* 2010).

Previo a la aplicación de cualquier enmienda, se llevan a cabo pruebas de suelo para analizar tanto el pH como el contenido de fósforo. Este proceso permite evitar la aplicación excesiva de roca fosfórica como fertilizante o enmienda, asegurando que se cumplan con los estándares de calidad y seguridad establecidos (Casares 2017).

2.1.10. Beneficios de la roca fosfórica en suelos ácidos.

Agricultura (2023) indica que la roca fosfórica, además de suministrar fósforo, calcio y silicio al suelo y las plantas, es un producto completamente natural que cumple con los estándares y normativas de la agricultura ecológica y orgánica. Gracias a su contenido otorga los siguientes beneficios:

- Activa el desarrollo de las raíces
- Aumenta la precocidad
- Fomenta la fructificación
- Ayuda las bacterias fijadoras de nitrógeno
- Mejora la calidad del producto cosechado
- Eleva el pH del suelo

2.2. Marco metodológico

Para el presente documento se reúne información de documentos actuales artículos de investigación, bibliotecas virtuales y sitios web para ayudar a presentar las opiniones e ideas de los actores que permitan desarrollos de investigación.

Se identificaron temas relevantes en el efecto de la roca fosfórica como enmienda en el manejo de suelos ácidos. Este trabajo se desarrolló como una investigación bibliográfica no experimental utilizando la técnica de análisis, revistas, textos actuales, artículos síntesis y resumen de los datos recopilados.

2.3. Resultados

La aplicación de roca fosfórica en suelos ácidos suele estar asociada con un incremento en la disponibilidad de fósforo para las plantas. Este nutriente es esencial para el crecimiento y desarrollo de los cultivos. La roca fosfórica puede contribuir a mejorar la fertilidad del suelo al proporcionar fósforo, así como otros elementos traza. Esto puede tener efectos positivos en la capacidad del suelo para soportar cultivos.

Optimiza el pH del suelo La aplicación de roca fosfórica influye en el pH del suelo, ayudando a neutralizar la acidez. Esto es especialmente relevante en suelos ácidos, donde la roca fosfórica no solo suministra fósforo, sino que también puede contribuir a la corrección del pH.

Se pueden observar aumentos en la biomasa vegetal y el rendimiento de los cultivos como resultado de la aplicación de roca fosfórica. Esto se debe a la mejora en la disponibilidad de fósforo, un nutriente esencial para el desarrollo de las plantas.

La aplicación de roca fosfórica puede ocasionar cambios en las propiedades químicas del suelo, como el contenido de nutrientes y la capacidad de intercambio catiónico. La presencia de roca fosfórica puede tener efectos sobre la microbiota del suelo, ya que la disponibilidad de fósforo puede afectar la actividad microbiana y la descomposición de la materia orgánica.

Es fundamental tener en cuenta que la respuesta a la aplicación de roca fosfórica puede depender de diversos factores, como la fuente y la cantidad de roca fosfórica utilizada, las características específicas del suelo, las condiciones climáticas y el tipo de cultivo. Cada estudio debe evaluarse individualmente para comprender completamente los resultados y las implicaciones en el contexto particular de la investigación.

2.4. Discusión de resultados

Uno de los efectos que se identificó durante el presente estudio de caso en cuanto al uso de roca fosfórica fue que su aplicación ayuda a contrarrestar la acidez del suelo, contribuyendo así a mantener un pH más equilibrado. Además, su uso en suelos ácidos proporciona un suministro gradual de fósforo, ayudando a mejorar la salud y el desarrollo de los cultivos concordando con INTAGRI (2017). El usar roca fosfórica reactiva el suelo y elimina el proceso de acidificación en condiciones de humedades teniendo en cuenta que siendo este un fertilizante soluble la planta logra asimilar mejor el fósforo.

Por consiguiente, el fósforo presente en la roca fosfórica se relacionó con otros nutrientes en el suelo, mejorando su disponibilidad para las plantas dando un resultado mejor en el rendimiento global del cultivo. Por lo tanto el uso de roca fosfórica en suelos ácidos no solo contribuye a corregir la acidez, sino que también actúa restableciendo la existencia de nutrientes esenciales para el cultivo y favoreciendo un ambiente más propicio para el crecimiento de las plantas, concordando con investigaciones de Sequera y Ramírez (2003), quienes indicaron

que el contenido de fósforo en un cultivo puede ser un desafío en la agricultura y el uso de roca fosfórica permitirá ir favoreciendo un ambiente más propicio en cuanto a la disponibilidad de otros nutrientes en el crecimiento de las plantas.

Para establecer las cantidades necesarias de roca fosfórica en suelos ácidos es necesario tomar en cuenta diversos factores, incluyendo la magnitud de la acidez presente en el suelo, las características específicas del suelo y las necesidades de los cultivos. En el caso de banano la aplicación de 400 kg por hectárea generó buenos resultados incrementando el pH del suelo a niveles óptimos según los niveles de acidez, así mismo investigaciones realizadas de Castro y Melgar (2018), indicaron que, para que las plantas absorban las cantidades de fósforo necesarias para producir buenos rendimientos, la concentración de fósforo en la solución suelo que está en contacto con las raíces debe ser renovada continuamente durante todo el ciclo de crecimiento.

Las dosis de roca fosfórica puede variar de acuerdo a los cultivos, las dosis están entre 300 a 1500 Kg/ha, en el caso del cultivo de palma aceitera la dosis investigadas fueron de 1 a 2 kg por plantas, es importante ajustar la dosis según las necesidades específicas del suelo lo que concuerda con lo manifestado por Casares (2017), Antes de aplicar cualquier enmienda se debe realizar pruebas de suelo para evaluar el pH y el contenido de fósforo, para así poder evitar la sobre aplicación de la roca fosfórica como fertilizante de enmienda, cumpliendo con ciertos estándares de calidad y seguridad.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. Conclusiones

La utilización de roca fosfórica se ha evidenciado como un método eficaz para neutralizar la acidez del suelo. Luego de que los resultados señalaran un incremento considerable en el pH, indicando así que esta adición puede jugar un papel importante en contrarrestar las condiciones ácidas del suelo.

En definitiva, la roca fosfórica registró un incremento en la disponibilidad de fósforo en el suelo tras su aplicación. Por lo tanto, esto implica que la roca no solo cumple la función de corregir la acidez, sino que además suministra de manera continua el fósforo esencial para el crecimiento y desarrollo de las plantas.

A través de este estudio, se logró establecer las cantidades óptimas de roca fosfórica requeridas para obtener resultados significativos en el caso de cultivos perennes las dosis oscila entre 1 a 2 Kg/planta y en cultivos de ciclo corto por lo general la aplicación recomendada es de 300 a 500 Kg/ha, para de esta manera maximizar la eficiencia de la enmienda y de la misma forma garantizar un suministro adecuado de fósforo para el crecimiento de las plantas.

Al concluir el análisis de este estudio, se destaca la importancia de adaptar las cantidades de roca fosfórica de acuerdo con las especificidades y regulaciones propias de cada tipo de suelo. Sin embargo, las distintas características del suelo pueden implicar requerimientos variables de la enmienda para lograr los resultados más eficientes en cuanto a la producción.

3.2. Recomendaciones

Antes de aplicar roca fosfórica, es crucial realizar un análisis detallado del suelo para comprender sus propiedades, niveles de acidez y necesidades específicas. Esto permitirá una aplicación más precisa y efectiva y de la misma manera potenciar sus beneficios

Tener en cuenta las condiciones climáticas locales, ya que estas pueden influir en la velocidad de descomposición de la roca fosfórica y su efecto en la acidez del suelo. Por otra parte deberíamos adaptar la frecuencia de aplicación según las estaciones, esto puede ser beneficioso.

La dosificación adecuada mencionada en el presente documento nos ayudará a ajustar la cantidad de roca fosfórica de acuerdo con las necesidades específicas del suelo y los cultivos teniendo en cuenta que en cultivos perennes la dosis establecida está entre 1 a 2 Kg/ planta y en cultivos de ciclo corto entre los 300 a 500 Kg/ha. Esto evitará aplicar cantidades excesivas, ya que podría tener impactos negativos en el equilibrio del suelo.

Realizar un monitoreo constante del pH del suelo para de esta manera evaluar la efectividad de la aplicación de roca fosfórica. Asimismo, ajustar las cantidades o dosificaciones según sea necesario para mantener la conformidad con los reglamentos y así lograr asegurar un equilibrio adecuado.

4. REFERENCIAS Y ANEXOS

4.1. Referencias bibliográficas

- Abonos Biormin. 2021. ¿Qué es la roca fosfórica? (en línea). Consultado 12 feb 2021. Disponible en <https://www.abonosbiormin.com/publicaciones/blogs/que-es-la-roca-fosforica#:~:text=EN%20TIERRA%20ARADA%3A%20EI%20m%C3%A9todo,superficie%20del%20plato%20del%20%C3%A1rbol.>
- Agroquímicos Arca. 2021. Roca fosfórica como fertilizante para las plantas (en línea). Consultado 4 mar. 2024. Disponible en <https://www.facebook.com/1064814503718810/photos/a.1285340131666245/1627438707456384/?type=3>
- Almeyda, A; Niño, R. 2010. Obtención de abono enriquecido a partir de roca fosfórica y leonardita mediante procesos piro metalúrgicos y químicos. Tesis Ing. Quím. Bucaramanga. UIS. 49p.
- Canteras, V; Mateus, E; Muñoz, F; Montoya, C; Herrera, J; Loy, J. 2008. Selección de la mejor alternativa para la industrialización de la roca fosfórica del Departamento del Huila Neiva, Gobernación del Huila. 138p.
- Casares, M. 2017. Nutrición vegetal, importancia del fósforo en las plantas (en línea). Consultado 13 feb 2024. Disponible en <https://blogagricultura.com/nutricion-vegetal-fosforo/>
- Castellanos, J. 2014. Acidez del suelo y su corrección (en línea). Hojas técnicas de fertilab, México. 4 p. Consultado 9 feb 2024. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/suelos/manejo-y-correccion-de-acidez-de-suelo>
- Castillo, A. 2012. Acidificación de los suelos e intercambio catiónico (en línea). 1 ed. Villavicencio. Colombia. CORPOICA. 164 p. Consultado 8 feb. 2024. Disponible en https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/12469/Ver_documento_12469.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Castro, L; Melgar, R.2018. Rocas fosfóricas. Minerales para la agricultura en Latinoamérica (en línea).Revista CYTED 13(2): 1-29p.
- Esto es agricultura. 2022. Roca fosfórica agrícola, qué es, usos y propiedades (en línea). Consultado 18 feb 2022. Disponible en <https://estoesagricultura.com/roca-fosforica-agricola-ecologico-organico/>
- Fertilab. 2016. Ventajas del uso de roca fosfórica en la agricultura (en línea). Consultado 10 feb 2024. Disponible en https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/uso_roca_fosforica_en_agricultura.pdf
- Granados Sánchez, D; López Ríos, G; Hernández García, M. 2010. La lluvia ácida y los ecosistemas forestales. Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente, 16(2), 187-206p.
- Guachamín, M; Calvache, M. 2002. Eficiencia agronómica de la roca fosfórica napa preacidulada en rye grass (*Lolium perenne*) en dos suelos ácidos, bajo condiciones de invernadero. VIII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. 10p.
- Illmer, P; Schinner, F. 1995. Solubilización de fosfatos inorgánicos por microorganismos aislados de suelos forestales (en línea). 395p.
- INTAGRI. 2017. Ventajas del uso de roca fosfórica en la agricultura (en línea). Consultado 11 feb 2024. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/suelos/ventajas-del-uso-de-roca-fosforica-en-la-agricultura>
- Jaramillo, R; de Cerqueira Luz, P; Otto, R.; Vitti, C; Quintino, T; Altran, W; Ikeda, R. (2017). Optimización de la aplicación de enmiendas y fertilizantes. Quito, Ecuador. IPNI. 26p.
- Mejía, J. 2018. Evaluación de la pérdida de suelo y nutrientes por erosión hídrica en el cultivo de piña en la chorrera, Panamá oeste. Tesis M.Sc. Manejo de suelos y agua. Panamá, UP. 119p.

- Munera Vélez, G; Meza Sepylveda, D. 2012. El fósforo elemento indispensable para la vida vegetal Mistrató, Risaralda, Colombia. 26p.
- Namucho Mires, MD. 2021. Efecto de enmiendas orgánicas en la solubilización del fósforo de la roca fosfórica. Tesis Ing. Cienc. Agr. Satipo, Perú, UNCP. 32p.
- Osorio, N. 2012. pH del suelo y disponibilidad de nutrientes: Suelos ácidos y aluminio. Manejo integrado del suelo y nutrición vegetal 1(4):1-4p.
- Rivera, E; Sánchez, M; Domínguez, H. 2018. pH como factor de crecimiento en plantas. RIC. Centro Regional de Colón, Panamá. 5p.
- ROFECO. 2022. Roca fosfórica ecológica; beneficios de aplicación y dosis de aplicación de roca fosfórica en suelos ácidos (en línea) Consultado 16 de feb 2024. Disponible en <https://twitter.com/ROFECOECUADOR/status/1554494495168679936/photo/1>
- Sequera, O; Ramírez, R. 2003. Fósforo, calcio y azufre disponibles de la roca fosfórica acidulada con ácido sulfúrico y tiosulfato de amonio. Interciencia, 28(10), 604-610p.
- Zambrano Sánchez. R. 2015. Efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis jacq*), para corrección de ph en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. Tesis Ing. Agrop. Quevedo, Ecuador, UTQ. 111p.
- Zapata, F; Roy, RN. 2007. Utilización de las rocas fosfóricas para una agricultura sostenible. FAO. Roma, Italia. 73 p.
- Zhang, H. 2022. Causa y efectos de la acidez del suelo: Por qué los suelos se están volviendo más ácidos. OSU EXTENSIÓN (2239) ago 2022: 1-3p.

4.2. Anexos



Anexo 1: Fosforita

FUENTE: Tomado de Geologyscience 2023.



Anexo 2: Aplicación de fosforitas

FUENTE: Tomado de Gardens 2020.