



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



Trabajo de titulación

Componente práctico del examen de grado de carácter complejo,
presentado al H. Consejo Directivo, como requisito previo a la
obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Descripción del uso de diatomeas como correctores de suelos
ácidos”

AUTOR:

José Andrés Vera Acosta

TUTOR:

Ing. Agr. Ider Alfonso Morán Caicedo, M.Sc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2020

DEDICATORIA

El presente trabajo realizado va dedicado a cada uno de mis amistades que durante el periodo como estudiante desde la escuela, colegio y universidad pude coincidir con grandes personas que siempre aportaron algo bueno a mi formación académica, en especial va dedicado a mi familia, compañeros y amigos de agronomía.

AGRADECIMIENTO

*Agradezco a mi padre **Julio Vera** y a mi madre **Mirian Acosta** por brindarme su apoyo y haberme ayudado a terminar mi carrera universitaria, a cada uno de los profesores que tuve durante mi formación académica para convertirme en profesional, **a mi familia** y agradezco principalmente a **Dios** por haberme permitido cumplir esta meta de llegar a ser Ingeniero Agrónomo.*

CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I. MARCO METODOLÓGICO.....	3
1.1. Definición del tema caso de estudio	3
1.2. Plantación del problema	3
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivo.....	4
1.4.1 general	4
1.4.2 específicos.	4
1.5. Fundamentación teórica	4
1.6. Hipótesis	11
1.7. Metodología de la investigación.....	12
CAPITULO II. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	13
2.1. Desarrollo del caso	13
2.2. Situaciones detectadas.....	13
2.3. Soluciones planteadas.....	14
2.4. Conclusiones	15
2.5. Recomendaciones	16
III. RESUMEN	17
IV. SUMMARY	18
BIBLIOGRAFÍA	19

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición química de elementos en las diatomeas.....	11
Cuadro 2. Precio de diatomeas.....	14
Cuadro 2. Aplicación por espolvoreo en suelo ácido.....	15

INTRODUCCIÓN

El clima y el material parental son los principales factores que han definido la gran diversidad de suelos del Ecuador. Existen suelos rojos tropicales típicos, suelos más jóvenes dominados por arcillas y suelos derivados de cenizas y otros materiales volcánicos. Generalmente, los suelos viejos (que no se desarrollan sobre material volcánico) son ácidos, de baja fertilidad y alto contenido de aluminio intercambiable (Espinosa *et al.* 2017).

Existe además en el país, un agresivo deterioro del recurso suelo, por su uso inadecuado, situación que se acentúa cada vez más. Su origen se debe a la falta de capacitación de los usuarios y al crecimiento demográfico, que presiona el uso intensivo de los recursos como suelo, agua, vegetación (CLIRSEN 1990).

Las diatomeas (*Bacillariophyta*) son organismos unicelulares, eucariontes, autótrofos, que se caracterizan por tener una pared celular de sílice. Su taxonomía está basada principalmente en la estructura y arreglo de los poros de esta cubierta silíceo llamada frústulo, formado por 2 valvas. Es el grupo algal más diverso, y se encuentra tanto en ambientes marinos como continentales (Mora *et al.* 2015).

Las diatomeas de ambientes lóticos tienen formas celulares adaptadas al flujo de agua y pueden crecer en un amplio intervalo de valores de pH, temperatura, salinidad concentración de nutrientes y contaminantes orgánicos e inorgánicos (Bellinger *et al.* 2010). Debido a su respuesta a perturbaciones ambientales mediante cambios en la estructura y la dinámica de la comunidad, hay creciente interés en su empleo como bioindicadores, ya que se ha demostrado que son una buena herramienta para determinar el estado trófico y la calidad del agua en ríos (Mora *et al.* 2015).

La tierra de diatomeas es un material formado por algas fosilizadas propias de aguas tanto marinas como dulces, cuyas frústulas o estructura residual quedaron depositadas en el fondo de antiguos lagos que posteriormente se secaron y

mineralizaron. Su sedimentación dio origen a la formación de rocas silíceas cuya acumulación se produce en medios extensos y poco profundos, en los que el agua contiene abundantes nutrientes y sílice. La creciente importancia económica que este recurso ha adquirido y su amplio espectro de aplicaciones abren interesantes posibilidades para el desarrollo de nuevos productos. Siendo el silicio el segundo elemento en abundancia en la corteza terrestre y sin clasificarse como esencial para el crecimiento vegetal, en los últimos años se ha promovido su empleo en el área agronómica. En ese contexto se profundizan los estudios sobre las posibilidades de uso de las tierras de diatomeas, despertando interés para su aplicación en la agricultura impactando positivamente en el mantenimiento del medio ambiente (Muñoz y Cabello 2019).

Como regulador de pH en los suelos ácidos al incrementar los iones baja el contenido de Aluminio y de Hierro, y de esta forma actúa como regulador del pH del suelo por mecanismo electroestático “bloquea” al Fe, Al y Mn, elementos causantes de la acidez de los suelos, permitiendo liberar al Ca, P, K, Mo, Co, B, etc. De esta forma el sistema radical de la planta al tomar los elementos con mayor facilidad logra aumentar la biomasa o población de raíces, de donde a mayor desarrollo del sistema radical, mayor absorción de nutrientes, a mayor absorción de nutrientes mayor vitalidad y producción de la planta.

CAPITULO I. MARCO METODOLÓGICO

1.1. Definición del tema caso de estudio

Este tema se desarrolló para describir el uso de tierra de diatomeas para la corrección del pH en suelos ácidos, como estas algas fosilizadas pueden ayudar a corregir estos problemas, mediante el uso de las misma.

1.2. Plantación del problema

La acidez del suelo afecta la producción agrícola debido a que reduce significativamente el rendimiento de los cultivos, hace ineficiente la utilización de los insumos agrícolas y puede generar condiciones que podrían conducir a situaciones que afecten considerablemente el ambiente. La acidez se origina por la presencia de iones aluminio (Al^{+3}) e hidrógeno (H^{+}) en la solución del suelo. La concentración de Al^{+3} e H^{+} se incrementa a medida que se reduce el pH y esto afecta las características químicas, físicas y biológicas del suelo, reduce el crecimiento de las plantas y disminuye la disponibilidad de nutrientes como calcio (Ca), magnesio (Mg), fósforo (P) y potasio (K) (Batista *et al.* 2016).

En nuestro país debido a las malas prácticas agronómicas por parte de los agricultores, como el mal uso del suelo teniendo en cuenta el tipo de labranza aplicada, especie vegetal a explotar con respecto a la posición geográfica, sumado a los factores climáticos, provoca que los suelos sufran cambios en el pH, que en mucho de los casos se llega a convertirlos en suelos ácidos.

1.3. Justificación

En Ecuador cuando se tiene problemas de acidez de suelo se recurre a la aplicación de productos químicos, por eso la idea de este documento surge de realizar un tema para dar a conocer información sobre las diatomeas, el uso y aplicación para corregir problemas de acidez de suelo, ya que en nuestro país existen muchos lugares donde nos podemos encontrar con esta problemática de suelos ácidos.

Como regulador de pH las diatomeas bloquea a los elementos causantes de la acidez por eso es un recurso que podemos utilizar como corrector de suelos ácidos, este trabajo busca proporcionar información que será útil a toda la comunidad educativa y agrícola para dar a conocer esta opción de usar diatomeas para corregir el pH de los suelos ácidos.

1.4. Objetivo

1.4.1 General

- Describir el uso de diatomeas como correctores de suelos ácidos a través de fuentes de información documental.

1.4.2 Específicos.

- Analizar el uso de diatomeas como corrector de suelos ácidos.
- Detallar la dosis de diatomeas para la corrección de suelos ácidos.

1.5. Fundamentación teórica

Por su localización en la línea Ecuatorial, todos los suelos de Ecuador deberían ser suelos viejos, altamente meteorizados, generalmente Oxisoles o Ultisoles, característicos de los trópicos. Estos suelos se desarrollaron por efecto del clima en las áreas tropicales del continente Americano y son el clásico ejemplo de suelos dominados por arcillas de carga variable. En general estos suelos tienen pH ácido y alto contenido de aluminio intercambiable (Al^{+3}) y requieren de la aplicación de enmiendas para corregir el pH y eliminar el Al^{+3} tóxico (Sollins y Robertson 1988).

Desde la antigüedad, las microalgas han sido aprovechadas por los seres humanos en la medicina, agricultura, industria y alimentación (Tomaselli 2007). En los últimos años, se ha incentivado la investigación de estos microorganismos, principalmente por ser fuentes de sustancias de un alto valor bioactivo. La biodiversidad de microalgas a nivel mundial es escasamente conocida (17%) (Norton 1996).

La acidez del suelo, se puede expresar, calcular usando la escala de pH, esta escala de pH va desde 0 hasta 14. Los suelos con pH sobre 7 son básicos o

dulces. Los suelos con pH bajo 7 son ácidos o amargos. El suelo con pH de valor 7 no es ni ácido ni básico sino que es neutro. Los suelos suelen ser sometidos a actividades humanas, que a menudo son para satisfacer sus necesidades básicas, por lo que esto lleva a que este expuesto a alteraciones en su pH mediante la aplicación de químicos con el fin de mejorar la calidad y producción de cultivo, sin prestarle atención si afecta al suelo de manera muy directa. Por lo que como consecuencia, los suelos se tornan salinos o incluso estériles. En casos extremos llegan a convertirse en desiertos (Rivera *et al.* 2018).

El pH es uno de los parámetros más importantes que influyen en la fertilidad del suelo. Indica si contiene niveles tóxicos de aluminio y manganeso, si es bajo el contenido de elementos básicos como el calcio y el magnesio. La disponibilidad de otros nutrientes esenciales para la planta depende de los valores de pH. Conociendo el valor de pH del suelo es posible diagnosticar problemas de nutrientes para un buen desarrollo de las plantas (Rivera *et al.* 2018).

Según Zapata Hernandez (2004), La acidez unida a la poca disponibilidad de nutrientes, es una de las mayores limitaciones de la baja productividad de los suelos ácidos. Aunque la acidificación es un proceso natural, la agricultura, la polución y otras actividades humanas aceleran este proceso. Debido al aumento de áreas acidificadas en el mundo y a la necesidad de producir mas alimentos, es fundamental entender la química que explica el proceso de acidificación de los suelos. De esta forma se podrán desarrollar prácticas para recuperarlos o no acidificarlos. Así, estas prácticas de manejo y remediación se basarán en principios y leyes generales de química y no en conocimientos empíricos que solo son de aplicación local.

Desde el punto de vista de la nutrición vegetal, los perjuicios puestos de manifiesto por una reducción del pH, son la disminución de la reserva de los nutrientes básicos, así como desbalances entre los mismos, igualmente perjudiciales para el crecimiento de las plantas, siendo las leguminosas las especies más afectadas (Pellegrini *et al.* 2016).

Este fenómeno se cataliza progresivamente, pues la reducción de pH trae como consecuencia una merma en la capacidad de intercambio catiónica por reducción de cargas variables negativas de los coloides, y en consecuencia menores posibilidades de retener las reducidas bases existentes (Blake *et al.* 1999).

Los suelos tropicales normalmente son ácidos o con tendencia a la acidez, debido a la baja saturación de bases, dada por la extracción de las plantas por el uso intensivo de los suelos, la lixiviación y la escorrentía a causa de las lluvias a través del tiempo, al material parental, a procesos de nitrificación, descomposición de la materia orgánica o bien a la baja capacidad de intercambio catiónica por su origen, es decir, baja fertilidad. La presencia de suelos degradados es común en América Latina y Ecuador no es la excepción.

Las diatomeas son un grupo de microalgas unicelulares y eucarióticas pertenecientes a la Clase Bacillariophyceae. Estos microorganismos presentan un rango de tamaño que fluctúa entre 50 y 500 μm (Microplancton). Son estrictamente autótrofas, presentan pigmentos fotosintéticos como la clorofila a y c, betacarotenos, fucoxantina, diatoxantina y diadinoxantina. Una característica especial de este tipo de algas es que se encuentran rodeadas por una pared celular única hecha de sílice (dióxido de silicio hidratado) llamada frústula. Se las encuentra solitarias o conformando cadenas. En este último caso las diferentes especies presentan distintas estrategias o formas de unión entre las células. La taxonomía de este grupo se basa en dos aspectos principales: la simetría y las características de su pared celular. Constituyen el grupo más importante del fitoplancton debido a que contribuyen con cerca del 90% de la productividad de los sistemas. Estas microalgas predominan por sobre otros grupos fitoplanctónicos, ya que se ven especialmente favorecidas por los eventos de surgencia que aportan aguas frías y ricas en nutrientes hacia la superficie (Tomas *et al.* 2011).

Las diatomeas aparecen en el registro fósil en el Cretácico donde eran muy abundantes y formaron grandes depósitos de las llamadas tierra de diatomeas que han sido usadas comercialmente como abrasivos y para filtrado. Las

diatomeas también son usadas como indicadores de las condiciones paleoambientales. Actualmente, las diatomeas están extendidas abundantemente en los ecosistemas marinos y dulceacuícolas, en el plancton y los sedimentos y se estima que aproximadamente el 25 % de la fijación del carbono orgánico en el planeta, se deba a las diatomeas: Las diatomeas pueden encontrarse libres o asociadas, al igual que de manera individual o formando colonias (Heredia *et al.* 2013).

Las diatomeas se pueden encontrar en muchos ambientes, exigiendo la presencia de humedad y agua para desarrollarse, lo que las predispone a ocupar diferentes medios acuáticos (dulceacuícolas, salados y salobres), aéreos (aerosoles) y en el suelo (suelos húmedos, paredes de cavernas). Las diatomeas, por lo general, se diferencian en dos formas o tipos de vida; planctónicas (que habitan en la columna de agua) y bentónicas (que viven en los fondos acuáticos). No obstante, algunas especies que por su forma se creería que son esencialmente planctónicas, se pueden desarrollar como bentónicas, mientras que algunas netamente bentónicas se les puede encontrar en la columna de agua como fitoplancton al ser resuspendidas por diversos procesos oceanográficos (Okolodkov y Huerta-Quintanilla 2018).

Son microalgas unicelulares de vida libre o colonial que presentan una pared silíceo que encapsula a la célula, rodeando al protoplasto, denominado frústulo; habitan en medios ambientes acuáticos y húmedos, como pigmentos accesorios se encuentran la fucoxantina, diatoxantina y diadinoxantina en varios cloroplastos en forma lobulada, sus elementos de reserva derivados de la fotosíntesis pueden ser la glucosa y la crisolaminarina (Canizal Silahua 2009).

En la clase Bacillariophyceae (*Diatomophyceae*) se reconocen dos líneas evolutivas representadas por los órdenes Centrales y Pennales. Las diatomeas centrales son simétricas en vista valvar, en vista periapical presentan simetría radial y presentan reproducción sexual oogámica; las Pennales son simétricas en vista valvar y presentan simetría bilateral en vista periapical y producen isogametos amoeboideos. La gran mayoría de las diatomeas son diploides en la etapa vegetativa del ciclo de vida (Canizal Silahua 2009).

Las diatomeas son un grupo muy amplio y ecológicamente muy importante de organismos. La ornamentación del frústulo es particularmente importante en la taxonomía de las diatomeas con implicaciones importantes en su historia evolutiva (Kociolek y Stoermer 1988).

Las diatomeas se encuentran presentes tanto en el agua dulce como en el agua salada. El tamaño de las mismas varía desde 2 μm a más de 500 μm , midiendo la mayoría de las especies entre 10 y 80 μm de longitud o de diámetro. El “frústulo” o parte silíceo de la diatomea, es duro y resistente a la descomposición y a la acción de ácidos fuertes (Ludes y Quero Herrera 2014).

El silicio es un elemento esencial y benéfico para cultivos acumuladores de silicio, como arroz, caña de azúcar, cebada, maíz y trigo, que se siembran en suelos ácidos, neutros y alcalinos, en muchas regiones de mundo (Lima et al. 2011). Por lo tanto, es necesario implementar métodos o paquetes de métodos, que permitan un cambio crítico en el entendimiento de las fracciones funcionales hasta estructural y funcionalmente definidas de los elementos cuantificados (Condrón *et al.* 2017).

Los beneficios que pueden ser alcanzados con el aporte adecuado del silicio, es la restauración de la fertilidad de los suelos a través del tiempo, al elevar la capacidad de intercambio catiónica, mejorar el contenido de calcio, magnesio, fósforo, entre otros elementos (Quero *et al.* 2013).

La elevación de la concentración del silicio, también tiene efecto en la disminución de la toxicidad por hierro (Fe) y manganeso (Mn) en los cultivos (Hernández y Furcal-Beriguete 2002).

La razón más acertada es que la presencia de silicio en las plantas, hace que en las hojas y tallos se incremente la cantidad de oxígeno, el cual es impulsado hacia el parénquima de las raíces, oxidando la rizosfera, y logrando que el Fe y el Mn reducido se oxide, evitando una excesiva toma de estos elementos por parte de las plantas (Viana y Treminio 2008).

A los protistas acuáticos de la clase Bacillariophyceae, o diatomeas, les es indispensable el Si que depositan en la pared celular, a la cual se le conoce como frústula (Martin *et al.* 2000). Por 40 millones de años, las diatomeas han usado el Si en la tierra. Las diatomeas son miembros muy importantes del fitoplancton marino y son también importantes para el ciclo biogeoquímico del Si y en la fijación global de CO₂. Estos organismos unicelulares, fotosintéticos, toman el ácido silícico disuelto en el agua y lo precipitan en forma de Si opalino para formar sus frústulas, o paredes celulares en forma de cápsulas. Las frústulas protegen a los organismos de los factores ambientales. El ácido silícico es incorporado por transportadores específicos (Hildebrand y Wetherbee 2003). Y polimerizado intracelularmente en una vesícula especializada dentro de una matriz orgánica que consiste de polipéptidos catiónicos (Kröger *et al.* 1999).

La concentración intracelular de ácido silícico se regula a través de su condensación y polimerización en un proceso dependiente del pH y la compartimentalización, lo que da como resultado sílice amorfa que es depositado organizadamente para elaborar las frústulas (Martin-Jézéquel *et al.* 2000). Las frústulas son notablemente resistentes y sobreviven a la muerte de estos organismos unicelulares, por lo que con la eventual muerte de las diatomeas este proceso representa una pérdida neta de ácido silícico al ambiente. Cuando las frústulas se sedimentan, entran al ciclo, y es probable que reaparezcan en la corteza terrestre después de cientos de millones de años (Exley 1998). La biosílice de las diatomeas es un amortiguador efectivo del pH que facilita la conversión enzimática de bicarbonato a CO₂, etapa importante en la adquisición de C inorgánico por estos organismos. Debido a que las diatomeas son responsables de un cuarto de la producción global primaria y de una gran fracción del C exportado al fondo del océano, los ciclos globales de Si y C podrían estar relacionados de esta forma (Milligan y Morel 2002).

Las diatomeas son dominantes en el fitoplancton pueden desarrollarse en grandes cantidades, debido a sus altas velocidades de crecimiento. Por ello se ha especulado que la precipitación de Si debe, de alguna manera, representar una ventaja ecológica para las diatomeas.

Existen varios tipos de diatomeas, la aulacoseira granulata, rica en silicio (42%), pertenece a las diatomeas de agua dulce. Es navícula (en forma de canoa) e incluye individuos con extremos redondos y válvulas lanceoladas, estriadas transversalmente en la zona media en sentido opuesto a los polos. El alto contenido de sílice favorece su uso en las plantas, ya que este elemento beneficia los cultivos: les da resistencia ante distintos factores ambientales bióticos y abióticos y los protege de ellos. Además de silicio, contiene micronutriente, que facilitan la capacidad de intercambio catiónico y la absorción de nutrientes por la planta (Baglione 2011).

Como regulador de pH en los suelos ácidos al incrementar los iones baja el contenido de Aluminio y de Hierro, y de esta forma actúa como regulador del pH del suelo por mecanismo electroestático “bloquea” al Fe, Al y Mn, elementos causantes de la acidez de los suelos, permitiendo liberar al Ca, P, K, Mo, Co, B, etc. De esta forma el sistema radical de la planta al tomar los elementos con mayor facilidad logra aumentar la biomasa o población de raíces, de donde a mayor desarrollo del sistema radical, mayor absorción de nutrientes, a mayor absorción de nutrientes mayor vitalidad y producción de la planta.

Los microorganismos del suelo son los componentes más importantes de este. Constituyen su parte viva y son los responsables de la dinámica de transformación y desarrollo. En un solo gramo de tierra, encontramos millones de microorganismos beneficiosos para los cultivos. Estos microorganismos beneficiosos que se encuentran en el suelo son bacterias, actinomicetos, hongos, algas y protozoarios. Un suelo fértil es aquel que contiene una reserva adecuada de elementos nutritivos disponibles para la planta, o una población microbiana que libere nutrientes que permitan un buen desarrollo vegetal (Infoagro 2018).

Cuadro 1. Composición química de elementos y su porcentaje en las diatomeas.

Elemento	Porcentaje
potasio	0.067
Calcio	0.12
Magnesio	0.019
Fosforo	0.020
Azufre	0.042
Cobre	0.0019
Hierro	0.5
Sodio	0.067
Zinc	0.004
Níquel	0.0005
Al ₂ O ₃	8.75
SiO ₂	90.07
K ₂ O	0.08
Cao	0.168
MgO	0.032
P ₂ O ₅	0.05

La FAO (2003) informó, como principales factores limitantes de los suelos, los siguientes: la alcalinidad, la salinidad y la acidez, entre otros. (La FAO 2012) menciona que, los Microorganismos Eficientes (ME) son una mezcla de todos los tipos de microbios que ocurren de manera natural, como los fijadores de nitrógeno, solubilizadores de fósforo, productores de hormonas y vitaminas, descomponedores de la celulosa, organismos controladores de enfermedades, etc., y que se emplean para elevar la productividad del cultivo.

1.6. Hipótesis

Ho: el uso de las diatomeas no ayuda a mejorar el pH de los suelos ácidos.

Ha: el uso de las diatomeas ayuda a mejorar el pH de los suelos ácidos.

1.7. Metodología de la investigación

Para el desarrollo de la presente investigación se recolecto información bibliográfica de diferentes textos, revistas, libros, folletos, periódicos, memorias de congresos, artículos científicos y páginas web.

La información obtenida fue sometida a la técnica de síntesis y resumen, tratando de que sea comprendida por el lector y con información referente a la descripción del uso de diatomeas como correctores de suelos ácidos.

CAPITULO II. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Desarrollo del caso

El presente trabajo correspondió al componente práctico del examen de grado de carácter complejo, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, realizado mediante la investigación bibliográfica, en la Sala de lectura de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, y en diferentes sitios web, en base al tema de estudio “Descripción del uso de diatomeas como correctores de suelos ácidos”.

2.2. Situaciones detectadas.

Es fundamental saber que es la acidez del suelo y que impacto puede causar en la producción agrícola, pero los agricultores en Ecuador en especial los pequeños agricultores no realizan una agricultura tecnificada por lo cual no planifican ningún tipo de solución para este problema al contrario cada vez va en aumento el nivel de acidez de los suelos agrícolas en el Ecuador.

Por la gran cantidad de interacciones entre la planta y suelo es necesario establecer condiciones edáficas óptimas con respecto a la acidez del suelo para que las plantas puedan asimilar los nutrientes y una de las alternativas que se puede optar es el uso de algas diatomeas.

Por la revisión de documentos en el proceso de realizar este trabajo, en el Ecuador no se utiliza en el sector agrícola diatomeas como corrector de suelos ácidos normalmente se recurre a otro tipo de correctores en casos de ser necesario cuando podríamos aprovechar este recurso para corregir esta problemática de acidez del suelo por la naturaleza de las diatomeas y el aprovechamiento de un elemento abundante como el silicio.

Una de las desventajas que en el Ecuador no se utilice diatomeas para corregir la acidez del suelo es debido al costo de este producto, ya que si se utilizara para este fin se requeriría toneladas por cada hectárea, y el precio de esta elevaría el costo de producción lo cual económicamente sería una pérdida para el agricultor.

Cuadro 2. Precio de diatomeas.

Diatomeas	Precio
Kilogramo	\$ 0.27
Tonelada	\$ 270

2.3. Soluciones planteadas

El uso diatomeas son una excelente opción para corregir la acidez de los suelos, los agricultores en el Ecuador deberían aprovechar incorporando este tipo de organismos para beneficiar a los suelos, estas algas diatomeas son una alternativa para esta problemática, en muchas ocasiones se utilizan otros productos, también tendríamos beneficios que ayudarían al mejoramiento vegetativo de los cultivos.

Si se opta por aplicar diatomeas los resultados se verán reflejados a corto plazo de 0 a 4 meses esto dependerá del nivel de acidez de nuestro suelo, pero con el tiempo incorporando algas diatomeas iremos corrigiendo el nivel de acidez y llegaremos a tener mayor resultado en nuestros suelos, hasta llegar a tener un nivel de pH óptimo o deseado.

Las diatomeas al incorporarse al suelo tendríamos los beneficios que mejorarían el intercambio catiónico de los elementos en nuestros suelos al corregir el nivel de acidez y estos resultados se verían reflejados en el desarrollo de la planta porque el sistema radicular podrá asimilar los nutrientes disponibles sin problema.

Estudios realizados por autores internacionales indican la cantidad que se debe aplicar de diatomeas:

Cuadro 3. Aplicación por espolvoreo en suelo ácido.

pH	Suelo Franco	Franco limoso	Franco arcilloso
4.5 a 6.5	4	4,8	5,78
5.0 a 6.5	3,2	3,88	4,55
5.5 a 6.5	0,23	2,77	3,2

*Cálculo estimado de cantidades aproximadas de tierra de diatomeas (t/ha).

2.4. Conclusiones

Por la información recolectada y analizada se concluye:

En los estudios que se han realizado en campo se pudo constatar que en los primeros 20 cm de suelo las diatomeas llegan a mejorar el pH del suelo corrigiendo la acidez dando excelentes resultados demostrando que en esta parte del suelo es donde se obtienen mayores beneficios,

En otros estudios realizadas entre 20 cm a 40 cm de profundidad de suelo, los resultados al aplicar diatomeas fueron favorables corrigiendo la acidez, pero no como en los primeros 20 cm de suelo.

Lo cual es una excelente opción para aplicar en suelos de Ecuador porque una gran parte de cultivos que se llagan a producir son de ciclo corto y el sistema radicular de estas plantas la mayor parte se encuentran ubicados en los primeros 20 cm del suelo.

2.5. Recomendaciones

Por lo expuesto se recomienda:

Hacer análisis de suelo con respecto a las propiedades químicas del mismo para determinar el nivel de acidez.

Según la información analizada se recomienda aplicar cantidades de diatomeas dependiendo del nivel de acidez que tenga este suelo.

Desarrollar estudios porque durante el proceso de realizar este documento no se encontró información del país con respecto al tema que se expone.

III. RESUMEN

El presente trabajo que se realizó representa una contribución de dar a conocer información relevante de investigaciones y trabajos realizados sobre las diatomeas y su uso como correctores de suelos ácidos. El clima y el material parental son los principales factores que han definido la gran diversidad de suelos del Ecuador, Generalmente, los suelos viejos (que no se desarrollan sobre material volcánico) son ácidos, de baja fertilidad y alto contenido de aluminio intercambiable. Existe además en el país, un agresivo deterioro del recurso suelo. Las diatomeas son organismos unicelulares microscópicos pertenecientes a la división Heterokontophyta y a la clase Bacillariophyceae, son microalgas. Es el grupo algal más diverso, y se encuentra tanto en ambientes marinos como continentales. La tierra de diatomeas es un material formado por algas fosilizadas propias de aguas tanto marinas como dulces. Como regulador de pH en los suelos ácidos al incrementar los iones baja el contenido de Aluminio y de Hierro, y de esta forma actúa como regulador del pH del suelo por mecanismo electrostático "bloquea" al Fe, Al y Mn, elementos causantes de la acidez de los suelos. Existen varios tipos de diatomeas. La *Aulacoseira granulata*, rica en silicio (42%), pertenece a las diatomeas de agua dulce. Es navícula (en forma de canoa) e incluye individuos con extremos redondos y válvulas lanceoladas, estriadas transversalmente en la zona media en sentido opuesto a los polos. Los microorganismos del suelo son los componentes más importantes de este. Constituyen su parte viva y son los responsables de la dinámica de transformación y desarrollo. La cantidad de aplicación de diatomeas para corregir suelos ácidos va a depender del nivel de ácidos del suelo, según varios autores indican que se debe aplicar 5 kg de diatomeas disueltas en 100 litros de agua para una Hectárea y de forma de espolvoreo 8 kg por hectárea.

Palabras Clave: Diatomeas, silicio, acidez, suelo.

IV. SUMMARY

The present work carried out represents a contribution to reveal relevant information from the research and work done on diatoms and their use as acid soil correctors. Climate and parent material are the main factors that have defined the great diversity of soils in Ecuador. In general, old soils (which do not develop on volcanic material) are acidic, of low fertility and high content of interchangeable aluminum. There is also an aggressive deterioration of soil resources in the country. Diatoms are single-celled microscopic organisms that belong to the Heterokontophyta division and the Bacillariophyceae class, they are microalgae. It is the most diverse group of algae and is found in both marine and continental environments. Diatomaceous earth is a material formed by fossilized algae typical of fresh and marine waters. As a pH regulator in acidic soils, as the ions increase, the content of aluminum and iron decreases, and in this way it acts as a regulator of the pH of the soil through an electrostatic mechanism that "blocks" Fe, Al and Mn, elements that cause acidity in soils. There are several types of diatoms. *Aulacoseira granulata*, rich in silicon (42%), belongs to freshwater diatoms. It is navicular (canoe-shaped) and includes individuals with round ends and lanceolate valves, fluted in the middle zone in the opposite direction to the poles. Soil microorganisms are the most important components of the soil. They constitute its living part and are responsible for the dynamics of transformation and development. The amount of application of diatoms to correct acidic soils will depend on the level of acid in the soil, according to several authors, which indicates that 5 kg of diatoms dissolved in 100 liters of water per hectare and in powder form should be applied. 8 kg per hectare.

Keywords: Diatoms, silicon, acidity, soil.

BIBLIOGRAFÍA

- Baglione, L. 2011. Usos de la tierra diatomea. *Revista Técnicaña*, 27, 31–32. Recuperado de https://saltonverde.com/wp-content/uploads/2015/tec_no27_2011_p33-34.pdf
- Batista, Moscheta, y Torrea Cabezas, R. 2016. Efecto De Fuentes De Encalado En Las Propiedades Químicas De Suelos Ecuatorianos De Diferente Material Parental. Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/8326/1/T-UCE-0004-54.pdf>
- Boada Páramo, DJ., y Resl, R. 2015. *Implementación de un sistema de información geográfica para el manejo del recurso suelo para mejorar la productividad de los principales cultivos en el Ecuador* (Universidad San Francisco de Quito). Recuperado de <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/4092>
- Canizal Silahua, A. 2009. *Catálogo ilustrado de diatomeas dulceacuícolas mexicanas. I. Familia NAVICULACEAE*. Recuperado de <http://repositorio.fcencias.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/11154/139763/PDFunificado.pdf?sequence=1>
- Condron, Newman, Combatt, E., y Palacio, D. 2017. Extractores Químicos En La Determinación De Silicio Disponible En Suelos Ácidos, Neutros Y Alcalinos. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 329–339. Recuperado de <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/391/333>
- Espinosa, J., y Calva, C. 2017. EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CUATRO MATERIALES DE ENCALADO EN CONTROL DE LA ACIDEZ DE UN SUELO ÁCIDO DE LORETO, ORELLANA. *Revista Siembra*, 4(0), 110–120. Recuperado de <http://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/issue/view/29/V4>
- Heredia, A., Colin-García, M., y Santos-Rodríguez, C. 2013. Sílice de las algas diatomeas como material complejo y su importancia nanotecnológica.

Recuperado de
https://www.researchgate.net/publication/235706916_Silice_de_las_algas_diatomeas_como_material_complejo_y_su_importancia_nanotecnologica

Infoagro. (2018). Microorganismos Del Suelo Beneficiosos Para Los Cultivos. Recuperado de
https://www.infoagro.com/hortalizas/microorganismos_beneficiosos_cultivos.htm

La FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), y Prado Arista, PR. 2012. *Niveles de dolomita y de microorganismos eficientes en pastos cultivados asociados, en suelos ácidos de Ayacucho* (Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga). Recuperado de
http://209.45.73.22/bitstream/handle/UNSCH/3109/TESIS_AG1199_Ari.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ludes, B., y Quero Herrera, O. 2014. *Protocolo de investigacion cualitativa: (UNIVERSIDAD VERACRUZANA INSTITUTO DE MEDICINA FORENSE)*. Recuperado de
<https://www.uv.mx/veracruz/mmf/files/2014/10/IDENTIFICACION-DE-DIATOMEAS-OLIVIA-QUERO-151014.pdf>

Milligan, y Morel. 2002. *El Silicio En Los Organismos Vivos*. Recuperado de
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442007000800004

Mora, D., Carmona, J., y Cantoral-Uriza, EA. 2015. Epilithic diatoms in the Upper Laja River Basin, Guanajuato, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86(4), 1024–1040. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2015.09.004>

Muñoz, M., y Cabello, C. 2019. *Caracterización Físico-Química Y Valorización De Tierra De Diatomea De Antofagasta De La Sierra , Catamarca , Physical-Chemical Characterization and Valorization of Diatomaceous Earth From Antofagasta De La Sierra ,.* 12–14. Recuperado de
20

http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/77631/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Norton. 1996. CATÁLOGO DE MICROALGAS Y CIANOBACTERIAS DE AGUA DULCE DEL ECUADOR BIODIVERSIDAD (Vol. 6). Recuperado de <http://energia.org.ec/cie/wp-content/uploads/2017/09/Catlogo-de-Microalgas-y-Cianobacterias-del-Ecuador.pdf>

Okolodkov, YB., y Huerta-Quintanilla, DA. 2018. *Diatomeas bentónicas marinas Marine benthic diatoms*. 1(2), 13–18. Recuperado de <https://www.uv.mx/veracruz/microna/files/2019/06/A2-Diatomeas-bentonicas-marinas1.pdf>

Pellegrini, Vázquez, y Díaz Gorostegui, A. 2016. *Evaluación De La Capacidad Buffer De Suelos Ácidos De La Pradera Pampeana Para El Diagnóstico De La Necesidad De Corrector* (Universidad Nacional de La Plata). Recuperado de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/57644>

Quero, Hernandez, y Furcal-Beriguete, P. 2013. *Efecto del silicio y plaguicidas en la fertilidad del suelo y rendimiento del arroz*. 24, 365–378. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/260835858_Efecto_del_silicio_y_plaguicidas_en_la_fertilidad_del_suelo_y_rendimiento_del_arroz

Rivera, E., Sánchez, M., y Domínguez, H. 2018. pH como factor de crecimiento en plantas. *Revista de Iniciación Científica*, 4, 101–105. <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v4.0.1829>

Tomas, López Osorio, R., Cañón Páez, M. L., y Gracia Escobar, MF. 2011. Catálogo de Fitoplancton de la Bahía de Cartagena, Bahía Portete y Agua de Lastre. *Catálogo de Fitoplancton de la Bahía de Cartagena, Bahía Portete y Agua de Lastre*, 5, 1–135. <https://doi.org/10.26640/52.2011>

Viana, y Treminio, J. 2008. *Efectos del silicato agrícola térmico al 75% en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.) Variedad Palo 2, en las variables de*

crecimiento y rendimiento, en el municipio de San Isidro - Matagalpa
(UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA). Recuperado de
<http://repositorio.una.edu.ni/3540/1/tnf01t789.pdf>

Zapata Hernandez, RD. 2004. *LA QUÍMICA DE LA ACIDEZ DEL SUELO*.
Recuperado de https://www.academia.edu/5664470/Acidezdel_Suelo