

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA



“EFECTO DE LAS APLICACIONES DE DIATOMITAS EN LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE SUELO EN EL CULTIVO DE ROSAS (*Rosa* sp. var. Coldplay), BOLÍVAR, CARCHI”

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario

AUTOR

Michael Fabricio Ramos Lema

DIRECTOR

Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas, MSc.

Ibarra, 2024

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

**“EFECTO DE LAS APLICACIONES DE DIATOMITAS EN LAS
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE SUELO EN EL CULTIVO DE ROSAS (*Rosa*
sp. var. *Coldplay*), BOLÍVAR, CARCHI”**

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como
requisito parcial para obtener Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

APROBADO:

Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas, MSc.

DIRECTOR



FIRMA

Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.

MIEMBRO TRIBUNAL



FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004201529
APELLIDOS Y NOMBRES:	Ramos Lema Michael Fabricio
DIRECCIÓN:	Otavalo-Comunidade Karabuela La Y
EMAIL:	mframosl@utn.edu.ec
TELÉFONO FIJO:	TELÉFONO MÓVIL: 0969225440

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“Efecto de las aplicaciones de diatomitas en las características químicas de suelo en el cultivo de rosas (<i>Rosa</i> sp. Var. Coldplay), Bolívar, Carchi”
AUTOR:	Ramos Lema Michael Fabricio
FECHA DE APROVACION:	22/02/2024
PROGRAMA	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Agropecuario
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas, MSc.

2. CONSTANCIA

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 22 días del mes de febrero del 2024

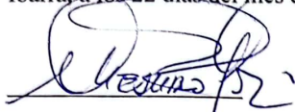
EL AUTOR

Michael Fabricio Ramos Lema

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Michael Fabricio Ramos Lema, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 22 días del mes de febrero de 2024



Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas, MSc.

DIRECTOR DE TESIS

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 22 días del mes de febrero del 2024

Michael Fabricio Ramos Lema: “efecto de las aplicaciones de diatomitas en las características químicas de suelo en el cultivo de rosas (*Rosa* sp. var. Coldplay), Bolívar, Carchi/Trabajo de titulación. Ingeniero Agropecuario.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 22 días del mes de febrero del 2024, 60 páginas.

DIRECTOR: Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas, MSc.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar el efecto de las aplicaciones de diatomitas en las características químicas de suelo en el cultivo de rosas (*Rosa* sp. var. Coldplay), Bolívar, Carchi.

Entre los objetivos específicos se encuentran: Determinar el efecto de los tratamientos en el pH, aluminio y acidez intercambiable en el suelo, analizar la variación del contenido de nutrientes y capacidad de intercambio catiónico en el suelo por efecto de la aplicación de diatomita y comparar los rendimientos obtenidos con las diferentes dosis de diatomitas aplicadas en el cultivo de rosas.

Ing. Miguel Alejandro Gómez, MSc.

Directora de Trabajo de Grado

Michael Fabricio Ramos Lema

Autor

AGRADECIMIENTO

Quiero comenzar expresando mi gratitud a todos mis maestros que me han inculcado los conocimientos adquiridos en su vida profesional y el trabajo duro en el campo, a mi padre que me crio y me extendió la mano, a mi compañera, amiga y pareja Magdalena Vilema que fue y es un pilar fundamental en las diferentes adversidades y un eje para culminar mi etapa de estudiante y un fraterno abrazo a mi hijo Itzael que es mi motor para seguir adelante y ser el ejemplo de perseverancia y trabajo duro. Y a Dios que me bendice todos los días.

Agradezco infinitamente a la empresa la Colina por brindarme la oportunidad de realizar este trabajo de investigación que fue realizada con la guía del Ing. Gonzalo Benavidez, también a la Florícola Stampbox CIA. Ltda., por abrirme las puertas de su empresa para realizar la fase de campo y brindarme la accesibilidad de sus instalaciones y avanzar en el trabajo experimental. A mi director de tesis, a mis asesores que con su amplio conocimiento han sido el núcleo y la base de conocimientos, y a Maricita secretaria de la carrera de ingeniería agropecuaria por instruirme y presionarme para que culmine mis estudios.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE ANEXOS	IX
RESUMEN	1
CAPÍTULO I	3
INTRODUCCIÓN	3
1.1 ANTECEDENTES	3
1.2 PROBLEMA.....	5
1.3 JUSTIFICACIÓN	6
OBJETIVOS	8
1.4.1 Objetivo general.....	8
1.4.2 Objetivos específicos	8
HIPÓTESIS.....	8
CAPÍTULO II.....	9
MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. IMPORTANCIA DE LAS FLORES EN EL ECUADOR	9
2.2 DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA Y BOTÁNICA	9
2.2.1 Taxonomía	9
2.2.2 Morfología	10
2.3 VARIEDADES	10
2.3.1 Coldplay.....	10
2.4 MANEJO DEL CULTIVO	11
2.4.1 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de rosas	11
2.5 REQUERIMIENTO NUTRICIONAL	13
2.6 CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIÓNICO	13
2.7.1 Causas de la acidez del suelo	14
2.8 DIATOMITAS.....	15
2.9 SILICIO	16
CAPÍTULO III.....	17
MARCO METODOLÓGICO.....	17
3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	17

3.1.1 Ubicación	17
3.1.2 Características edafoclimáticas	18
3.2 MATERIALES, EQUIPOS, INSUMOS Y HERRAMIENTAS	18
3.3 MÉTODOS	18
3.3.1 Factor en estudio.	18
3.3.2.1 Características del experimento.	20
3.3.2.2 Características de la unidad experimental.....	20
3.3.3 Análisis estadístico.....	20
3.6 VARIABLES A EVALUAR	21
3.6.1 Cambios de las propiedades químicas	21
3.6.3 Rendimiento del cultivo	21
3.7 MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO	21
3.7.1 Establecimiento del experimento.	21
3.7.2 Delimitación de parcelas.....	22
3.7.3 Toma de muestra de suelo.....	23
3.7.4 Implementación de tratamientos.	23
3.7.5.1 Labores culturales, riego y controles fitosanitarios	24
3.7.5.2 Cosecha	24
CAPÍTULO IV.....	25
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
4.1 CAMBIOS DE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO PH, CE, ACIDEZ INTERCAMBIABLE.	25
4.1.1 pH del suelo	26
4.1.2 Acidez intercambiable	27
4.1.3 Aluminio intercambiable.	28
4.2 VARIACIÓN DEL CONTENIDO DE NUTRIENTES Y CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO.....	29
4.2.1 Capacidad de intercambio catiónico (CIC).....	29
4.2.2 Variación del contenido de nutrientes.....	31
4.3 RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ROSAS	32
CAPÍTULO V.....	34
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	34
5.1 CONCLUSIÓN.....	34
5.2 RECOMENDACIONES.....	35

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36
ANEXOS	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Rosa variedad Coldplay.....	11
Figura 2. Mapa de ubicación del área de estudio.....	17
Figura 3. Área experimental de la investigación.	19
Figura 4. Reconocimiento del área de ensayo en la empresa florícola Stamsybox SA.	22
Figura 5. Identificación del diseño experimental mediante rótulos.....	22
Figura 6. Materiales para la recolección y actividad de toma de muestras de suelo.	23
Figura 7. Materiales para la aplicación de las dosis en estudio.	24
Figura 8. Cosecha y postcosecha de la rosa var. Coldplay	24
Figura 9. Porcentaje de la composición de la textura de suelo de la investigación.	25
Figura 10. Relación inversa entre el ilumino intercambiable y el pH del suelo en Carguma, Colombia.....	28
Figura 11. Porcentaje de materia orgánica al inicio y final del análisis de suelo	31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de la rosa.....	9
Tabla 2. Requerimiento nutricional del cultivo de rosa (Rosa spp.).....	13
Tabla 3 . Características edafoclimáticas del lugar de estudio	18
Tabla 4. Materiales, equipos, insumos y herramientas a usarse en la investigación	18
Tabla 5. Descripción de las dosis a emplearse en el estudio en cada nivel	19
Tabla 6. Descripción de la unidad experimental de la presente investigación	20
Tabla 7. Análisis de varianza (ADEVA) de un diseño de Bloques Completo al Azar.....	20
Tabla 8. Análisis de suelo inicial (A0) y final por tratamiento (AFT) en un cultivo de rosas.	26
Tabla 9. Niveles óptimos de los diferentes compuestos en el cultivo de rosas	26
Tabla 10. Análisis de suelo inicial y final bajo la aplicación de diferentes dosis de diatomitas realizado en la florícola Stampsybox CIA. Ltda.....	29
Tabla 11. Porcentaje de la fracción de partículas en suelo Franco en el análisis de suelo inicial y final (culminado la aplicacion de silicio).....	30
Tabla 12. Total de nutrientes absorbidos y perdidos en cada tratamiento	31

Tabla 13. Análisis estadístico LSD Fisher al 5%	32
---	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de suelo inicial.....	43
Anexo 2. Análisis de suelo inicial.....	44
Anexo 3. Análisis de suelo final	45
Anexo 4. Análisis de suelo final	46
Anexo 5. Análisis de suelo final	47
Anexo 6. Reconocimiento del área experimental.	48
Anexo 7. Preparación para la toma de muestras de suelo.....	48
Anexo 8. Muestras de suelo	49
Anexo 9. Material para riego vía drench.	49
Anexo 10. Culminación de la aplicación de diatomita vía drench.	50
Anexo 11. Área de postcosecha	50

EFFECTO DE LAS APLICACIONES DE DIATOMITAS EN LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE SUELO EN EL CULTIVO DE ROSAS (*Rosa* sp. var. Coldplay), BOLÍVAR, CARCHI.

Autor: Ramos Lema Michael Fabricio

*Universidad Técnica del Norte

Correo: mframosl@ utn.edu.ec

RESUMEN

La floricultura ecuatoriana se ha convertido en una de las principales fuentes de ingreso económico para la población, la misma que se ha colocado en tercer lugar en la obtención de rubros en Ecuador. No obstante, se ha visto afectado por los cambios drásticos en las propiedades químicas del suelo como Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), acidez intercambiable, aluminio intercambiable y nutrientes disponibles en el suelo afectando la producción. Por dicha razón se ha buscado nuevas alternativas que ayude a mejorar las condiciones químicas del suelo como es el uso de Silicio (SiO_2) al 98 %. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de las aplicaciones de diatomitas en las características químicas de suelo en el cultivo de rosas (*Rosa* sp. var. Coldplay) en la provincia del Carchi. Para esta investigación se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar, se evaluó cuatro dosis de SiO_2 (0, 165, 330 y 495) g disueltos en una solución madre de 33 lt de agua aplicados con una frecuencia de 8 días vía drench. Los resultados evidencian que la aplicación de SiO_2 a razón de 330 g permite que el pH se mantenga en un rango óptimo, además los resultados señalan que la acidez intercambiable inicial de 0.67 meq/100 paso a rangos inferiores de 0.5 meq/100 que es el rango óptimo. Referente a la acidez intercambiable no hubo ningún cambio, pero permitió mantenerse en rangos inferiores a <0.3. La CIC no tuvo cambios significativos debido a que los valores eran inferiores a los óptimos, de igual manera los nutrientes a pesar de haber disminuido al final del ensayo se encontraron con rangos óptimos para la absorción de la planta. Además, se evidencio que la aplicación de SiO_2 de 330 g y 495g tuvo un efecto positivo en el rendimiento.

Palabras claves: Diatomita, var. Coldplay.

EFFECT OF DIATOMITES APPLICATIONS ON THE CHEMICAL CHARACTERISTICS OF SOIL IN THE CULTIVATION OF ROSES (*Rosa* sp. var. Coldplay), BOLÍVAR, CARCHI.

Author: Ramos Lema Michael Fabricio

*Universidad Técnica del Norte

Email: mframosl@ utn.edu.ec

ABSTRACT

Ecuadorian floriculture has become one of the main sources of economic income for the population, which has placed third in obtaining items in Ecuador. However, it has been affected by drastic changes in soil chemical properties such as Cation Exchange Capacity (CEC), exchangeable acidity, exchangeable aluminum and nutrients available in the soil, affecting production. For this reason, new alternatives have been sought to help improve the chemical conditions of the soil, such as the use of 98% Silicon (SiO_2). This research aimed to evaluate the effect of diatomite applications on the chemical characteristics of soil in the cultivation of roses (*Rosa* sp. var. Coldplay) in the province of Carchi. For this investigation, a Randomized Complete Block Design was used, four doses of SiO_2 (0, 165, 330 and 495) g dissolved in a stock solution of 33 liters of water were evaluated, applied with a frequency of 8 days via drench. The results show that the application of SiO_2 at a rate of 330 g allows the pH to be maintained in an optimal range, in addition the results indicate that the initial exchangeable acidity of 0.67 meq/100 passed to lower ranges of 0.5 meq/100, which is the optimal range. Regarding the exchangeable acidity, there was no change, but it allowed it to remain in ranges lower than <0.3 . The CEC did not have significant changes because the values were lower than optimal; likewise, the nutrients, despite having decreased at the end of the trial, were found to be within optimal ranges for plant absorption. Furthermore, it was evident that the application of 330 g and 495 g SiO_2 had a positive effect on performance.

Key words: Diatomite, var. Coldplay

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

La Asociación Nacional de Productores y Exportadores de Flores del Ecuador (EXPOFLORES) afirma que, en el 2018 los rubros más importantes dentro de las actividades no petroleras se obtuvieron de la exportación de flores con un 7% ubicándose en tercer lugar. El cultivo de rosas en el 2021 presento una producción de 92.815 toneladas (Tn) (EXPOFLORES, 2021). Además, es importante indicar que, la actividad florícola se ha convertido en una de las principales fuentes de ingreso económico para la población, es por tal motivo que se han realizado diversas investigaciones para que su producción siga en auge (Sozoranga y Vélez, 2016).

Sánchez (2012) da a conocer que los suelos pueden volverse ácidos después de largos periodos de uso intensivo como es en el caso del cultivo de rosas. Además, el cultivo de rosas es alto en requerimientos nutricionales y se enfoca en la aplicación de fertilización química. Cabe recalcar que por lo general las variedades más productivas extraen más nutrientes del suelo por una mayor acumulación de materia seca (Garzón, 2012). Pero Zapata (2004) indica que una mayor limitación en la producción agrícola es la disponibilidad de nutrientes, influencia por el pH (acidez del suelo) que afectan al desarrollo de la planta por los niveles tóxicos del aluminio (Al^{3+}) y manganeso (Mn^{2+}).

Sadeghian (2019) menciona que uno de los problemas en suelos ácidos son las altas concentraciones del Al^{3+} y manganeso Mn^{2+} que resultan perjudiciales para la planta e incluso alteran las poblaciones y actividades de microorganismos que actúan en la mineralización de la materia orgánica, transformación de nitrógeno y azufre; además de la disponibilidad del fósforo (P) que se reduce al formar compuestos insolubles con el hierro (Fe) y Al^{3+} dejando de estar disponible para la planta.

Las causas de acidificación pueden darse por extensos eventos de precipitación (lixiviación de bases intercambiables), deposición ácida, aplicación excesiva de fertilizantes a base de amonio, deforestación (Food and Agriculture Organization (FAO), 2016), uso de materia orgánica (MO) (International Plant Nutritional Institute (IPNI), 1999) o por la

extracción de bases realizada por los cultivos y el uso intensivo de cultivos como la floricultura (Zhang, Wang, Xu y Fan, 2009).

El control de la acidez es importante debido a que permite incrementar y sostener los rendimientos agrícolas. Dentro de esto se encuentra la acidez intercambiable que es el hidrogeno y aluminios retenidos en coloides del suelo por fuerzas electroestáticas (IPNI, 1999) que provocan la disminución del pH del suelo y la pérdida de cationes básicos tales como Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ y Na^+ (FAO, 2016).

La corrección de la acidez del suelo se lo realiza con productos que liberan aniones neutralizando los protones que promueven la acidificación (H^+ y Al^{+3}). Para esto se usan materiales a base de carbonatos de calcio (CaCO_3) y magnesio (Mg), además, de óxidos, hidróxidos y fertilizantes de escoria básica (Herique y Seron, 2013).

Por otro lado, existen alternativas de productos como la diatomita (SiO_2) que reduce la acidez. Este mineral proveniente de una roca silíceas, sedimentaria de origen biogénico. El silicio (Si) promueve la restauración de la fertilidad de los suelos a través del tiempo, al elevar la capacidad de intercambio catiónico (Quero 2008, Hernández 2002, Fihlo *et al.* 2000), mejorar el contenido de calcio (Ca), magnesio (Mg), fósforo (P), entre otros elementos (Corzo y Acosta, 2013). Además, tienen efectos sobre otros procesos del suelo como en la toxicidad por hierro y manganeso mecanismo principal del efecto del silicio (Si), está probablemente conectado con la formación de complejos silicatos hidro-aluminosos no tóxicos (Matichenkov, 2008).

En una investigación realizada en laboratorio por Ryder, M; Gérard, F.; Evans, D; Hodson, M en el 2003 se cultivó plántulas de coníferas de tres semanas de edad que durante 7 días pasaron en una solución con $100 \mu\text{M}$ de Al^{3+} combinado con 1000 y 2000 μM de Silicio en la cual se ajustó el pH de la solución a 4, 4.25, 4.50, 4.75 y 5. Se observó que el crecimiento de las raíces aumenta entre pH de 4.5 y 4.75. La adición de 1000 μM de Si a las soluciones de $100 \mu\text{M}$ de Al^{3+} provocó una reducción en el contenido de Al^{3+} en todo el rango de pH: a pH 4.00 Al^{3+} se redujo de 92.4 a 83,3% en presencia de Si y en pH 5 la reducción fue de 54.6 a 17.7% resultados similares se obtuvieron con la aplicación Si de 2000 μM , esto se explica debido a la formación de hidroxialuminosilicatos.

Moran (2021) realizó una investigación en el cultivo de arroz donde provó cinco tratamientos (T) con silicio con dosis de: 0, 1 (foliar), 2(foliar), 4 (edáfica) y 8 (edáfica) kg/ha

más fertilización edáfica en todos los tratamientos. La aplicación de Si 8 kg/ha obtuvo una mayor altura de planta presentando significancia a nivel estadístico, en la variable rendimiento no se encontró diferencia significativa, pero cabe recalcar que los tratamientos con Si obtuvieron mayor rendimiento a comparación del testigo siendo la aplicación de 8 kg/ha de silicio la mejor.

En un trabajo de investigación realizado por Martínez (2013) se evaluó el efecto que produce la diatomita en concentraciones de 18 (SiO₂ al 92.5%), 20 (SiO₂ al 90%), 36 (SiO₂ al 92.5%) y 40 (SiO₂ al 90%) kg/ha, en las propiedades químicas del suelo y el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Se realizaron tres aplicaciones: la primera cuando las plantas presentaron las primeras hojas verdaderas (aproximadamente 10 cm), la segunda a los 50 cm de altura y la tercera en la etapa de llenado de grano. Respecto a las características químicas del suelo en los tratamientos con diatomita se obtuvo un aumento del pH, carbono orgánico (CO), MO, conductividad eléctrica (CE), N, P, K, Ca y sodio (Na) con respecto al testigo; no encontrando diferencias para CIC y Mg.

Raya y Aguirre (2012) dan a conocer que el silicio aplicado a nivel edáfico hace que la planta de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) se vuelva tolerante a los suelos salinos debido a que la concentración del sodio del suelo disminuye. Además, en el cultivo de maíz ayuda a reducir el efecto tóxico del aluminio en suelos ácidos ya que, el Si se une al Al³⁺ formando hidroxialuminosilicatos (AlOSi (OH)₃)²⁺ y así previene su toxicidad.

1.2 PROBLEMA

En la floricultura el uso de fertilizantes químicos en especial a base de nitrógeno (N) que contiene o forman amonio como el sulfato de amonio y nitrato de amonio se disocian liberando amonio y acidificando el suelo (IPNI, 1999). La acidificación es afectada por la agricultura intensiva muy extractiva y sin reposición de las bases intercambiables (Encina, 2019).

La rosa es uno de los cultivos de alto rendimiento y por ende necesita ciertas cantidades de nutrientes para alcanzar sus máximas producciones, además, los cultivos con esas características de rendimiento pueden ocasionar acidez al suelo por la absorción de cationes básicos (Ca, Mg y K). La planta, al absorber cationes libera hidrógeno para mantener el equilibrio en su interior y genera acidez (Yong, 2004).

Encina (2019) menciona que la acidificación es una de las causas más importantes de la degradación de los suelos y que alrededor del 50% de la superficie cultivable es ácida a nivel mundial. Además, da a conocer que los suelos ácidos se caracterizan por la presencia de aluminio que al solubilizarse se convierte en un catión trivalente Al^{3+} que en cantidades altas es tóxico. Según Casierra y Aguilar (2007), el aluminio tiene afinidad por los componentes de la pared celular de la raíz y afecta las propiedades mecánicas mismas que inhiben el crecimiento radicular. La presencia de Al^{3+} en el suelo induce a la acidez debido a que dicho elemento se desplaza de las arcillas por otros cationes y al estar en contacto con el agua libera hidrógenos (Catellanos, 2014).

Según Catellanos (2014), el suelo sufre un constante cambio de pH por factores como la remoción de nutrientes por la planta que al absorber cationes básicos (Ca, Mg y K) libera el H^+ para mantener el equilibrio en su interior. Otro de los factores es la lixiviación de los cationes intercambiables (Ca, Mg, K y Na) de los cuales el K y Na son los dos cationes que se lixivian con más facilidad y dan lugar a ser sustituidos por el H^+ y el Al^{3+} .

La acidez perjudica directamente en la fertilidad de los suelos alterando el grado de solubilidad de los nutrientes, capacidad de intercambio catiónico, absorción de nutrientes y presencia de aluminio que afectan la producción agrícola (Zapata, 2004). El principal factor limitante en la producción de cultivos en suelos ácidos es la toxicidad de Al^{3+} que inhibe el desarrollo de la raíz y absorción de nutrientes (Ma y Takahashi, 2002).

1.3 JUSTIFICACIÓN

El uso de minerales en la agricultura ha trascendido en las últimas décadas debido a sus propiedades que se ven reflejados en el rendimiento del cultivo, tal es el caso del uso de diatomitas las cuales son rocas silíceas formadas por la acumulación sedimentaria de los esqueletos microscópicos de algas y es utilizada en diversas funciones como: fertilizante, plaguicida, absorción de líquidos y gases (Dirección General de Desarrollo Minero, 2017).

Existen diversas investigaciones del uso de la cal donde se evidencia el incremento del pH ya que es muy usada a nivel mundial, pero a su vez tiene una desventaja respecto a la disponibilidad de nutrientes a comparación del uso de la diatomita misma que se detalla en el siguiente acápite

Según Peñafiel (2009), el encalado solo tiene un mecanismo para la reducción de toxicidad por aluminio y que además la aplicación de encalado y dolomita fijan el P disponible y lo transforman en no asimilable a diferencia de los materiales ricos en silicio que reduce la toxicidad del Al y optimiza el pH, mejoran la nutrición con fósforo, hierro, potasio y zinc debido a que el silicio activa el intercambio catiónico y la movilización de nutrientes. Quero (2007) menciona cinco posibles mecanismos para reducir la toxicidad de aluminio con la aplicación de silicio como es la formación de ácidos silícicos, orto y meta, coloides, polímeros de silicios y complejos aluminio-silicatos.

Quero (2007) afirma que la aplicación de silicio en el suelo ayuda a recuperar la estructura del suelo, aumenta la capacidad de absorción de agua (30 a 100%) e incrementa la capacidad de intercambio catiónico, sobre todo en pH mayor a 7.0. Matichenkov (2008) menciona que las enmiendas a base de silicio proporcionan una reducción en la toxicidad del Al en suelos ácidos de manera más efectiva que la cal.

, Matichenkov (2008) postula otros mecanismos de reducción de la toxicidad de Al por el uso de Si como: el ácido monosilícico que puede aumentar el pH del suelo y pueden ser adsorbidos por hidróxidos de aluminio lo que perjudica su movilidad, además puede formar sustancias ligeramente solubles con iones de aluminio, el aluminio móvil puede ser adsorbido por la superficie de sílice y el silicio puede aumentar la tolerancia de la planta a la toxicidad de Al^{3+} todos estos mecanismos pueden funcionar simultáneamente con uno u otro.

Ensayos realizados por la empresa LA COLINA (2019) en conjunto con la FLORÍCOLA ALTOS DEL NORTE ubicada en el sector El Espingo, Cantón Espejo, Provincia del Carchi, se evaluó Diatomitas ($SiO_2:98\%$) con una finura M400 en el cultivo de rosas variedad Magic Time. Los suelos de la florícola presentaban un pH de 4.5 y un desequilibrio fisio-nutricional en las plantas de flores, relacionándose directamente con la acidez y Al^{3+} intercambiable. Elementos indispensables como el fósforo, esenciales para la formación de raíces por donde son absorbidos y asimilados macro y microelementos, esta encapsulado o no es disponible para la planta, ya que al reaccionar el aluminio con el fósforo del suelo se produce un compuesto pesado no asimilable para la planta como lo es el fosfato de aluminio. Los resultados obtenidos aplicando diatomitas ($SiO_2:98\%$ M400) con una dosis de 5g/lit de agua permitió tener mejores condiciones físico-químicas del suelo, obteniendo la liberación de fósforo.

Esta investigación propone el uso de diatomitas en uno de los cultivos más representativos de la floricultura como es el cultivo de rosas que son rocas silíceas de algas fosilizadas que por el hecho de tener en su composición silicio, en forma de óxido de silicio, juega un papel de interés en la planta como es la asimilación y distribución de nutrientes y minerales, incremento de la resistencia al estrés abióticos como las bajas y altas temperaturas, salinidad, toxicidad de metales pesados, hidrocarburo aluminio, desbalances nutricionales entre otros (Quero, 2015).

OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de las aplicaciones de diatomitas en las características químicas de suelo en el cultivo de rosas (*Rosa* sp. var. Coldplay), Bolívar, Carchi.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar el efecto de los tratamientos en el pH, aluminio y acidez intercambiable en el suelo.
- Analizar la variación del contenido de nutrientes y capacidad de intercambio catiónico en el suelo por efecto de la aplicación de diatomita.
- Comparar los rendimientos obtenidos con las diferentes dosis de diatomitas aplicadas en el cultivo de rosas.

HIPÓTESIS

Ho: La aplicación de las diferentes dosis de diatomita a nivel edáfico, no tienen algún efecto significativo en el rendimiento del cultivo de rosas y características químicas del suelo.

Ha: Al menos una dosis de la aplicación de diatomita a nivel edáfico tiene efecto significativo en el rendimiento del cultivo de rosas y las características químicas del suelo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. IMPORTANCIA DE LAS FLORES EN EL ECUADOR

La Asociación Nacional de Productores y Exportadores de Flores del Ecuador EXPOFLORES (2018) da a conocer que, la exportación de flores es una de las actividades no petroleras más importantes en la obtención de rubros con la cantidad de 851 millones de dólares con un volumen de exportación de 157,6 mil toneladas respecto al año 2018 ubicándose en el tercer lugar a pesar del decrecimiento en un 3.4% respecto a los rubros obtenidos el año 2017.

El sector floricultor es una de las actividades no tradicionales importantes que intervienen en el desarrollo económico nacional con un Producto Interno Bruto (PIB) del 8.6% del total, además, de ser una fuente de empleo en especial para las mujeres (Yagual, Lovato y Mite, 2018 y BAYER, 2018).

2.2 DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA Y BOTÁNICA

Continuación se da a conocer la descripción taxonómica y botánica de la rosa

2.2.1 Taxonomía

Según Vinueza (2009), la rosa es un cultivo perteneciente a la familia de las Rosaceas del género *Rosa.*, siendo su nombre científico *Rosa* sp.

Tabla 1.

Taxonomía de la rosa

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta.
Clase:	Magnoliopsida.
Orden:	Rosales.
Familia:	Rosaceae.
Género:	<i>Rosa.</i>
Especie:	<i>Rosa</i> sp.

Fuente: Arévalo, 2010.

2.2.2 *Morfología*

La rosa posee raíz pivotante y profunda, pero en las plantas procedentes de estacas el carácter se pierde, debido a que el sistema radical del rosal se vuelve proporcionalmente pequeño (5 - 10% del peso total). Su tallo es leñoso con ramas lignificadas, el ápice vegetativo del tallo joven desarrolla un número de hojas y luego empieza a desarrollar los miembros de la flor y finaliza su crecimiento con la formación de una flor terminal (Yong, 2004).

Las hojas son compuestas imparipinadas, perennes, pecioladas, además, poseen folíolos con el borde aserrado (Vinueza, 2009). Las flores por lo general son aromáticas, completas, regulares con simetría radial (actinomorfas), hermafroditas, es decir cuentan con el androceo y gineceo juntos, poseen el perianto desarrollado, receptáculo floral prominente en forma de urna y presenta inflorescencias racimosas, formando corimbos; pero a veces se presentan flores solitarias por reducción (Arzate, Bautista, Piña, Reyes y Vázquez, 2014).

El fruto se caracteriza por ser indehisciente, monospermo, seco y muy duro (Yong, 2004). De la fecundación de la flor se obtiene una inflorescencia conocida como cinorrodón (fruto) compuesta por múltiples frutos secos pequeños separados y encerrados en un receptáculo carnoso (Arzate, Bautista, Piña, Reyes y Vázquez, 2014).

2.3 VARIEDADES

La variedad a utilizarse para la investigación es la Coldplay misma que se describe a continuación:

2.3.1 *Coldplay*

La variedad Coldplay es una rosa cortada en Ecuador, posee un color blanco cremoso con dulces remolinos de 60 pétalos en forma de verdadera rosa de jardín. Posee una longitud de tallo que va de 20 a 60 cm y tamaño de botón de 5 a 5.2 cm (Four Seasons Quality, 2023 y Stampybox CIA. LTDA, 2019). La vida en florero va de 14 a 17 días, es de fácil transporte ya sea empacada en seco o hidratada, se comercializan en mercados americanos, europeos, rusos y nacionales (Rosen Tantau, 2005 citado por Quiroz, 2015).

Figura 1.

Rosa variedad Coldplay



Fuente: Stampsybox CIA. LTDA, 2019.

2.4 MANEJO DEL CULTIVO

Los requerimientos del cultivo y el manejo del mismo se describen en los siguientes acápite:

2.4.1 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de rosas

La rosa requiere un adecuado manejo para lograr altos rendimientos y excelente calidad en las cosechas, para lo que requiere de una correcta preparación del suelo con la finalidad de mejorar y conservar las condiciones fisicoquímicas y biológicas del mismo sin descartar el uso de alternativas nutricionales (Fernández, Marreo, Salgado, Cruz, Igarza, Hernández, Calzada y Rajme, 2008).

Agua: es el responsable del 90% de la producción y calidad de la cosecha (Amézquita, 1999), por ende, debe ser monitoreada y realizarse un análisis químico dos a tres veces al año. En el Ecuador muchos productores de rosas utilizan como fuente de riego el agua subterránea que es almacenada en pozos, junto con el agua de los reservorios, producto de la recolección de lluvias (Rosero, 2018).

Temperatura: en el cultivo de rosas la temperatura óptima del aire en el día es de 21 a 24 °C y en la noche 15 a 16 °C. Cuando la temperatura supera los 30 °C o a su vez baja a -1 °C puede ocurrir alteraciones fisiológicas. Las temperaturas excesivamente elevadas producen decoloración de la flor, disminución del botón floral con tallos pequeños y delgados (López y Losada, 2006 citado por Espinosa, 2015) y las temperaturas bajas causan disminución de la

producción de tallos florales, daño en el botón floral y deficiente calidad en postcosecha (Boshell, 2009).

Humedad relativa (HR): se requiere alta HR para un crecimiento adecuado considerándose óptima de 70 a 80% para la mayoría de las rosas. En floración, su requerimiento cambia de 80 a 95% porque valores inferiores al 70% producen flores y tallos pequeños, hojas poco desarrolladas y caída de hojas tempranas (Rodríguez y Paniagua, 1994).

Luz: en verano las altas intensidades y duración de luz son potencialmente buenos, esto permite que los nuevos brotes puedan sintetizar los azúcares necesarios para el aumento de la producción floral. Lo contrario pasa en invierno, cuando las intensidades de luz son bajas y las horas de luz son menores (Vargas, 2010).

pH: define si un suelo es ácido o básico la cual influye en las características químicas, físicas y biológicas del suelo (INPOFOST, 1997 citado por Espinoza, 2015). Las rosas se desarrollan en suelos ácidos, pero se recomienda que estos tengan un pH entre a 6.0 a 7 por la disponibilidad de nutrientes (Tipán, 2008).

Profundidad de suelo: El sistema radicular del rosal tiende a ser superficial, por lo que puede prosperar aún en suelos delgados de entre 25 y 50 cm (Ruiz, et al., 2013).

Conductividad eléctrica: Los estudios realizados han determinado que la CE ideal para el cultivo de rosas es de 1 a 2 mS/cm siendo el óptimo 1.5 mS/cm de CE (Valencia, 2017) debido a que la conductividad eléctrica es directamente proporcional a la cantidad de sales (Fertilizantes) presentes en una solución, lo cual podría influir directamente con los niveles de productividad y calidad de la flor (Padilla, 2007)

Suelos: El rosal se desarrolla mejor en suelos francos que consten de un 40% de arena, 40% limo y 20% de arcilla aproximadamente por poseer óptimas características de drenaje (Tipán, 2008), pero su rusticidad permite adaptarse a diferentes tipos de suelo como franco-arcillosa, migajón-arcillo-limosa, limo o incluso arcillosa, siempre que no se descuide un buen drenaje interno (Ruiz, et al., 2013).

2.5 REQUERIMIENTO NUTRICIONAL

La rosa forma su energía por la fotosíntesis, energía que se consume con la respiración. Mediante la xilema las plantas absorben de forma ascendente agua, sales y sustancias inorgánicas, mismas que descienden por el floema. Los nutrientes esenciales en la rosa son: el C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo y Zn, cada uno interviene en la conformación de la materia celular o como activador de reacciones metabólicas. La nutrición adecuada parte del diagnóstico del estado del cultivo, suelo y agua. Dependiendo del diagnóstico, se fertiliza, en forma sólida, foliar o en fertirriego (Yanchapaxi, 2010). A continuación, se presenta una tabla con el requerimiento nutricional de la rosa.

Tabla 2.

Requerimiento nutricional del cultivo de rosa (Rosa spp.)

Nutriente	Requerimiento (kg/ha/año)
Nitrógeno (N)	600
Fósforo (P)	100
Potasio (K)	400
Calcio (Ca)	200
Magnesio (Mg)	110
Azufre (S)	100
Cobre (Cu)	0.2
Hierro (Fe)	0.5
Manganeso (Mn)	2.7
Zinc (Zn)	0.77
Boro (B)	0.75

Fuente: Salazar, 2017.

2.6 CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO

Los elementos solubles y asimilables suministrados al suelo como los nitratos, amonio, fósforo, potasio, entre otros, son importantes para el crecimiento y desarrollo de las plantas, pero si estos no son retenidos o adsorbidos por las partículas coloidales del suelo se perderán por lixiviación causada por agentes como el agua lluvia o riego por lo que las características químicas de fertilidad del suelo sufrirán un decremento. El fenómeno de la adsorción de una sustancia a una superficie se debe a fuerzas de atracción tales como: electrostáticas, de Van der Waalls o químicas, por un periodo más o menos largo, permitiendo que por medio de este

fenómeno se lleve a cabo uno de los procesos más importantes que es el intercambio iónico o catiónico (Vilema, 2017).

La capacidad de intercambio catiónico es definida por Quiroga y Bono (2012), como los procesos reversibles en donde las partículas sólidas del suelo adsorben iones de la fase acuosa y libera iones en cantidades equivalentes al mismo tiempo creando un balance entre las dos. Estos fenómenos se deben a que el complejo coloidal del suelo que tiene cargas electrostáticas y una gran superficie posee propiedades específicas (Vilema, 2017).

2.7 ACIDEZ DEL SUELO

La acidez de una solución está determinada por la actividad de los iones de hidrogeno (H^+) y se expresa en un parámetro denominado potencial de hidrógeno (pH). La escala del pH va desde 0 a 14 donde valores de 7.0 es neutro por contener igual número de H^+ y OH^- mientras que valores menores de 7.0 son ácidos y mayores son básicos (International Plan Nutrition Institute, 1999).

2.7.1 Causas de la acidez del suelo

El Instituto Nacional de Nutrición Vegetal (1999) afirma que existen diferentes procesos y actividades que hacen que en los suelos se promueva la reducción del pH las cuales se dan a conocer a continuación:

- a) La remoción de nutrientes es uno de los procesos que promueve la reducción del pH del suelo ya que, la planta al absorber cationes libera el H^+ para mantener el equilibrio en su interior.
- b) La lixiviación de los nutrientes promueve la acidificación del suelo por el movimiento de agua que arrastra los nutrientes.
- c) La materia orgánica al descomponerse con la ayuda de microorganismos se produce un suplemento de CO_2 que fácilmente se transforma en bicarbonato (HCO_3^-) esto hace que se combine fácilmente con los cationes básicos lavándolos. Además, la materia orgánica contiene grupos carboxílicos y fenólicos activos que se disocian liberando iones de H^+ .
- d) La fertilización a base de N que contiene o forman amonio como el sulfato de amonio y nitrato de amonio se disocian liberando amonio.

Se ha realizado diversas investigaciones que permita mejorar el rendimiento de los cultivos, la estructura química del suelo siendo que los nutrientes sean asimilables para la planta y que a la vez sea amigable con el medio ambiente y sirva como una alternativa a la fertilización química como es la Diatomita

2.8 DIATOMITAS

Según la Coordinación General de Minería (2013), la diatomita es una roca silíceo, sedimentaria de origen biogénico compuesta por esqueletos fosilizados de frústulas de las diatomeas, las cuales son algas acuáticas unicelulares capaces de extraer sílice de su hábitat natural acuoso que al morir forma un sedimento de carácter orgánico (Verdeja, García, Vásquez, Barranzuela y Pastor, 1992).

El componente primordial de la diatomita es la sílice en proporciones del 68% al 92%, además posee componentes menores como: hierro, calcio, aluminio, titanio, sodio y potasio. A nivel de trazas existe antimonio, arsénico, bario, berilio, bismuto, paladio, uranio y vanadio. Adicionalmente se incorporan otros elementos biogénicos como restos de esponjas, restos de plantas, huesos de pescado y sílico-flagelados (Borgel, 2007).

Según Verdeja, et al. (1992), las diatomitas poseen propiedades físicas y químicas que ningún otro tipo de material a base de sílice posee. Por lo regular su color es blanco, posee baja densidad, alta porosidad, dureza de 1.5 a 2 Mohs, capacidad abrasiva suave, alta resistencia a la temperatura, conductividad térmica muy baja, área superficial de 10 a 30 m²/g, químicamente inerte (Ramírez, 2011).

Vargas y Salazar (2013) refieren que, las diatomitas o tierras diatomeas son considerados como insecticidas naturales combatiendo plagas como: ácaros, babosas, carcomas, cucarachas, garrapatas, chinches, gorgojos, grillos, polillas, pulgones, termitas, tábanos, orugas, entre otros. Su mecanismo de acción se da por choque de carga eléctrica negativa que poseen los fragmentos huecos los cuales taladran el cuerpo del insecto causándoles muerte por deshidratación.

Aporta al suelo micronutrientes como aluminio, antimonio, bario, berilio, cadmio, calcio, cobalto, cobre, cromo, estaño, estroncio, fósforo, hierro, magnesio, manganeso, mercurio, níquel, plomo, plata, potasio, sílice, sodio, talio, telurio, titanio uranio, vanadio, wólfram, zinc

entre otros los mismos que tienen incidencia en el metabolismo de los tejidos y muchas veces escasos en suelos poco fértiles (Borgel, 2007; Vargas y Salazar, 2013).

2.9 SILICIO

El silicio constituye el 95% de la corteza terrestre siendo el segundo elemento más abundante; generalmente se encuentra en forma de silicatos y aluminosilicatos. Todos los silicatos están compuestos por silicio y oxígeno que, además, pueden estar acompañados por otros elementos como aluminio, hierro, magnesio o calcio (Matichenkov, 2008 y Sociedad española de productos húmicos, S.A, 2015)

El óxido de silicio (SiO_2) al hidrolizarse con el agua forma ácido monosilícico (H_4SiO_4) y al ser absorbido por la planta especialmente en el área foliar forma un gel de silicio ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) que es el componente protector para enfermedades fungosas y ataque de insectos. El silicio al depositarse como sílica hidratada amorfa ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) se dirige al retículo endoplasmático, pared celular y los espacios intercelulares acumulándose también en células epidérmicas especializadas llamadas células silíceas (Sociedad española de productos húmicos, S.A, 2015)

El silicio promueve a que el oxígeno baje por los tallos a la raíz llegando al aerénquima, oxidando de esta manera la rizosfera (zona aledaña a la raíz), provocando que el Fe y el Mn reducido (forma en que lo toma la planta) se oxide, siendo esta forma poco absorbida por las plantas, evitándose una toma excesiva de estos elementos que, aunque son necesarios para las plantas, su abundancia puede volverlos tóxicos. Además, el silicio tiene acción sinérgica con el Ca y Mg mejorando la vida y la calidad de las cosechas (Sociedad española de productos húmicos, S.A, 2015)

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

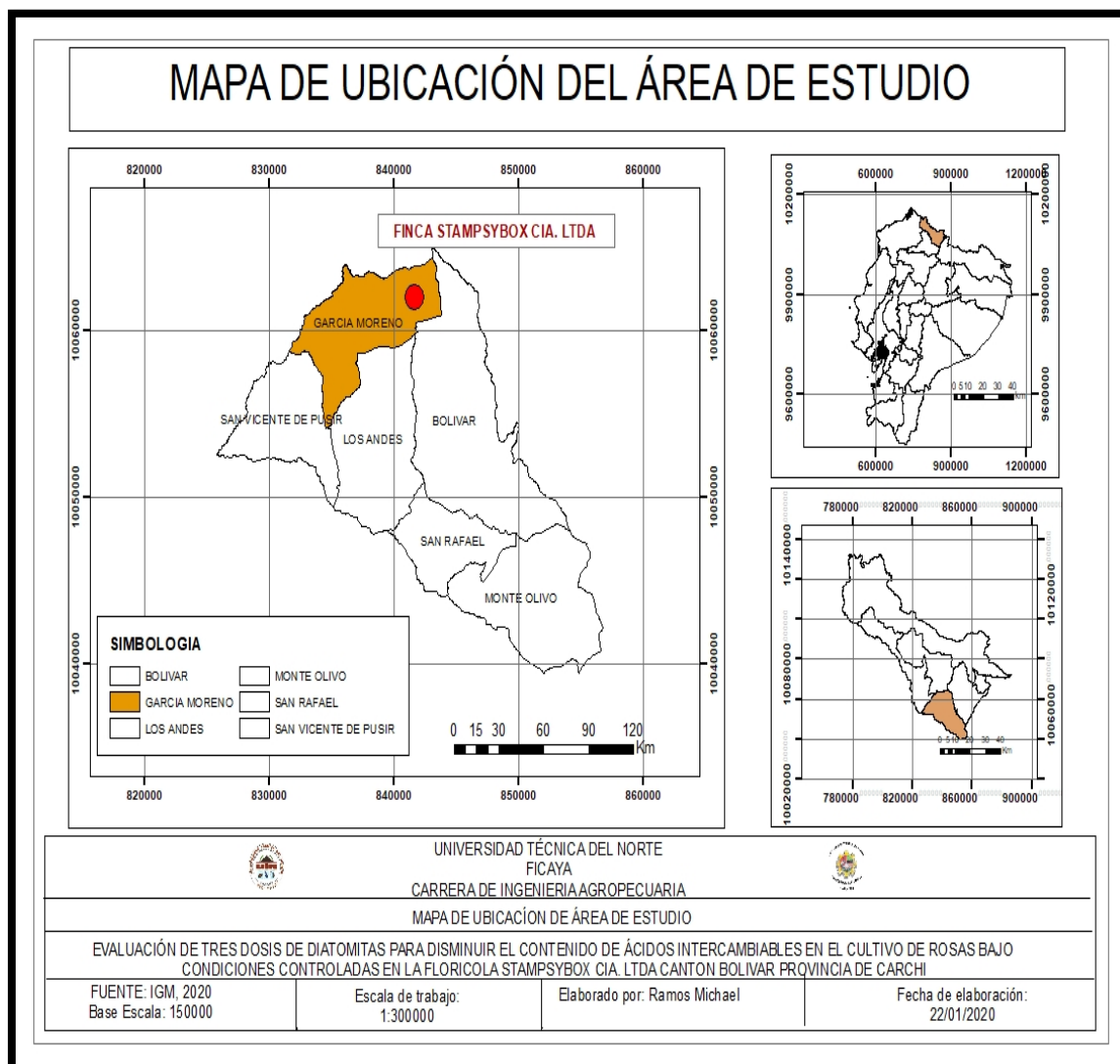
El área de estudio en donde se realizó la investigación está descrita en los siguientes acápite.

3.1.1 Ubicación

La presente investigación se realizó en la florícola Stampbox CIA. Ltda. que se encuentra ubicada en el cantón Bolívar de la provincia de Carchi, como se muestra en la figura 2.

Figura 2.

Mapa de ubicación del área de estudio



3.1.2 Características edafoclimáticas

A continuación, en la Tabla 3 se describen las características edafoclimáticas del área de estudio.

Tabla 3 .

Características edafoclimáticas del lugar de estudio

Características	Descripción
Clima	Cálido y templado
Temperatura	16 °C
Altitud	2275
Precipitación	927 mm
Latitud	00°37'35" N
Longitud	N 77°56'38" W

Fuente: CLIMATE-DATA.ORG, s/f.

3.2 MATERIALES, EQUIPOS, INSUMOS Y HERRAMIENTAS

Los materiales, equipos, insumos y herramientas que se utilizó para la investigación se observan en la Tabla 4.

Tabla 4.

Materiales, equipos, insumos y herramientas a usarse en la investigación

Materiales	Equipos	Insumos	Herramientas
Libreta de campo	Balanza digital	Rosas	Pala
Etiquetas	Computadora	Diatomita (SiO ₂ al 98 %)	Azadón
Croquis	Calculadora		Tijera de podar
Rótulos	Impresora		
	Cámara fotográfica		

3.3 MÉTODOS

3.3.1 Factor en estudio.

El factor de estudio en el experimento consiste en el uso de tres dosis (D) de diatomitas, la misma que se presenta a continuación:

Dosis 1: 165 g de diatomita en 33 litro de agua

Dosis 2: 330 g de diatomita en 33 litro de agua

Dosis 3: 495 g de diatomita en 33 litro de agua

Tabla 5.

Descripción de las dosis a emplearse en el estudio en cada nivel

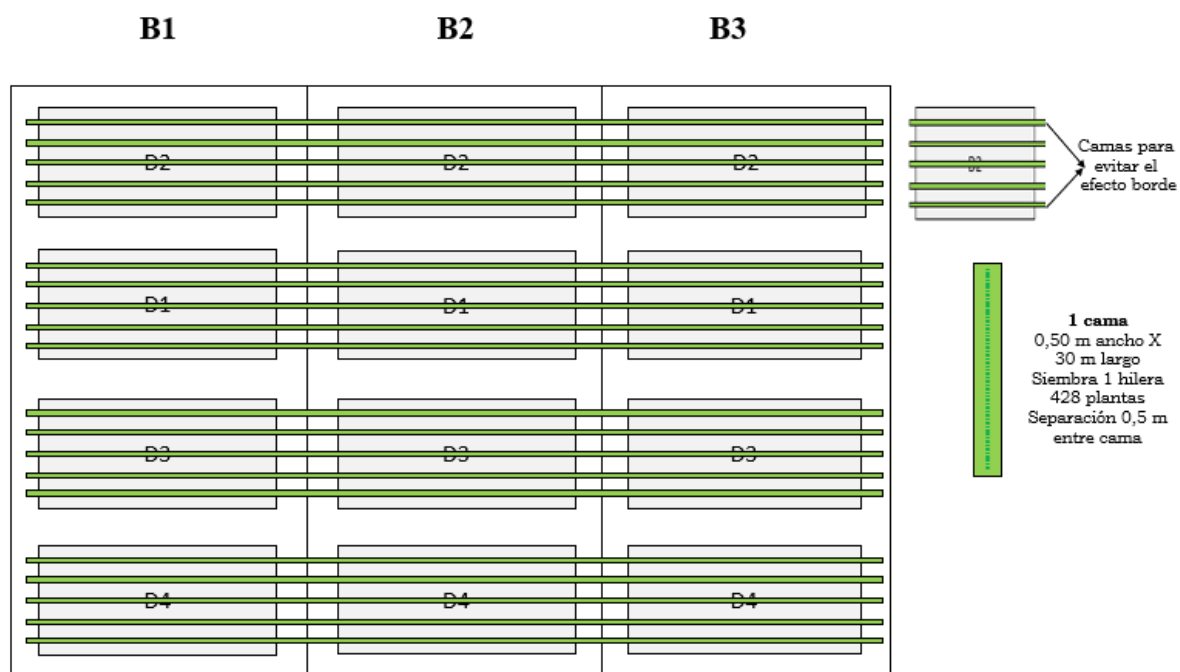
Nivel	Dosis SiO ₂ x tratamiento	Dosis SiO ₂ g/m ²	Código
T1	Testigo		T1F1
T2	Diatomita (SiO ₂ al 98 %) 165 g/33 lt	77.6	T2F2
T3	Diatomita (SiO ₂ al 98 %) 330 g/33 lt	155.2	T3F3
T4	Diatomita (SiO ₂ al 98 %) 495 g/33 lt	232.8	T4F4

3.3.2 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado en la presente investigación es el Diseño de Bloques Completo al Azar (DCA) con un área experimental total de 300 m². En la Figura 3 se puede observar la distribución de los bloques (B) con sus respectivos niveles (D).

Figura 3.

Área experimental de la investigación.



3.3.2.1 Características del experimento.

- Niveles: 4
- Bloques: 3
- Número de unidades experimentales: 12
- Área total del ensayo: 300 m²

3.3.2.2 Características de la unidad experimental

Tabla 6.

Descripción de la unidad experimental de la presente investigación

Datos	Medidas
Largo de la cama	10 m
Ancho de la cama	0.5 m
Área de la cama	5 m ²
Distancia de siembra entre planta	0.07 m
Nº plantas	142 por cama
Nº plantas (PN)	426 por tres camas
Nº plantas (UE)	710 por cinco camas
Variedad de rosa	Coldplay
Área de la unidad experimental	25 m ²
Cama por ha	200

3.3.3 Análisis estadístico

En la siguiente tabla se presenta el análisis de varianza del Diseño de Bloques Completo al Azar.

Tabla 7.

Análisis de varianza (ADEVA) de un diseño de Bloques Completo al Azar

Fuentes de Variación	GL
Total	(B x N)-1
Bloques	(N-1)
Niveles	(B-1)
Error experimental	(B-1) (N-1)

3.6 VARIABLES A EVALUAR

Las variables a evaluar en el experimento se describen a continuación:

3.6.1 Cambios de las propiedades químicas

Se procedió con un análisis de suelo al inicio del experimento antes de la aplicación de las diferentes dosis de diatomitas. Una vez culminado la aplicación del silicio al final del ensayo se realizó otro análisis de suelo para cada nivel, para luego proceder con las respectivas comparaciones de las propiedades químicas como CIC, pH, CE y acidez intercambiable.

3.6.3 Rendimiento del cultivo

Esta variable se cuantificó el número de tallos florales cosechados en cada unidad experimental, misma que se realizó después de la última aplicación de la diatomita. La cosecha se realizó durante 12 días consecutivos expresando en tallos/m².

3.6.4 Variación del contenido de nutrientes y capacidad de intercambio catiónico

Con el análisis de suelo del inicio y final del experimento se procederá a identificar la variación de los nutrientes, producto del consumo por las rosas. Se identificarán los elementos que fueron extraído, ya sea en mayor o menor cantidad por la planta en el transcurso del experimento. Y la parte fundamental de esta investigación se procederá a revisar si existió un cambio respecto a la acidez intercambiable del suelo.

3.7 MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

A continuación, se describe el manejo específico que se realizó en la presente investigación

3.7.1 Establecimiento del experimento

Se procedió con el reconocimiento del área de la investigación en la empresa florícola Stamsybox S.A ubicada en la provincia del Carchi, cantón Bolívar. El ensayo se realizó en el cultivo de rosa var. Coldplay previamente en producción. El manejo técnico se realizó según los protocolos de la finca florícola, que incluyen fertilización, manejo de plagas, riego y labores culturales.

Figura 4.

Reconocimiento del área de ensayo en la empresa florícola Stamsybox SA.



3.7.2 Delimitación de parcelas

La delimitación se lo realizará en bloques y niveles, para luego identificar con la ayuda de rótulos. Cada unidad experimental fue conformada por cinco camas, divididas en cuatro niveles y tres bloques obteniendo un total de 12 unidades experimentales. Cabe recalcar que para el efecto borde se tomó en cuenta las camas laterales de cada unidad experimental.

Figura 5.

Identificación del diseño experimental mediante rótulos.



3.7.3 Toma de muestra de suelo

Esta actividad se realizó luego de finalizar la delimitación de las unidades experimentales. Se realizó la toma de muestra de suelo inicial en general de todos los tratamientos y otra toma de muestra de suelo al final del experimento, para esto se tomaron muestras de suelo una por cada nivel con el objetivo de comparar los cambios ocurridos en cada nivel con la ayuda del análisis de suelo inicial. Se recolectaron cuatro muestras cada una conformada de tres submuestras por nivel dando un total de 12 submuestras, las mismas que fueron tomadas en zigzag a una profundidad de 20 cm. Las muestras de cada nivel fueron tomadas con un barrenador y se procedió a eliminar los bordes para luego mezclar en un costal de 1 m² y pesar 1 kg para luego proceder a empacar y etiquetar para enviar al laboratorio.

Figura 6.

Materiales para la recolección y actividad de toma de muestras de suelo.



3.7.4 Implementación de tratamientos

Se usó tres dosis de diatomitas correspondientes a 165, 330 y 495 gramos diluidos en 33 litros de agua (solución madre) que fueron aplicados con una frecuencia de ocho días vía drench con la ayuda de un venturi. La aplicación se realizó tras ocho días de tomar la primera muestra de suelo inicial considerando el cronograma de actividades. Para esta actividad se hizo uso de tanque, oxido de silicio y mangueras.

Figura 7.

Materiales para la aplicación de las dosis en estudio.



3.7.5.1 Labores culturales, riego y controles fitosanitarios

Se lo realizo según el cronograma de maneje la empresa, de tal manera adaptándose al manejo tecnificado que la empresa realiza en su florícola tanto para riego, fertilización labores culturales (Podas, limpieza de malas hierbas entre otros) y fitosanitarios.

3.7.5.2 Cosecha

Culminado la fase de aplicación de silicio se procedió a realizar la cosecha de las camas netas de cada unidad experimental por 12 días seguidos las cuales fueron anotadas y tabuladas en Excel para luego ser analizados en el programa de datos estadísticos. Cabe recalcar que la cosecha fue enviada al área de postcosecha de la empresa.

Figura 8.

Cosecha y postcosecha de la rosa var. Coldplay



CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis de suelo de laboratorio para esta investigación se realizó con extracto de agua con el método volumen 1:2 que es un método específico para cultivos florícolas y hortícolas intensivos según el reglamento de Holanda.

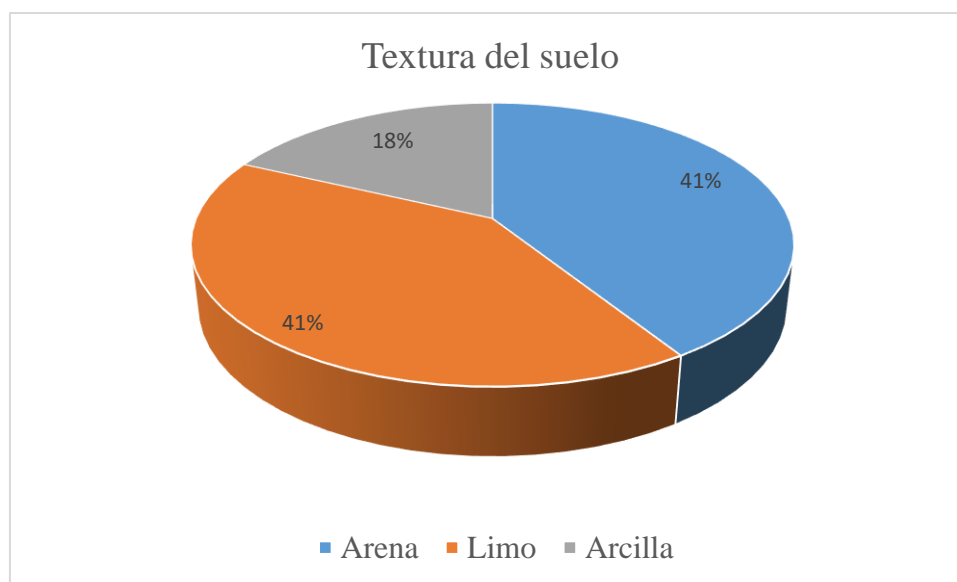
4.1 CAMBIOS DE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO PH, CE, ACIDEZ INTERCAMBIABLE

El análisis de esta variable se realizó en base a los resultados emitidos del laboratorio y las dosificaciones de cada tratamiento aportados al suelo, los cuales se describen a continuación:

Cabe mencionar que el análisis de suelo inicial (Extracto en Agua, Método Vol. 1:2) muestra que la investigación se realizó en una textura franco. En la figura 9 se puede observar la textura del suelo en los cuatro tratamientos experimentales.

Figura 9.

Porcentaje de la composición de la textura de suelo de la investigación.



Fuente: Agrarprojekt S.A (2021).

En la tabla 8 se puede observar el análisis de suelo de un cultivo de rosas inicial (A_0) y final (AF) después de la aplicación de Diatomita al 98 % vía drench en cuatro tratamientos, siendo el A_{FT1} (Testigo), A_{FT2} (165 g), A_{FT3} (330 g) y A_{FT4} (495 g) en el cultivo de rosas.

Tabla 8.*Análisis de suelo inicial (A0) y final por tratamiento (AFT) en un cultivo de rosas*

Tratamiento	A ₀	A _{FT1}	A _{FT2}	A _{FT3}	A _{FT4}
pH (en kCl)	5.6	6.2	5.9	6.2	6.0
Acidez intercambiable (meq/100 g).	0.67	0.43	0.38	0.35	0.35
Aluminio intercambiable (meq/100 g).	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

Nota: A₀: Análisis de suelo inicialA_{FT1}: Análisis de suelo final tratamiento 1A_{FT2}: Análisis de suelo final tratamiento 2A_{FT3}: Análisis de suelo final tratamiento 3A_{FT4}: Análisis de suelo final tratamiento 4

En la Tabla 9 se puede observar los niveles óptimos de los compuestos en el cultivo de rosa, misma que es esenciales para realizar el análisis que se describe en los siguientes acápite y se da conocer a continuación:

Tabla 9.*Niveles óptimos de los diferentes compuestos en el cultivo de rosas*

Propiedades químicas	Optimo
pH	6.2
Acidez intercambiable (meq/100 g).	<0.5
Aluminio intercambiable (meq/100 g).	<0.3

4.1.1 pH del suelo

Con respecto al pH se observa que en los diferentes tratamientos hubo una notable subida del pH a comparación con el análisis de suelo inicial (5.6), pero cabe recalcar que los tratamientos que se encuentra con los niveles óptimos de pH son los tratamientos A_{FT1} (6.2) y A_{FT3} (6.2) en la cual se aplicó 0 g y 360 g por aplicación de diatomita respectivamente en el cultivo de rosas var. Coldplay.

Según Osorio (2012) menciona que el pH mide el grado de acidez o alcalinidad del suelo, la cual puede ser afectada por muchos factores como: el clima y temperatura, las plantas

que pudiesen encontrarse en su entorno, el pH del agua de riego, tipo de suelo, uso de fertilizantes y la disponibilidad de nutrientes.

Cabe recalcar que en el caso de esta investigación el pH pudo verse afectado y por ende los resultados ya que, en el caso de los manejos que se integra en la empresa florícola es la aplicación de productos químicos y fertilizantes orgánicos e inorgánicos a nivel edáfico en conjunto con el riego por goteo o vía drench, manejo que se realiza dependiendo de los problemas que puede presentarse por nave en las cuales el trabajador en ciertas camas las diferentes aplicaciones pudiera ser en algunas excesivas pudiendo causar lixiviaciones de los nutrientes misma que se puede evidenciar en el caso del aumento de pH de 6.2 en el tratamiento testigo que se encuentra en un estado óptimo a diferencia de los tratamientos A_{FT2} y A_{FT4} en cuales fueron aplicados la diatomita.

En una investigación realizada por Martínez (2013) donde se aplicó diatomita en concentraciones de 40 kg/ha en el cultivo de Maíz se pudo observar un aumento respecto al pH por ende la disminución de la acidez intercambiable, la cual con la presente investigación realizada se puede observar que la diatomita al 98 % aplicada en concentraciones de 330 g fue la que mayor se asemeja a los requerimientos óptimos que la flor necesita para su desarrollo como el pH y acidez intercambiable.

La reducción en las diferentes composiciones químicas por la aplicación de diatomita se da según Vera (2020) en el caso del pH actúa como regulador 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.

4.1.2 Acidez intercambiable

Sin embargo, la acidez intercambiable se puede evidenciar que todos los tratamientos después de la aplicación de diatomita se encontraron dentro del rango óptimo <0.5 meq/100 g siendo el A_{FT1} (testigo) con el más alto valor 0.43 meq/100 g y el A_{FT3} y A_{FT4} con el menor rango 0.35 meq/100 g con aplicación de 330 g y 495 g, de tal manera afirmando el trabajo de investigación de Quero (2008) donde menciona que la diatomita ayuda a disminuir la acidez del suelo.

En relación a las diferentes dosis de diatomita se puede observar que la aplicación de diatomita con una dosis de 495 g se observa dentro de las concentraciones óptimas requeridas como el pH (6.2) y Acidez intercambiable (0.35).

4.1.3 Aluminio intercambiable

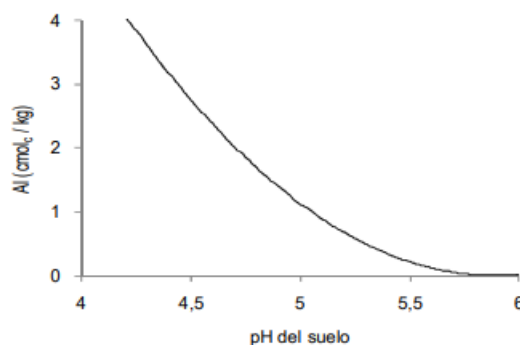
En lo que concierne al aluminio intercambiable se puede verificar que no existió cambios en ninguno de los tratamientos con la aplicación de diatomita a comparación con el análisis de suelo inicial y final donde se expresó 0.05 meq/100 g de tal manera culminando la investigación.

Osorio (2012) da a conocer que el aluminio soluble puede pasar desde los sitios de retención hasta la solución del suelo por el proceso de intercambio catiónico, y por eso recibe el nombre de Al intercambiable ocasionando la relación inversa entre el valor de pH y la presencia de Al intercambiable en el suelo.

En pH del suelo menor o igual a 4.7 el Al^{3+} es la forma predominante, el $Al(OH)_2^+$ es la forma sobresaliente en pH de 4.7 a 5.2 el y en pH de 5.5 prácticamente todo el Al^{3+} se ha precipitado en forma de $Al(OH)_3$ y por eso cuando el suelo alcanza este valor no se determina el Al intercambiable ya que su valor no es significativo (Osorio, 2012) como en el caso de esta investigación donde los pH son superiores a 5.5. .

Figura 10.

Relación inversa entre el aluminio intercambiable y el pH del suelo en Carguma, Colombia.



Fuente: Osorio (2012).

4.2 VARIACIÓN DEL CONTENIDO DE NUTRIENTES Y CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO

En la tabla 10 se puede evidenciar el análisis de suelo realizado al inicio y al final de la investigación en el cultivo de rosas var. Coldplay sobre el contenido de los nutrientes y capacidad de intercambio catiónico en el suelo de textura franco.

Tabla 10.

Análisis de suelo inicial y final bajo la aplicación de diferentes dosis de diatomitas realizado en la florícola Stampbox CIA. Ltda.

Análisis	Unidad	Nivel óptimo	Resultados				
			A ₀	A _{FT1}	A _{FT2}	A _{FT3}	A _{FT4}
Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	meq/100 g	> 15	13.9	11.8	13.5	12.2	10.8
Nitrato (NO ₃)	ppm	248	1863	1210	1620	1460	1590
Amonio (NH ₄)	ppm	< 1.8	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2
Fosfato (PO ₄)	ppm	14	28.0	13.4	33.2	14.0	36.3
Potasio (K)	ppm	59	501	316	450	410	440
Magnesio (Mg)	ppm	29	252	121	165	146	152
Calcio (Ca)	ppm	80	478	484	611	499	342
Sulfato (SO ₄)	ppm	144	680	816	980	834	529
Sodio (Na)	ppm	< 92	81.6	39.0	59.0	60.0	73.0
Cloruro (Cl ⁻)	ppm	< 142	92.3	34.0	41.4	67.0	87.7
Hierro (Fe)	ppm	0.447	0.766	0.266	0.399	0.311	0.318
Manganeso (Mn)	ppm	0.110	0.352	0.112	0.416	0.122	0.297
Cobre (Cu)	ppm	0.045	0.081	0.015	0.054	0.010	0.016
Zinc (Zn)	ppm	0.131	0.355	0.248	0.308	0.261	0.333
Boro (B)	ppm	0.162	3.40	1.48	3.14	2.36	2.54
Silicio (SiO ₂ -S)	ppm	No determinado	7.28	7.7	7.1	7.3	9.3

4.2.1 Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

Respecto al análisis de suelo referente a la CIC se observa que en el análisis de suelo final arroja resultados inferiores a comparación del análisis de suelo inicial, de tal manera encontrándose debajo de los valores óptimos que es mayor a 15 meq/100. A pesar de no encontrarse con los rangos óptimos cabe mencionar que con la aplicación de 165 g de diatomita al 98% tuvo el mejor valor con 13.5 meq/100 g. Según Castaño (2022), la alta CIC brinda

mayor capacidad para retener nutrientes convirtiendo en suelos más fértiles, además, la CIC proporciona una reserva de nutrientes para reponer los nutrientes que fueron absorbidos por las plantas o lavados de la zona radical.

Tipán (2008) afirma que el rosal se desarrolla mejor en suelos francos que consten de un 40% de arena, 40% limo y 20% de arcilla aproximadamente por poseer óptimas características de drenaje.

En una investigación realizada por Vilema en el año 2017 menciona que la Capacidad de Intercambio Catiónico esta influenciada por el tipo de arcilla, humus y pH (a mayor pH del suelo se generan nuevas cargas eléctricas negativas en el complejo de cambio).

Tabla 11.

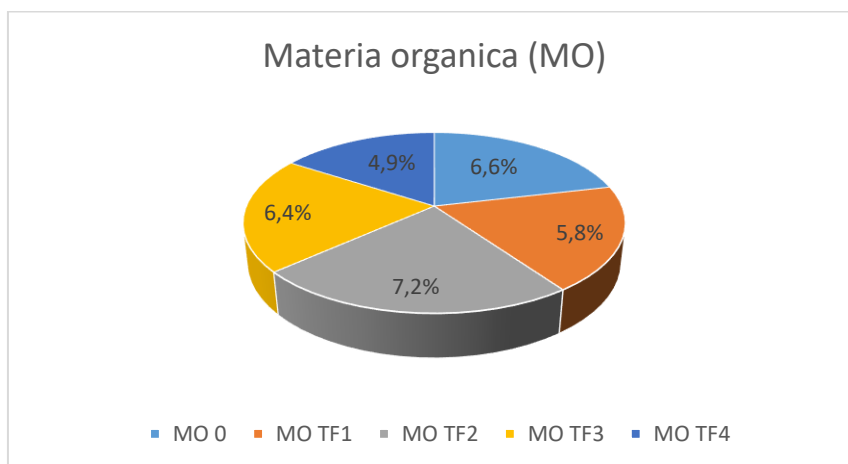
Porcentaje de la fracción de partículas en suelo Franco en el análisis de suelo inicial y final (culminado la aplicacion de silicio)

Tratamiento	Arena %	Limo %	Arcilla%
A ₀	41	41	18
A _{FT1}	43	45	12
A _{FT2}	43	47	10
A _{FT3}	41	47	10
A _{FT4}	51	39	10

Según Anserona (1995) menciona que los suelos arcillosos están cargados negativamente, por lo que suelos con mayores concentraciones de arcillas presenta capacidades de intercambio catiónico mayores. Además, da a conocer que la CIC es influenciado por el tipo, la cantidad de arcilla y materia orgánica. En esta investigación se puede observar que hubo una disminución en la cantidad de arcilla (Tabla 10 y Figura 11) y materia orgánica (Figura 12) al inicio y final del tratamiento, por ende, los valores son inferiores respecto a la CIC.

Figura 11.

Porcentaje de materia orgánica al inicio y final del análisis de suelo



4.2.2 Variación del contenido de nutrientes

En la tabla 11 se puede evidenciar la pérdida y ganancia de nutrientes según el análisis inicial y final. La aplicación de 495 g de diatomita fueron los que mejores resultados que tuvieron respecto a los niveles óptimos de cada uno de los nutrientes presentes en el suelo.

Tabla 12.

Total de nutrientes absorbidos y perdidos en cada tratamiento

Elementos	Unidad	Resultados			
		A _{FT1}	A _{FT2}	A _{FT3}	A _{FT4}
Nitrato (NO ₃)	ppm	-653	-243	-403	-273
Amonio (NH ₄)	ppm	+0.1	0.1	+0.1	+0.1
Fosfato (PO ₄)	ppm	-14.6	+5.2	-14.0	+8.30
Potasio (K)	ppm	-185	-51	-91	-61
Magnesio (Mg)	ppm	-131	-87	-106	-100
Calcio (Ca)	ppm	+6	+133	+21	-136
Sulfato (SO ₄)	ppm	+136	+300	+154	-151
Sodio (Na)	ppm	-42.6	-22.60	-21.60	-8.60
Cloruro (Cl ⁻)	ppm	-58.30	-50.9	-25.30	-4.60
Hierro (Fe)	ppm	-0.5	-0.367	-0.455	-0.448
Manganeso (Mn)	ppm	-0.24	+0.064	-0.23	-0.05
Cobre (Cu)	ppm	-0.066	-0.027	-0.071	-0.065
Zinc (Zn)	ppm	-0.107	-0.047	-0.094	-0.022
Boro (B)	ppm	-1.92	-0.26	-1.04	-0.86
Silicio (SiO ₂ -S)	ppm	+0.42	-0.18	+0.02	+2.02

Nota: Los signos - y + expresan decremento o incremento según el análisis inicial y final.

Corzo y Acosta (2013) informan que el Si promueve la restauración de la fertilidad de los suelos a través del tiempo, mejorar el contenido de Ca, Mg, P, entre otros elementos). En la investigación realizada se puede apreciar que el Ca en todos los tratamientos tuvo un incremento del nutriente, pero cabe recalcar que en el tratamiento en la que se aplicó 495 g de diatomita hubo una disminución de Ca misma que puede deberse a la pérdida por factores mecánicos y absorción de la planta.

Concerniente al magnesio se evidencia que en todas hubo una disminución del nutriente pudiendo deberse también a la absorción realizado por la planta. Y referente al P se puede evidenciar que en el T2 Y T4 existe una mayor cantidad de fósforo (fosfato).

A nivel general se puede observar que hubo un decrecimiento de los nutrientes estos puede deberse a los factores antes mencionados como, lixiviación, absorción de nutrientes por las plantas, volatilización, etc., pero a su vez se puede evidenciar que no existe un déficit de los nutrientes es mas en algunos nutrientes como en el caso Ca. K, sulfato existe rangos altos a comparación de los requerimientos óptimos que puede deberse al manejo de fertilización de la finca.

4.3 RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ROSAS

A continuación, los resultados de análisis de varianza que se muestra en la Tabla 11 respecto a la variable rendimiento indica que existe efecto significativo en la aplicación de silicio vía drench ($p < 0.0050$).

Tabla 13.

Análisis estadístico LSD Fisher al 5%

Fuente de variación	Grados libertad	Grados de libertad Error	Coefficiente de variación	Valor F	Valor P
Dosis	3	6	36.71	4.34	0.0050

Los mejores resultados en la variable rendimientos del cultivo de rosa variedad Coldplay se alcanzaron con las aplicaciones edáficas de silicio (SiO_2), en dosis de 330 g y 495 g. Según el análisis estadístico LSD Fisher que se puede observar en la tabla 9 se puede observar que existe diferencia significativa.

En una investigación realizada por Romero en el año 2019 en el cultivo de limón se aplicó silicato de calcio a nivel edáfico en concentraciones de 37 g por litro de agua donde se evidencia un mayor incremento en el rendimiento (21.2%) a comparación del testigo. Dicha aplicación afirma que la aplicación de silicio tiene efectos positivos respecto al rendimiento en los cultivos.

Moran en el año 2021 realizó una investigación en el cultivo de arroz (Soca) en la cual aplicó silicio y resalta que la aplicación de 8kg/ha de Si en conjunto de la aplicación de fertilizante a nivel edáfico reflejó mayor altura de la planta y además un mayor rendimiento del cultivo por hectárea.

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIÓN

- Para la variable cambio de las propiedades químicas del suelo se evidencia que la aplicación de 330g de diatomita permite que el suelo se mantenga en un pH óptimo de 6.2 que el cultivo de *Rosa* sp. var. Coldplay necesita. En este mismo punto se evidencia que la aplicación de 330 g y 495 g de diatomita al 98% permite que la acides intercambiable se encuentre <0.5 meq/100 en este caso 0.35 meq/100 a comparación del inicio del experimento que se encontraba con valores de 0.67 meq/100. Y respecto al aluminio intercambiable se concluye que no hubo ningún cambio debido a que al inicio del experimento los niveles eran bajos y por contar con pH por encima de 5.5 no es significativo.
- Respecto a la variable de la CIC se evidencia que el suministro de diatomita al 98 % no tuvo cambios significativos ya que los valores requeridos y óptimos se encontraban por debajo. A su vez se puede evidenciar que los nutrientes se encontraban dentro de su rango optimo, pero siendo los más sobresalientes a nivel general en los que se aplicó 330 y 495 g tiramiento 3 y tratamiento 4 respectivamente.
- De acuerdo a la variable rendimiento se concluye que la aplicación de diatomita vía drench en dosis de 330 y 495g son los que resaltan mayor productividad.
- La aplicación de silicio vía drench permitió que los nutrientes estén disponibles y en rango óptimo para el consumo de la planta rosa var. Coldplay.

5.2 RECOMENDACIONES

- En futuras investigaciones se recomienda realizar el análisis de suelo inicial por nivel para tener una mejor referencia al realizar las comparaciones con el análisis final de suelo.
- Se debería realizar más ensayos con dosis similares o más altas, pero en diferente área de estudio, ya que según diferentes investigaciones mencionan que a mayor concentración de silicio dentro de la planta hay una mejor interacción con respecto a los distintos procesos metabólicos que realiza la planta mejorando la tasa fotosintética, reduciendo la pérdida de agua, entre otros procesos fisiológicos que realiza la planta y verificar si las diferentes condiciones ambientales difieren con los resultados obtenido.
- Se recomienda realizar la aplicación de diatomita por otras formas de aplicación y observar si existe algún cambio significativo a comparación de la aplicación de diatomita vía drench en las propiedades químicas del suelo y rendimiento.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, S. (1999). *Determinación de un método para evaluar los requerimientos de cal en suelos ácidos de origen volcánico y no volcánico del Ecuador* (Tesis de Grado). Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Amézquita, E. (1999). Requerimientos de agua y nutrición de cultivos de flores. Conferencia llevada a cabo en el XI congreso Nacional Agronómico, Cali, Colombia.
- Arévalo, J. (2010). *Enraizamiento de portainjertos de rosa, Natal brier mediante el uso de cuatro estimulantes en dos sustratos en el cantón Pedro Moncayo* (Tesis de grado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Arzate-Fernández, A., Bautista-Puga, M., Piña-Escutia, J., Reyes-Díaz, J y Vázquez, García, L. (2014). Técnicas tradicionales y biotecnológicas en el mejoramiento genético del rosal (*Rosa* spp.). Universidad Autónoma del Estado de México. ISBN: 978-607-422-547-1
- Asociación Nacional de Productores y Exportadores de Flores del Ecuador EXPOFLORES. (2018). *Informe de exportaciones anual 2018*. Recuperado de: <https://expoflores.com/informes-economicos-2015-2018/>
- Bárbaro, L., Karlanian, M y Mata, D. (s/f.). Importancia del pH y la Conductividad Eléctrica (CE). Ministerio de Agricultura Ganadería y pesca. Recuperado de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_importancia_del_ph_y_la_conductividad_elctrica.pdf
- Bayer. (2018). Rosa Ecuatoriana. Países Andinos. Recuperado de: <https://andina.bayer.com/es/sala-de-prensa/rosa-ecuatoriana-importancia-del-cuidado-para-el-producto-mas-exclusivo-de-exportacion.php>
- Borgel, I. (2007). *Caracterización del yacimiento de diatomita de Loma Larga, municipio de Acatlán, Hidalgo y evaluación de sus aplicaciones alternas* (Trabajo de grado). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.

- Boshell, V. (2009). Manejo del riesgo climático en la floricultura colombiana. Ceniflores. Bogotá, Colombia.
- Cabezas, R. (2016). *Efecto de fuentes de encalado en las propiedades químicas de suelos ecuatorianos de diferente material parental* (Tesis de grado). Universidad Central del Ecuador, Quito.
- Carrera, B y Kucharz, T. (2006). Las insostenibilidades de los monocultivos agro-industriales mayoritariamente destinados a la exportación como la palma de aceite. Recuperado de: https://spip.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/Las_insostenibilidad_de_los_monocultivos_agroalimentarios.pdf
- Casierra P. F.; Aguilar A., O. 2007. Estrés por Aluminio en Plantas: Reacciones en el Suelo, Síntomas en Vegetales y Posibilidades de Corrección. Una Revisión. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas: 1 (2). 246-257
- Castaño, M. (2022). Predicción de la capacidad de intercambio catiónico (CIC) en cultivos de aguacate empleando modelos machine learning. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/11371/4736>.
- Castellanos, J. Z. 2014. Acidez del Suelo y su Corrección. Hojas Técnicas de Fertilab, México. 4 p.
- Coordinación General de Minería. (2013). Perfil de mercado de la diatomita. Recuperado de: https://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/minero/pm_diatomita_1013.pdf.
- Corzo, J y Acosta, A. (2013). Experiencias experimentales del uso de Silicio como sustituto de fertilizante en el cultivo de palma de aceite. Beneficios del silicio en la agricultura. Primer simposio internacional. Recuperado de: https://issuu.com/agromil/docs/memorias_silicio
- Dirección General de Desarrollo Minero. (2017). Perfil de mercado de la Diatomita. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/287797/Perfil_Diatomita_2017.pdf
- Ecoroses. (2019). Freedom. Recuperado de: https://ecoroses.com.ec/freedom.html?__store=es&__from_store=en

Encina, A. (2019). Efectos nocivos del aluminio en el suelo. Recuperado de: <https://www.abc.com.py/edicion-impresa/suplementos/abc-rural/efectos-nocivos-del-aluminio-en-el-suelo---prof-dr-arnulfo-encina-rojas--1509421.html>

Espinosa, E. (2015). *Evaluación de cuatro labores agronómicas, para la inducción temprana de brotación de yemas de producción, en dos variedades de rosas (Rosa sp.)* (Trabajo de Grado). Universidad Politécnica Salesiana, Quito, Ecuador.

EXPOFLORES. (2021). Reporte Estadístico Mensual. Recuperado de: <https://expoflores.com/wp-content/uploads/2021/11/noviembre-2021.pdf>

Fernández, A., Marreo, V., Salgado, J., Cruz, M., Igarza, A., Hernández, M., Calzada, V y Rajme, Y. (2008). Recomendaciones técnicas para la producción y comercialización de flores de corte. Instituto de investigaciones hortícolas 'Liliana Dimitrova'. Recuperado de: <https://biblioteca.ihatuey.cu/link/libros/agronomia/rparaflores.pdf>. La Habana.

Filho, M; Zinder, H; Prabhu, S; Datnoff, E; Kornörfner, G. (2000). Importancia do silício para a cultura do arroz. Uma revisão de literatura. Potafos. Encarte Técnico. Informações Agronomicas Nº 89- Marzo/2000

Food and Agriculture Organization (FAO), (2016). Acidificación del suelo. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/b-i6467s.pdf>

Four Seasons Quality. (2023). Rose Coldplay. Recuperado de: <https://www.fsq.nl/es-es/nuestro-surtido/rose/coldplay>

Garzón, L. (2012). Efecto de la fertilización química y abono orgánico en rosas de la variedad Iguana (Rosa sp.). (Tesis de grado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Los Ríos, Ecuador.

Herique, G y Seron, H. (2013). Eficiencia agronómica de fertilizante con contenido de silicio. Primer simposio internacional. Recuperado de: https://issuu.com/agromil/docs/memorias_silicio

Hernández, R. (2002). Nutrición mineral de las plantas. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de los Andes-Mérida, Venezuela. Disponible en www.forest.ula.ve/~rubenhg. Consultado el 11 de diciembre de 2008.

- INTAGRI. (2021). Manejo y Corrección de la Acidez de los Suelos. Recuperado de:
<https://www.intagri.com/articulos/suelos/manejo-y-correccion-de-acidez-de-suelo>
- International Plan Nutrition Institute. (1999). Acidez y encalado de suelos. Recuperado de:
<http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/libros/Acidez%20y%20encalado%20de%20suelos,%20libro%20por%20J%20Espinosa%20y%20E%20Molina.pdf>
- Ma, J y Takahashi, E. (2002). *Soil, fertilizer and plant silicon research in Japan.. Elsevier Science*. ISBN: 9780080525761
- Martínez, L. (2013). *Efecto de la diatomita en las propiedades del suelo para reducir el impacto ambiental causado por el uso de fertilizantes químicos* (Tesis de grado). Universidad Autónoma Estatal de México, Toluca.
- Matichenkov, V. (2008). Deficiencia y funcionalidad del sílice en suelos, cosechas y alimentos. II conferencia internacional sobre eco-biología del suelo y el compost. Recuperado de:
<http://massamllc.com/newsite/wp-content/uploads/2016/07/DEFICIENCIA-Y-FUNCIONALIDAD-DEL-SI%CC%81LICE-EN-SUELOS-COSECHAS-Y-ALIMENTOS.pdf>
- Matichenkov, V. (2008). Silicio en la agricultura. Institute of Basic Biological Problems RAS, Russia. Recuperado de: <http://www.klaida.pe/silicio-en-agricultura/>
- Morán, C. (2021). *Efecto del silicio como complemento edáfico en la productividad de la soca en el cultivo de arroz por inundación* (Tesis de grado). Universidad Agraria del Ecuador.
- Nava, E., García, C., Camacho, J y Vázquez, E. (2012). Bioplaguicidas: Una opción para el control biológico de plagas. *Ra Ximhai*, 8(3), 17-29.
- Osorio, W. (2012). pH del suelo y disponibilidad de nutrientes. Laboratorio de suelos. Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín, 1(4).
- Padilla, W. (2007). Fertilización de Suelos y Nutrición Vegetal. Quito, EC. Grupo Clínica Agrícola. p. 61.
- Patiño, G., Puentes, Y y Menjívar, J. (2017). Relación entre el pH y la disponibilidad de nutrientes para cacao en un entisol de la Amazonia colombiana. *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria*. 18(3),529-541. ISSN 0122-8706.

Peñañiel, M. (2009). *Efecto de la aplicación edáfica del silicio en diferentes dosis, en el cultivo de la papa china (Colacasia esculenta) en combinación con dos niveles de abono orgánico* (Tesis de grado). Escuela Politécnica del Ejercito, Quito.

Pullas, E. (2014). Vistazo a un país; sector florícola. Economía y Finanzas internacionales. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Recuperado de: <http://puceae.puce.edu.ec/efi/index.php/economia-internacional/14-competitividad/163-vistazo-a-un-pais-sector-floricola>

QUERO, E. (2007). PROTECCIÓN Y NUTRICIÓN DE HORTALIZAS Y FRUTAS. INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE URUAPAN. MICHOACÁN. REVISTA DE RIEGO.

Quero, E. (2008). Silicio en la producción de chile. La biosilicificación proceso biológico fundamental en la productividad vegetal. Recuperado de: <http://loquequero.com/potal>.

Quero, E. (2015). Nutrición con silicio y sus aplicaciones a cultivos a cielo abierto y en agricultura protegida: Un pequeño recorrido por la naturaleza. Simposio Internacional de Nutrición Vegetal. México. Recuperado de: <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/nutricion-con-silicio-sus-t31968.htm>

Quevedo, L y Bernaola, M. (2014). La floricultura y sus riesgos. Departamento de Proyectos Sanitarios. Ibermutuamur. Centro Nacional de Nuevas Tecnologías. INSHT. Recuperado de: https://www.fundacionmapfre.org/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/imagen_id.cmd?idImagen=1093212

Ramírez, J. (2011). Diatomitas en el Perú., características y aplicaciones. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Recuperado de: [http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/PRESENTACIONES/2011/NO%20METALICA/2.-%20Jos%C3%A9%20Ram%C3%ADrez%20Diatomitas-Per%C3%BA%20\(Peru%20ambiental\).pdf](http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/PRESENTACIONES/2011/NO%20METALICA/2.-%20Jos%C3%A9%20Ram%C3%ADrez%20Diatomitas-Per%C3%BA%20(Peru%20ambiental).pdf). Perú

- Raya, J y Aguirre, C. (2012). El papel del silicio en los organismos y ecosistemas. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. *Conciencia Tecnológica*. ISSN: 1405-5597. Mexico
- Rodríguez, M y Paniagua, G. (1994). Horticultura orgánica. *Fundación Güilombé*, 2(1), 76
- Romero, R. (2019). Aplicación foliar y al suelo de fuentes de silicio para mejorar la calidad postcosecha en limón persa (*Citrus latifolia* tan.) [Maestra en ciencias, Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas] Colpos digital. Recuperado de: http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/10521/3581/1/Romero_Martinez_RO_MC_RGP_Fructicultura_2019.pdf
- Rosero, M. (2018). *Evaluación de la incidencia y severidad de nematodos y artrópodos plaga en el cultivo de rosas (Rosa spp.) variedad Freedom, en la finca Flor de Azama, cantón Cotacachi, provincia Imbabura* (Trabajo de Pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Ruiz, J., Medina, G., Gonzales, I., Flores, H., Ramírez, G., Ortiz., Byerly, K y Martínez, R. (2013). *Requerimientos agroecológicos de cultivos*. Centro de Investigación Regional Pacífico Centro. Jalisco, México.
- Ryder, M.; Gérard, F.; Evans, D.; Hodson, M. 2003. The use of root growth and modelling data to investigate amelioration of aluminium toxicity by silicon in *Picea abies* seedlings. *J. Inorg. Biochem.* 97: 52-58.
- Sadeghian, S. (2016). La acidez del suelo una limitante común para la producción de café. *Ciencia y tecnología para la caficultura colombiana*. ISSN: 0120-0178.
- Sociedad española de productos húmicos, S.A (2015). Corrector de silicio y calcio de origen orgánico, y protector de rayos solares, insecticida y fungicida. Noticias SEPHU. Zaragoza, España.
- Sozoranga, H y Vélez, M. (2016). La floricultura en el Ecuador. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*. ISSN: 2254-7630. Guayaquil, Ecuador.
- Stampsybox. (2019). Juego frio. Recuperado de: <https://stampsybox.com.ec/our-varieties/cold-play/>

- Tipanta, D. (2008). *Respuesta de dos Variedades de Rosas (Rosa spp.) a la Aplicación de dos Láminas de Fertirriego en Combinación con un gel Súper Absorbente. Cayambe, Pichincha* (Tesis de grado). Universidad Central del Ecuador, Quito.
- Toaquiza, G. (2017). Análisis y evaluación de la producción de rosas, en la parroquia Mulalo del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, en el marco de la transformación de la matriz productiva, con fines de exportación durante el periodo 2009-2015. Tesis de Grado. Universidad Central del Ecuador.
- Valencia, F. (2017). *Absorción de nutrientes, en rosa (Rosa spp.) variedad freedom, en tercer y cuarto ciclo productivo* (Trabajo de grado). Universidad Central del Ecuador, Quito.
- Vargas, J. (2010). *Evaluación de enraizadores hormonales en la productividad del cultivo de rosa (Rosa spp)* (Tesis de grado). Universidad Central del Ecuador, Quito.
- Vargas, M y Salazar, J. (2013). *Prueba de la actividad biológica de “tierra de diatomeas” en viveros de caucho en Itarka la Montañita Caqueta.* (Trabajo de Pregrado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Florencia.
- Verdeja, L., García, M., Vásquez, E., Barranzuela, J y Pastor, R. (1992). Contribución al estudio de las diatomitas del Perú. Boletín Sociedad Española de Cerámica y Vidrio. 31. (5). Madrid.
- Vilema, B. (2017). *Evaluación de zeolita y carbón activado en el cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. Avenger) en la granja La Pradera, cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura* (Tesis de grado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Vinueza, S. (2009). *Estudio de cinco métodos de manejo de plántulas para inducir la brotación de basales en la variedad de rosa “Blush de los Andes” en la empresa Rose Connection* (Tesis de grado). Universidad Politécnica Salesiana sede Quito, Ecuador.
- Yagual, A., Lovato, S y Mite, M. (2018). Importancia de la exportación de flores sobre total exportaciones FOB no tradicionales en Ecuador 2012-2016. *Espacios*, 39(18), 7.
- Yong, A. (2004). El cultivo del rosal y su propagación. *Cultivos Tropicales*, 25(2), 53-67. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193217832008>

Zapata, R. (2004). Química de la acidez del suelo. Recuperado de: <http://bdigital.unal.edu.co/1735/1/9583367125.1.pdf>

Zhang, H., Wang, B., Xu, M y Fan, T. 2009. Crop yield and soil response to long-term fertilization on a red soil in southern China. *Pedosphere*. 19(2):199-207.

Anexos

Anexo I. Análisis de suelo inicial página 1



Agrarprojekt S.A.
 Urb. El Condado, Calle V #941 y Av. A, Quito
 Tel: 02-2490575/02-2492148/0984-034148
 info@agrarprojekt.com
 www.agrarprojekt.com

INFORME: ANÁLISIS DE SUELO (Extracto en Agua, Metodo Vol. 1:2)

Método Especifico para Cultivos Florícolas Intensivos con Sistema de Fertiriego

PT0901.REV01

Pág 1/2

Código Agrarprojekt:	IND-091021	Informe de Ensayo N°	1466
Fecha de recepción:	09-10-21	Fecha de Informe:	18-10-21

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	Industrias de Minerales La Colina Inducolina Cia. Ltda.		
Solicitado por:	Ing. Gonzalo Benavides / Ing. Karina Suin		
Ubicación:	Cuenca	Teléfono:	072889072

PROCESO DE ANÁLISIS

Método utilizado para la preparación de la muestra y elaboración de extractos:
 Elaboración del extracto en agua según el método Volumen 1:2 (método específico para cultivos florícolas y hortícolas intensivos / Reglamento de Holanda)

MÉTODOS DE REFERENCIA UTILIZADOS

PARÁMETROS	MÉTODO
pH	EPA 9045 D
Conductividad (C.E.)	SM 2510 B
Nitrato (NO ₃)	DIN-38405-D9-2 /ISO 7890-1
Amonio (NH ₄)	SM 4500-NH3 D
Fosfato (PO ₄)	SM 4500-P C
Potasio (K)	SM 3500-K B
Magnesio (Mg)	EPA 7000 B
Calcio (Ca)	EPA 7000 B
Sulfato (SO ₄)	SM 4500-SO4 E
Sodio (Na)	SM 3500-Na B
Cloruro (Cl ⁻)	SM 4500-Cl G/SM-450-CL-D Método Potenciométrico
Hierro (Fe)	EPA 7000 B
Manganeso (Mn)	EPA 7000 B
Cobre (Cu)	EPA 7000 B
Zinc (Zn)	EPA 7000 B
Boro (B)	DIN-38405-D17
Molibdeno (Mo)	EPA 7010
Silicio (Si)	EPA 7010
Aluminio (Al)	EPA 7010
Acidez y Aluminio Intercambiable	ISO 14254
Bicarbonatos (HCO ₃)	SM 2320 B
Materia Orgánica (L.O.I,"Loss on Ignition")	AOAC 967.05 / DIN 19684-3
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	EPA 9081
% Saturación de Bases	EPA 9081
Fracción de Partículas	ISO 11277

Anexo 2. Análisis de suelo inicial página 2

RESULTADOS

Código Agrarprojekt: IND-091021

Pág 2/2

INFORMACIÓN DE LAS MUESTRAS	
Tipo de Muestra:	Suelo
Cultivo:	Rosas
Número de Muestra:	# 1
Información Proporcionada por el Cliente:	Tema de Investigación Perteneciente al Sr. Michael Ramos, Tesis Titulada: Efectos de las Aplicaciones de Diatomitas en las Características Físico Químicas del Suelo en el Cultivo de Rosas/Rosas spp, var. Coldplay

Contenido de macro- y micronutrientes en mg / litro (respectivamente ppm) en la solución del extracto Volumen 1:2

Análisis	Unidades	*Niveles recomendados de Holanda "Rosas - Grupo 6"			Resultado
		Min.	Ópt.	Máx.	
Materia Orgánica	%	-	4 - 8	-	6,6
Textura	-	Opt.: "franca arenosa" hasta "franca limosa"			franca
Fracción de Partícula	%	-	-	-	Arena: 41 %, Limo: 41 %, Arcilla: 18 %
% Saturación de Bases	%	-	> 65	-	71 % (Clasificación: rico en bases)
Distribución de las Bases en el % de Saturación	%	-	-	-	Ca: 34 % - Mg: 21 % - K: 14 % - Na: 2 %
***Capacidad de Intercambio Catiónico - CIC	meq/100 g	-	> 15	-	13,9
Acidez Intercambiable	meq/100 g	-	< 0,5	-	0,67
Aluminio Intercambiable	meq/100 g	-	< 0,3	-	< 0,05
pH (en H ₂ O)	-	-	6,2	-	6,1
pH (en KCl)	-	-	-	-	5,6
Conductividad (CE)	mS/cm	-	1,1	-	4,94
Nitrato (NO ₃)	ppm	124	248	496	1863
Amonio (NH ₄)	ppm	-	-	< 1,8	0,1
Fosfato (PO ₄)	ppm	11	14	21	28,0
Potasio (K)	ppm	39	59	98	501
Magnesio (Mg)	ppm	17	29	49	252
Calcio (Ca)	ppm	40	80	160	478
Sulfato (SO ₄)	ppm	67	144	384	680
Sodio (Na)	ppm	-	-	< 92	81,6
Cloruro (Cl ⁻)	ppm	-	-	< 142	92,3
Hierro (Fe)	ppm	0,280	0,447	0,559	0,766
Manganeso (Mn)	ppm	0,055	0,110	0,165	0,352
Cobre (Cu)	ppm	0,013	0,045	0,057	0,081
Zinc (Zn)	ppm	0,098	0,131	0,164	0,355
Boro (B)	ppm	0,108	0,162	0,270	3,40
Silicio (Si)	ppm	no determinado			7,28

* Fuente: C. Sonneveld & W. Voogt. 2009. Plant nutrition of greenhouse crops. Heidelberg, London & New York. 431 pp.

** CIC-Potencial, utilizando Acetato de Amonio 1M pH= 7,0

- = No Aplica

Nota : - Los datos y resultados están basados en la información y muestras entregadas por el cliente para quien se ha realizado este informe de manera exclusiva y confidencial.
 - La fecha de ensayo y los métodos utilizados están a disposición del cliente cuando lo requiera.
 - El Laboratorio no realizó el muestreo por lo tanto no certifica el origen de las muestras.
 - Prohibida la reproducción total o parcial de los resultados. No procede copia.

Karl Sponagel

Agrarprojekt S.A.
 Dr. Karl Sponagel
 Director del Laboratorio

Anexo 3. Análisis de suelo final página 1



Trabajamos bajo la Norma ISO 17025

Agrarprojekt S.A.
Urb. El Condado, Calle V #941 y Av. A, Quito
Tel: 02-2490575/02-2492148/0984-034148
info@agrarprojekt.com
www.agrarprojekt.com

INFORME: ANÁLISIS DE SUELO (Extracto en Agua, Metodo Vol. 1:2)

Método Especifico para Cultivos Florícolas Intensivos con Sistema de Fertiliego

PT0901.REV01

Pág 1/3

Código Agrarprojekt:	IND-130122	Informe de Ensayo N°	51
Fecha de recepción:	13-01-22	Fecha de Informe:	22-02-22

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	Industrias de Minerales La Colina Inducolina Cia. Ltda.		
Solicitado por:	Ing. Karina Suin, Ing. Gonzalo Benavides		
Ubicación:	Cuenca	Teléfono:	072889072

PROCESO DE ANÁLISIS

Método utilizado para la preparación de la muestra y elaboración de extractos:

Elaboración del extracto en agua según el método Volumen 1:2 (método específico para cultivos florícolas y hortícolas intensivos / Reglamento de Holanda)

MÉTODOS DE REFERENCIA UTILIZADOS

PARÁMETROS	MÉTODO
pH	EPA 9045 D
Conductividad (C.E.)	SM 2510 B
Nitrato (NO ₃)	DIN-38405-D9-2 / ISO 7890-1
Amonio (NH ₄)	SM 4500-NH3 D
Fosfato (PO ₄)	SM 4500-P C
Potasio (K)	SM 3500-K B
Magnesio (Mg)	EPA 7000 B
Calcio (Ca)	EPA 7000 B
Sulfato (SO ₄)	SM 4500-SO4 E
Sodio (Na)	SM 3500-Na B
Cloruro (Cl ⁻)	SM 4500-Cl G/SM-450-CL-D Método Potenciométrico
Hierro (Fe)	EPA 7000 B
Manganeso (Mn)	EPA 7000 B
Cobre (Cu)	EPA 7000 B
Zinc (Zn)	EPA 7000 B
Boro (B)	DIN-38405-D17
Molibdenu (Mo)	EPA 7010
Silicio (Si)	EPA 7010
Aluminio (Al)	EPA 7010
Acidez y Aluminio Intercambiable	ISO 14254
Bicarbonatos (HCO ₃)	SM 2320 B
Materia Orgánica (L.O.I., "Loss on Ignition")	AOAC 967.05 / DIN 19684-3
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	EPA 9081
% Saturación de Bases	EPA 9081
Fración de Partículas	ISO 11277

Anexo 4. Análisis de suelo final página 2



Trabajamos bajo la Norma ISO 17025

Agrarprojekt S.A.
Urb. El Condado, Calle V #941 y Av. A, Quito
Tel: 02-2490575/02-2492148/0984-034148
info@agrarprojekt.com
www.agrarprojekt.com

RESULTADOS

Código Agrarprojekt: IND-130122

Pág 2/3

INFORMACIÓN DE LAS MUESTRAS		
Información Adicional:	Tesis Sr. Michael Ramos: Efectos de las Aplicaciones de Diatomitas en las Características Físico Químicas del Suelo en el Cultivo de Rosas/Rosas spp, var. Coldplay	
Tipo de Muestra:	Suelo	
Cultivo:	Rosas	
Número de Muestra:	# 1	# 2
Información Proporcionada por el Cliente:	Nivel 1	Nivel 2

Contenido de macro- y micronutrientes en mg / litro (respectivamente ppm) en la solución del extracto Volumen 1:2 (Extracto Agua)

Análisis	Unidad	*Niveles recomendados de Holanda "Rosas - Grupo 6"			Resultado	Resultado
		Mín.	Ópt.	Máx.		
Materia Orgánica	%	-	4 - 8	-	5,8	7,2
Textura	-	Opt.: "franca arenosa" hasta "franca limosa"			franca	franca
Fracción de Partícula	%	-	-	-	Arena: 43 %, Limo: 45 %, Arcilla: 12 %	Arena: 43 %, Limo: 47 %, Arcilla: 10 %
% Saturación de Bases	%	-	> 65	-	100 % (Clasificación: muy rico en bases)	100 % (Clasificación: muy rico en bases)
Distribución de las Bases en el % de Saturación	%	-	-	-	Ca: 76 % - Mg: 15 % K: 8 % - Na: 1 %	Ca: 71 % - Mg: 17 % K: 10 % - Na: 2 %
**Capacidad de Intercambio Catiónico - CIC	meq/100 g	-	> 15	-	11,8	13,5
Acidez Intercambiable	meq/100 g	-	< 0,5	-	0,43	0,38
Aluminio Intercambiable	meq/100 g	-	< 0,3	-	< 0,05	< 0,05
pH (en H ₂ O)	-	-	6,2	-	6,7	6,2
pH (en KCl)	-	-	-	-	6,2	5,9
Conductividad (CE)	mS/cm	-	1,1	-	3,92	5,14
Nitrato (NO ₃)	ppm	124	248	496	1210	1620
Amonio (NH ₄)	ppm	-	-	< 1,8	0,2	0,1
Fosfato (PO ₄)	ppm	11	14	21	13,4	33,2
Potasio (K)	ppm	39	59	98	316	450
Magnesio (Mg)	ppm	17	29	49	121	165
Calcio (Ca)	ppm	40	80	160	484	611
Sulfato (SO ₄)	ppm	67	144	384	816	980
Sodio (Na)	ppm	-	-	< 92	39,0	59,0
Cloruro (Cl ⁻)	ppm	-	-	< 142	34,0	41,4
Hierro (Fe)	ppm	0,280	0,447	0,559	0,266	0,399
Manganeso (Mn)	ppm	0,055	0,110	0,165	0,112	0,416
Cobre (Cu)	ppm	0,013	0,045	0,057	0,015	0,054
Zinc (Zn)	ppm	0,098	0,131	0,164	0,248	0,308
Boro (B)	ppm	0,108	0,162	0,270	1,48	3,14
Silicio (SiO ₂ -S)	ppm	no determinado			7,7	7,1

* Fuente: C. Sonneveld & W. Voogt. 2009. Plant nutrition of greenhouse crops. Heidelberg, London & New York. 431 pp.

** CIC-Potencial, utilizando Acetato de Amonio 1M pH= 7,0

- - No Aplica

Nota: - Los datos y resultados están basados en la información y muestras entregadas por el cliente para quien se ha realizado este informe de manera exclusiva y confidencial.

- La fecha de ensayo y los métodos utilizados están a disposición del cliente cuando lo requiera.

- El Laboratorio no realizó el muestreo por lo tanto no certifica el origen de las muestras.

- Prohibida la reproducción total o parcial de los resultados. No procede copia.

Agrarprojekt S.A.
Dr. Karl Sponagel
Director del Laboratorio

Anexo 5. Análisis de suelo final página 3

RESULTADOS

Código Agrarprojekt: IND-130122 Pág 3/3

INFORMACIÓN DE LAS MUESTRAS		
Información Adicional:	Tesis Sr. Michael Ramos: Efectos de las Aplicaciones de Diatomitas en las Características Físico Químicas del Suelo en el Cultivo de Rosas/Rosas spp. var. Coldplay	
Tipo de Muestra:	Suelo	
Cultivo:	Rosas	
Número de Muestra:	# 3	# 4
Información Proporcionada por el Cliente:	Nivel 3	Nivel 4

Contenido de macro- y micronutrientes en mg / litro (respectivamente ppm) en la solución del extracto Volumen 1:2 (Extracto Agua)

Análisis	Unidad	*Niveles recomendados de Holanda "Rosas - Grupo 6"			Resultado	Resultado
		Mín.	Ópt.	Máx.		
Materia Orgánica	%	-	4 - 8	-	6,4	4,9
Textura	-	Opt.: "franca arenosa" hasta "franca limosa"			franca	franca
Fracción de Partícula	%	-	-	-	Arena: 41 %, Limo: 47 %, Arcilla: 12 %	Arena: 51 %, Limo: 39 %, Arcilla: 10 %
% Saturación de Bases	%	-	> 65	-	100 % (Clasificación: muy rico en bases)	100 % (Clasificación: muy rico en bases)
Distribución de las Bases en el % de Saturación	%	-	-	-	Ca: 68 % - Mg: 19 % K: 11 % - Na: 2 %	Ca: 60 % - Mg: 23 % K: 15 % - Na: 2 %
**Capacidad de Intercambio Catiónico - CIC	meq/100 g	-	> 15	-	12,2	10,8
Acidez Intercambiable	meq/100 g	-	< 0,5	-	0,35	0,35
Aluminio Intercambiable	meq/100 g	-	< 0,3	-	< 0,05	< 0,05
pH (en H2O)	-	-	6,2	-	6,6	6,2
pH (en KCl)	-	-	-	-	6,2	6,0
Conductividad (CE)	mS/cm	-	1,1	-	4,53	4,22
Nitrato (NO ₃)	ppm	124	248	496	1460	1590
Amonio (NH ₄)	ppm	-	-	< 1,8	0,2	0,2
Fosfato (PO ₄)	ppm	11	14	21	14,0	36,3
Potasio (K)	ppm	39	59	98	410	440
Magnesio (Mg)	ppm	17	29	49	146	152
Calcio (Ca)	ppm	40	80	160	499	342
Sulfato (SO ₄)	ppm	67	144	384	834	529
Sodio (Na)	ppm	-	-	< 92	60,0	73,0
Cloruro (Cl ⁻)	ppm	-	-	< 142	67,0	87,7
Hierro (Fe)	ppm	0,280	0,447	0,559	0,311	0,318
Manganeso (Mn)	ppm	0,055	0,110	0,165	0,122	0,297
Cobre (Cu)	ppm	0,013	0,045	0,057	0,010	0,016
Zinc (Zn)	ppm	0,098	0,131	0,164	0,261	0,333
Boro (B)	ppm	0,108	0,162	0,270	2,36	2,54
Silicio (SiO ₂ -S)	ppm	no determinado			7,3	9,3

* Fuente: C. Sonneveld & W. Voogt. 2009. Plant nutrition of greenhouse crops. Heidelberg, London & New York. 431 pp.

** CIC: Potencial, utilizando Acetato de Amonio 1M pH= 7,0

- - No Aplic

Nota: - Los datos y resultados están basados en la información y muestras entregadas por el cliente para quien se ha realizado este informe de manera exclusiva y confidencial.

- La fecha de ensayo y los métodos utilizados están a disposición del cliente cuando lo requiera.

- El Laboratorio no realizó el muestreo por lo tanto no certifica el origen de las muestras.

- Prohibida la reproducción total o parcial de los resultados. No procede copia.

Karl Sponagel

Agrarprojekt S.A.
Dr. Karl Sponagel
Director del Laboratorio

Anexo 6. Reconocimiento del área experimental.



Anexo 7. Preparación para la toma de muestras de suelo.



Anexo 8. Muestras de suelo



Anexo 9. Material para riego vía drench.



Anexo 10. Culminación de la aplicación de diatomita vía drench.



Anexo 11. Área de postcosecha

