UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

TEMA:

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE HIDRÓXIDO DE CALCIO EN EL CULTIVO DE ROSAS (*Rosa sp.*) EN TUPIGACHI, PICHINCHA

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

AUTOR:

Juan Andrés Vinueza Yanza

DIRECTOR:

Ing. Telmo Fernando Basantes Vizcaino, MSc.

Ibarra, 2025

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE HIDRÓXIDO DE CALCIO EN EL CULTIVO DE ROSAS (*Rosa sp.*) EN TUPIGACHI, PICHINCHA

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

INGENIERO AGROPECUARIO

APROBADO:

Ing. Fernando Basantes, MSc.
DIRECTOR FIRMA

Ing. Marcelo Albuja, MSc.
ASESOR 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:	1723972285		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Vinueza Yanza Juan Andrés		
DIRECCIÓN:	Tupigachi		
EMAIL:	javinuezay1@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	0980904137	**TELÉFONO MÓVIL:**	0980904137

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE HIDRÓXIDO DE CALCIO EN EL CULTIVO DE ROSAS (*Rosa sp.*) EN TUPIGACHI, PICHINCHA**
AUTOR (ES):	Vinueza Yanza Juan Andrés
FECHA DE APROBACIÓN:	02-02-2024
PROGRAMA:	■ **PREGRADO** □ **POSGRADO**
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Agropecuario
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Fernando Basantes Msc.

2. CONSTANCIAS

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 25 días del mes de junio de 2025

EL AUTOR:

Nombre: Juan Andrés Vinueza Yanza

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Vinueza Yanza Juan Andrés, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 25 días del mes de junio de 2025

Ing. Fernando Basantes, MSc.
DIRECTOR DE TESIS

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 25 días del mes de junio del 2025

Vinueza Yanza Juan Andrés: "Evaluación del efecto de hidróxido de calcio en el cultivo de rosas (*rosa sp.*) en Tupigachi, Pichincha"

Trabajo de titulación. Ingeniero Agropecuario.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 25 días del mes de junio del 2025 con 81páginas.

DIRECTOR: Ing. Fernando Basantes MSc.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar el efecto del hidróxido de calcio en el cultivo de en rosas (*Rosa sp.*) en Tupigachi, Pichincha.

Entre los objetivos específicos se encuentran:

- Determinar el efecto del hidróxido de calcio sobre el comportamiento agronómico de la rosa.
- Comparar las concentraciones de calcio a nivel foliar de los tratamientos en estudio.
- Cuantificar el efecto del hidróxido de calcio en el estado fitosanitario del cultivo.
- Analizar los resultados económicos de los tratamientos en estudio.

.....

Ing. Fernando Basantes, MSc.

Director de Trabajo de Grado

.....

Juan Andrés Vinueza Yanza

Autor

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a Dios y a mis padres porque fueron un pilar fundamental durante todo este periodo de formación profesional. Expreso mis más sinceros agradecimientos a la Universidad Técnica del Norte, y en especial a la carrera de Agropecuaria por sus aportes académicos brindados hacia mi persona, de igual manera a mi director de tesis Ing. Fernando Basantes MSc., por haberme guiado durante todo el proceso de este proyecto, además quiero agradecer a mi docente Ing. Magaly Cañarejo PhD., por brindarme sus enseñanzas y su paciencia, ya que fueron de mucha ayuda para mi formación como un buen profesional y en general quiero reiterar mis agradecimientos a todos los docentes que me impartieron clases, ya que gracias a ellos tengo el conocimiento para desempeñarme como un gran profesional.

Agradezco a la empresa "Mega Flor Ecuador" por apoyarme con sus instalaciones para el desarrollo de la fase de campo de esta investigación.

DEDICATORIA

En primer lugar, quiero dedicar este gran logro a Dios, por haber estado a mi lado en todo momento y por darme salud y sabiduría durante todo mi periodo universitario.

Este logro se lo dedico a mis padres Juan Vinueza y Amalia Yanza, ya que gracias a ellos pude dar un escalón más en mi vida profesional.

También quiero dedicar este logro a mis tíos, tías, hermanos, sobrinos y a mis abuelitos, ya que toda mi familia me apoyó durante todo este trayecto.

En especial a mi querida abuelita Carmen Mejía que en paz descanse, ya que ella fue como mi segunda madre y siempre me apoyo en todo momento.

A mi abuelita Jovita Gualán por darme buenos consejos y guiarme por un buen camino.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS ……...……..… xi
ÍNDICE DE FIGURAS ……...…….... xii
ÍNDICE DE ANEXOS ……...……...……..... xiv
RESUMEN ……...…….. xv
ABSTRACT ……..... xvi
CAPÍTULO I ……..... 1
INTRODUCCIÓN …… 1
1.1. Antecedentes …….. 1
1.2. Problema ……..... 2
1.3. Justificación ……... 2
1.4. Objetivos ……..... 4
1.4.1 Objetivo general ……... 4
1.4.2 Objetivos específicos ……..……. 4
1.5. Hipótesis ……..... 4
CAPÍTULO II ……..….. 5
MARCO TEÓRICO ……..... 5
2.1. Floricultura en el Ecudor ……..…. 5
2.2. Cultivo de Rosa (Rosa sp.) ……...…. 5
2.2.1 Variedad de rosa ……...……... 5
2.2.2 Características de la rosa variedad Explorer ……..…… 6
2.2.3 Productividad de la rosa variedad Explorer …….……... 6
2.2.4 Plagas y enfermedades de la rosa ……..….. 6
2.3. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de rosa (*Rosa sp.*) ……...……. 7
2.3.1 Temperatura …… 7
2.3.2 Humedad …….. 7
2.3.3 Luz ……..……..... 7
2.3.4 Sustrato ……...……. 7
2.3.5 Viento ……..……..... 8
2.4. Importancia del pH del suelo en la producción del cultivo de rosas ……..….. 8
2.5. Requerimientos de fertilización en rosas ……..…. 8

2.6. Manejo de podas del cultivo de rosas ……...…….. 8
2.6.1 Corte de tallo flora ……..... 9
2.6.2 Desarrollo del botón floral ……. 9
2.7. Investigaciones realizadas con aplicaciones de calcio ……...….. 9
2.8. Nutrición del cultivo de rosas con hidróxido de calcio ……...…... 10
2.8.1 Hidróxido de calcio ……..... 10
2.8.2 Hidróxido de calcio en la agricultura ……... 10
2.8.3 Composición del hidróxido de calcio ……... 11
2.8.4 Calcio ……..…… 11
2.9. Análisis económico del uso de hidróxido de calcio en la floricultura ……... 11
2.9.1. Impacto del hidróxido de calcio en la productividad floral …… 11
2.9.2. Sostenibilidad y rentabilidad a largo plazo ……. 12
2.10. Marco legal ……..….. 12

CAPÍTULO III ……..…. 13
MARCO METODOLÓGICO ……... 13
3.1. Descripción del área de estudio …….. 13
3.2. Características del área de estudio …….. 13
3.3 Métodos ……..... 15
3.3.1 Factor en estudio …….. 15
3.3.2 Cantidad de hidróxido de calcio aplicado en el cultivo ……..….. 15
3.3.3 Diseño experimental ……...…. 16
3.3.4 Características de la unidad experimental ……... 17
3.3.5 Características del área del experimento ……. 17
3.3.6 Análisis estadístico ……..... 17
3.4 Variables evaluadas ……..... 18
3.4.1 Brotación de yemas ……..…… 19
3.4.2 Longitud de tallo ……. 19
3.4.3 Tamaño de botón floral ……... 20
3.4.4 Rendimiento …… 20
3.4.5 Número de basales ……..…… 20
3.4.6 Vida en florero ……..... 21
3.4.7 Consumo de agua en florero ……..…..… 21

3.4.8 Asimilación de calcio por parte de la planta …… 22
3.4.9 Niveles de pH en el suelo ……..….. 22
3.4.10 Incidencia y severidad de plagas y enfermedades …….. 23
3.4.11 Relación costo/beneficio ……..... 23
3.5 Manejo específico del experimento ……. 23
3.5.1 Preparación de solución madre con hidróxido de calcio ……..……...…. 23
3.5.2 Cultivo y delimitación de bloques experimentales …….…….. 24
3.5.3 Toma de muestras de suelo para el análisis de pH ……...……..... 24
3.5.4 Toma de muestras foliares para su análisis ……..……..... 24
3.5.5 Toma de tallos y botones florales para su medición ...……. 24
3.5.6 Toma de rendimiento por ciclo floral …….…. 24
3.5.7 Labores culturales …….……..…..… 25
CAPÍTULO IV …….……..... 27
RESULTADOS Y DISCUSIÓN ……..……...…. 27
4.1 Brotación de yemas ……..…….. 27
4.2 Longitud de tallo ……..…….. 28
4.3 Tamaño de botón floral ……..……..... 30
4.4 Rendimiento ……..……..... 32
4.5 Número de basales ……....…… 33
4.6 Vida en florero ……..……. 35
4.7 Consumo de agua ……..…..… 37
4.8. Asimilación de calcio por parte de la planta ……..….... 38
4.8.1 Calcio …….. 38
4.9. Niveles de pH en el suelo ……..……..... 40
4.10. Incidencia y severidad de plagas y enfermedades ……..……..... 42
4.10.1 Incidencia de araña roja (Tetranychus urticae)……...…… 42
4.10.2 Severidad de araña roja ……..…… 43
4.11. Relación costo/beneficio ……...……..…. 45
CAPÍTULO V ……...……..... 47
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ……...…… 47
5.1. Conclusiones ……...……...…… 47
5.2. Recomendaciones ……...……...… 48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 *Características generales de la rosa variedad Explorer* 6
Tabla 2 *Requerimientos de macroelementos en la fertilización del cultivo de rosas* 8
Tabla 3 *Características del área de estudio* 14
Tabla 4 *Materiales y equipos de trabajo* 14
Tabla 5 *Cantidad de hidróxido de calcio aplicado mediante drench* 15
Tabla 6 *Descripción de la unidad experimental* 17
Tabla 7 *Descripción del área del experimento* 17
Tabla 8 *Análisis de varianza (ADEVA)* 18
Tabla 9 *Porcentaje de brotación de yemas en Rosa sp*..... 27
Tabla 10 *ADEVA de la variable de longitud de tallo de la rosa Var. Explorer* 28
Tabla 11 *ADEVA de la variable tamaño de botón floral de la rosa Var. Explorer* 30
Tabla 12 *Número de basales por tratamiento de la rosa Var. Explorer* 33
Tabla 13 *ADEVA de la variable vida en florero para la rosa Var. Explorer* 35
Tabla 14 *Promedio de cc de agua que se encontraba en cada florero de cada tratamiento* 37
Tabla 15 *Porcentaje de calcio presente en cada tratamiento del cultivo de Rosa sp.* 38
Tabla 16 *ADEVA de la variable de niveles de pH en el suelo en el cultivo de rosas* 40
Tabla 17 *ADEVA de la incidencia de araña roja en el cultivo de rosas Var. Explorer* 42
Tabla 18 *ADEVA de la severidad de araña roja en el cultivo de rosas Var. Explorer* 44
Tabla 19 *Relación costo/beneficio de la aplicación de diferentes dosis de hidróxido de calcio al cultivo de rosa Var. Explorer* 46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 *Localización geográfica del área en estudio en la evaluación del efecto de hidróxido de calcio en el cultivo de rosas* 13

Figura 2 *Diseño experimental en bloques completos al azar* 16

Figura 3 *Brotación de yemas por unidad experimental* 18

Figura 4 *Medición de longitud de tallo con un flexómetro* 19

Figura 5 *Medición de tamaño de botón floral de la rosa Var. Explorer con un vernier manual* 19

Figura 6 *Registro diario de la producción de tallos para exportación por tratamiento* 20

Figura 7 *Brotación de basales por tratamiento con la aplicación de diferentes dosis de hidróxido de calcio* 21

Figura 8 *Evaluación de vida en florero de la rosa Var. Explorer* 21

Figura 9 *Floreros colocados con 1000 cc de agua* 22

Figura 10 *Preparación de pasta saturada para la medición del pH del suelo por unidad experimental* 22

Figura 11 *Actividades realizadas en el manejo específico del experimento de la investigación* 26

Figura 12 *Longitud de tallo en Rosa sp. Var Explorer con diferentes dosis de hidróxido de calcio* 28

Figura 13 *Tamaño de botón floral en Rosa sp. Var. Explorer con diferentes dosis de hidróxido de calcio* 30

Figura 14 *Rendimiento en tallos/planta/mes del cultivo de Rosa sp. Var. Explorer al aplicar diferentes dosis de hidróxido de calcio* 32

Figura 15 *Producción acumulada total de tallos por planta en dos ciclos (300 días) por cada tratamiento en diferentes dosis de hidróxido de calcio del cultivo de Rosa sp. Var. Explorer* 32

Figura 16 *Vida en florero de Rosa sp. Var. Explorer con diferentes dosis de hidróxido de calcio* 36

Figura 17 *Niveles de pH en el suelo en el cultivo de Rosa sp. Var. Explorer con distintas aplicaciones de hidróxido de calcio* 40

Figura 18 *Incidencia de araña roja en el cultivo de Rosa sp. Var. Explorer con diferentes tratamientos de hidróxido de calcio* …… 42
Figura 19 *Resultados de la severidad de araña roja en el cultivo de rosas Var. Explorer* ……..… 44

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. *Cálculo de dosis y de solución madre de hidróxido de calcio que se aplicó en el cultivo de rosas Var. Explorer y tiempo que se debe aplicar por cama* ……..… 61

Anexo 2. *Análisis foliares realizados al cultivo de rosas en el laboratorio de la Universidad Central del Ecuador* ……..….. 61

Anexo 3. *Análisis foliar realizado en el laboratorio Reelab Deen Han* ……..... 62

Anexo 4. *Hoja de monitoreo para la variable de incidencia y severidad de plagas y enfermedades* …….. 63

Anexo 5. *Tabla de costo de fertilizantes y costo de mano de obra utilizado en la finca "Mega Flor Ecuador" para el análisis de costo de producción por tallo de rosa Var. Explorer* ….. 63

Anexo 6. *Proceso de postcosecha de los bonches de rosas Var. Explorer* ……...……..… 64

Anexo 7. *Brotación de hijos de tallos basales* ……..… 64

Anexo 8. *Cultivo de investigación de rosas Var. Explorer* ……. 65

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE HIDRÓXIDO DE CALCIO EN EL CULTIVO DE ROSAS (*Rosa sp.*) EN TUPIGACHI, PICHINCHA

Vinueza Yanza Juan Andrés
Universidad Técnica del Norte
Correo: javinuezay1@utn.edu.ec

RESUMEN

La producción de *Rosa sp.* en Ecuador enfrenta desafíos por pH edáfico subóptimo, limitando la asimilación de nutrientes y el vigor. Adicionalmente, la presión fitosanitaria y la búsqueda de rentabilidad demandan estrategias agronómicas eficaces. Por ello, la presente investigación tuvo como objetivo fundamental determinar el efecto de la aplicación de hidróxido de calcio ($Ca(OH)_2$) en diversos parámetros agronómicos y económicos de la variedad Explorer. Para lo cual, se implementó un diseño de bloques completos al azar, donde se evaluaron cuatro tratamientos: dosis de $Ca(OH)_2$ al 75% (T1), 100% (T2), 125% (T3), y un tratamiento testigo 0% (T4). Las variables analizadas comprendieron la brotación de yemas, longitud de tallo, tamaño de botón floral, rendimiento, pH del suelo, incidencia y severidad de plagas y enfermedades, número de brotes basales, vida en florero y la relación costo/beneficio. Los resultados obtenidos demostraron que el tratamiento T1 (75% $Ca(OH)_2$) generó el mayor número de brotes basales, alcanzando 410 unidades durante dos ciclos productivos (doscientos días). Paralelamente, el tratamiento T2 (100% $Ca(OH)_2$) evidenció una mejora significativa en el pH del suelo, incrementándolo de 4.5 a 5.1 entre el primer y segundo ciclo, y presentó la relación costo/beneficio más favorable (1.88), indicando una ganancia neta de 0.88 USD por dólar invertido. Adicionalmente, el tratamiento T3 (125% $Ca(OH)_2$) resultó eficaz en la reducción de la incidencia y severidad de plagas y enfermedades, registrando un 7.05%. En conclusión, la aplicación de hidróxido de calcio, particularmente a una dosis del 75%, promovió una mejora en las condiciones fisiológicas de la planta; que contribuyó a la corrección del pH edáfico y al consecuente aumento en la disponibilidad de calcio, factores cruciales para el vigor y la productividad del cultivo de rosas.

Palabras clave: Calcio, brotes basales, pH, productividad, *Tetranychus urticae*, vida en florero.

ABSTRACT

Rosa sp. production in Ecuador faces challenges due to suboptimal soil pH, which limits nutrient uptake and vigor. Additionally, phytosanitary pressure and the pursuit of profitability demand effective agronomic strategies. Therefore, the main objective of this research was to determine the effect of calcium hydroxide ($Ca(OH)_2$) application on various agronomic and economic parameters of the Explorer variety. To this end, a randomized complete block design was implemented, evaluating four treatments: $Ca(OH)_2$ doses at 75% (T1), 100% (T2), 125% (T3), and a 0% control treatment (T4). The variables analyzed included bud break, stem length, flower bud size, yield, soil pH, incidence and severity of pests and diseases, number of basal shoots, vase life, and the cost-benefit ratio. The results obtained demonstrated that treatment T1 (75% $Ca(OH)_2$) generated the highest number of basal shoots, reaching 410 units during two productive cycles (two hundred days). In parallel, treatment T2 (100% $Ca(OH)_2$) showed a significant improvement in soil pH, increasing it from 4.5 to 5.1 between the first and second cycles, and presented the most favorable cost/benefit ratio (1.88), indicating a net profit of 0.88 USD per dollar invested. Additionally, treatment T3 (125% $Ca(OH)_2$) was effective in reducing the incidence and severity of pests and diseases, registering 7.05%. In conclusion, the application of calcium hydroxide, particularly at a dose of 75%, promoted an improvement in the physiological conditions of the plant; which contributed to the correction of soil pH and the consequent increase in calcium availability, crucial factors for the vigor and productivity of rose cultivation.

***Keywords*:** Calcium, basal shoots, pH, productivity, *Tetranychus urticae*, vase life.

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Ecuador es un país reconocido mundialmente por ser productor de rosas de calidad y tener una gran variedad de estas. Los principales países a los que se exporta las rosas desde Ecuador son: Estados Unidos y la Unión Europea. En el año 2021, la superficie registrada que se empleó para la cosecha de rosas fue de 6 963 hectáreas, teniendo una producción de cuatro mil cuatrocientos dieciséis cien mil tallos (Aguirre y Guacán, 2024). La respuesta del cultivo de rosas (*Rosa sp*.) al aplicar diferentes nutrientes los cuales son: Ca, Mg y B, de forma unitaria y combinados, mediante la implementación en fertirriego, bajo condiciones de invernadero, se realiza con la finalidad de apreciar cual de estos nutrientes o sus combinaciones funcionan mejor en este cultivo para poder mejorar la calidad y producción de rosas (Zambrano, 2017). Además, Gómez (2014) menciona que en las últimas décadas el sector agrícola ha enfrentado muchos retos al diseñar programas de fertilización por la falta de biodisponibilidad de nutrientes en el suelo, causada por la alta salinidad presente en el suelo.

La aplicación de ácido sulfúrico mitiga la presencia de bicarbonato en el suelo; en consecuencia, modifica el equilibrio del pH en el agua. Este proceso mejora la utilización y absorción óptimas de agua y nutrientes que son absorbidos por las plantas. Por lo tanto, hay un mejor crecimiento vegetativo que tiene un efecto positivo en la calidad agrícola y el nivel de rendimiento (Dávila, 2020).

La aplicación de hidróxido de calcio permite cambiar las características físicas y químicas de los suelos arcillosos, sirviendo como un agente estabilizador. Para determinar la utilidad, son necesarios ensayos de laboratorio que analicen el comportamiento del suelo antes y después del tratamiento. Tales pruebas incluyen la mezcla con otros aditivos en proporciones variables para llegar al valor más óptimo y lograr los resultados deseados (Higuera et al., 2012).

Es vital realizar estudios al suelo, ya que este es el factor primordial en la producción de cualquier cultivo, además aplicar el encalado al suelo puede ser de gran ayuda para mejorar las condiciones de los suelos ácidos con el fin de encontrar niveles óptimos de neutralización del suelo para incrementar el contenido de bases y mantener su equilibrio (Martínez, 1992). Para

tener una buena producción de cualquier cultivo es necesario ajustar el pH a una ligera acidez, para que los cultivos puedan satisfacer sus necesidades nutricionales y evitar la toxicidad del aluminio, algunas opciones para ajustar el pH son: cal hidratada y cal dolomita, las cuales ayudan a incrementar el pH del suelo en todas sus dosis aplicadas, mejorando el rendimiento de los cultivos (Crúz y Macal, 2018).

1.2 Problema

El uso de fertilizantes químicos en el cultivo de rosas cada vez es más necesario con la finalidad de mejorar la producción, o por aspectos de calidad del cultivo. Sin embargo, el uso excesivo de fertilizantes químicos y la inadecuada dosificación de estos provocan un daño irreparable al suelo, los cuales podrían tener consecuencias como: salinización, inmovilidad de nutrientes, compactación, disminución de los microorganismos y desgaste de los suelos agrícolas. Además, el sector florícola cada vez debe cumplir estándares más altos del mercado. Por otro lado, la deficiencia de calcio provoca un crecimiento anormal de las raíces, lo que resulta en tallos más cortos, amarillamiento de las hojas, aparición de manchas necróticas en los bordes de las hojas y la reducción en la calidad y cantidad de las flores, por ende, hace que los tallos y los pedúnculos sean más frágiles, lo que aumenta el riesgo de roturas y debilidad del tallo por deficiencia de este elemento (Guzmán et al., 2016).

Según FAO (2024), los suelos ácidos están asociados con un número de toxicidades y deficiencias y otras condiciones muy desfavorables para las plantas. La acidez afecta el comportamiento químico y físico del suelo, que están relacionadas con algunas propiedades como: porosidad, textura, estructura y color. Además, un suelo excesivamente ácido puede ser perjudicial para la salud de las rosas, ya que puede provocar deficiencias de nutrientes, enfermedades de las raíces, un crecimiento deficiente, baja actividad biológica del suelo, baja disponibilidad de molibdeno, deficiencias de calcio, magnesio y potasio y alta solubilidad de aluminio, siendo esta última muy tóxica para la planta. Por estas razones es muy importante neutralizar el pH del suelo para que este no presente problemas de acidificación y no afecte al cultivo de rosas.

1.3 Justificación

A nivel mundial la rosa es de suma importancia, es la flor ornamental más popular y solicitada en grandes eventos a nivel mundial. Es perteneciente a la familia de las Rosáceas, a nivel

agronómico es la especie más conocida en el sector florícola, la razón de ser tan solicitada es por su forma, color, olor y sus altos estándares de calidad, lo que la posiciona como la planta ornamental con mayor exportación del país (Díaz, 2022).

La industria de las flores ocupa un lugar importante dentro de la economía del país, contribuyendo con un 7.43% en generación de divisas y plazas de empleo. Esta actividad se considera primordial dentro del esquema exportador del país. La disponibilidad de flores en el mercado internacional está condicionada por la capacidad de producción, calidad, puntualidad en la entrega, entre otros factores que son necesarios para el comercio internacional, más aún, por ser productos perecederos. Desde sus inicios, la floricultura ha sido orientada hacia la exportación, lo que proporciona a los productores la necesidad de ofrecer controles elevados de calidad para poder abastecer la oferta de los compradores (Cano, 2018).

La producción florícola en Ecuador persigue estándares altos de calidad en cuanto a tamaño, conservación y colores; poseen la mayor variedad de flores exóticas lo que contribuye a mantenerse a la vanguardia de las tendencias en conexión a los consumos mundiales, Alemania es uno de los países de la Unión que ofrecen amplias oportunidades de negocio para las rosas, el mercado alemán tiene una baja tendencia a consumir rosas tradicionales por lo tanto las nuevas variedades de rosas como las tropicales tienen una gran oportunidad en ese país; adicionalmente el acuerdo comercial con la Unión Europea ha ampliado los beneficios que tenían los productos nacionales exportados a este bloque comercial, por ejemplo, desde que entró en vigor el acuerdo, las flores frescas y follajes tienen ingreso libre de arancel al mercado europeo (Rodríguez, 2017).

El calcio es un nutriente esencial para el crecimiento y desarrollo de las plantas en la floricultura. Juega un papel crucial en la formación de las paredes celulares, la división celular, la regulación de la permeabilidad de las membranas y la activación de enzimas. Es importante para el desarrollo de flores sanas y fuertes, ya que ayuda a prevenir trastornos fisiológicos como la pudrición apical. Además, el calcio también contribuye a la resistencia de las plantas a enfermedades y plagas, así como a la tolerancia al estrés abiótico como la sequía, el exceso de salinidad y las temperaturas extremas. El calcio es un elemento clave en la floricultura, ya que promueve el crecimiento saludable de las plantas, la formación de flores de alta calidad y la resistencia a condiciones adversas. Por lo tanto, es fundamental para los productores de flores

garantizar una adecuada disponibilidad de calcio en el suelo y en la nutrición de las plantas (Valencia, 2018).

El hidróxido de calcio, también conocido como cal viva, tiene varias aplicaciones en la agricultura debido a sus propiedades químicas y físicas. Se utiliza para corregir la acidez del suelo, ya que tiene la capacidad de neutralizar el pH ácido. Esto es importante para mejorar la disponibilidad de nutrientes para las plantas y promover un ambiente de crecimiento saludable. Además, puede desinfectar el suelo para eliminar patógenos, nematodos y otras plagas que puedan afectar el crecimiento de las plantas. Esta aplicación es especialmente importante en la producción de cultivos en invernaderos y viveros. El hidróxido de calcio se utiliza como un agente de control de plagas en la agricultura orgánica. Se puede aplicar como un polvo para controlar insectos y ácaros en cultivos, proporcionando una alternativa natural a los pesticidas químicos (Cales de Lilerca, 2021).

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar el efecto del hidróxido de calcio en el cultivo de en rosas (*Rosa sp*.) en Tupigachi, Pichincha.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar el efecto del hidróxido de calcio sobre el comportamiento agronómico de la rosa.
- Comparar las concentraciones de calcio a nivel foliar de los tratamientos en estudio.
- Cuantificar el efecto del hidróxido de calcio en el estado fitosanitario del cultivo.
- Analizar los resultados económicos de los tratamientos en estudio.

1.5 Hipótesis

Ho: La aplicación de hidróxido de calcio no influye en el comportamiento agronómico de la rosa.

Ha: La aplicación de hidróxido de calcio influye en el comportamiento agronómico de la rosa.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. Floricultura en el Ecuador

La floricultura es considerada una de las actividades agrícolas más importantes para el desarrollo del Ecuador, tanto por su impacto económico como por su capacidad generadora de empleo. Esta industria ocupa un lugar destacado en el mercado internacional y, para el año 2005, ofrecía aproximadamente 120 000 empleos, entre directos e indirectos. Se posiciona como el tercer producto de exportación más importante del país. En el Ecuador se cultivan más de 500 variedades de rosas, cuya producción es favorecida por las condiciones climáticas y la cantidad de horas de luz solar que reciben. Las flores exportadas ayudan a obtener capital y a reforzar la imagen del país como uno de los principales proveedores de rosas de gran calidad en el mundo (Sandoval y Velez, 2016).

2.2. Cultivo de Rosa (*Rosa sp.*)

La rosa es una planta ornamental que destaca tanto en la cultura como en el comercio de muchas partes del mundo. Botánicamente denominada rosal, es común emplear el término "rosa" para referirse a las flores de esta familia. Se estima que aproximadamente 30 000 variedades de rosas han sido creadas y registradas a nivel mundial (Haná Flowers, 2015). De su clasificación taxonómica, la rosa se encuentra en el reino Vegetal, que dentro de la división Espermatofitos se incluye en la subdivisión Angiospermas (García, 2017).

2.2.1. Variedad de rosa

Explorer

La rosa Explorer se caracteriza por su color rojo intenso, resaltando en el mercado por su resistencia y cualidades físicas. Esta rosa se diferencia por su notable tamaño de botón y su color distintivo, además, posee una vida útil prolongada. Su adaptación a diversas condiciones climáticas y su resistencia a enfermedades la convierten en una de las preferidas para la producción y exportación. Por estas razones, para la presente investigación se toma como objeto de estudio la rosa Explorer (Finca de rosas, 2023).

2.2.2. Características de la rosa variedad Explorer

En la Tabla 1 se muestran las características de la rosa variedad Explorer

Tabla 1

Características generales de la rosa variedad Explorer según Variedades de rosas (2021)

Características	Tamaño
Tamaño del botón	6.5 cm
Longitud del tallo	60 – 90 cm
Tiempo de vida en florero	10 – 12 días
Número de pétalos	43

2.2.3. Productividad de la rosa variedad Explorer

Según PLANTEC, (2021) La variedad Explorer alcanza una productividad de 0.9 – 1.0 tallos por planta por mes, dependiendo de la ubicación geográfica en la que se encuentre. Esta variedad tiene una buena aceptación por el mercado ruso, ya que a este mercado le interesan los tallos largos con botones florales de gran tamaño. Es importante mencionar que la abundancia de oferta y la escasez de demanda en el mercado global de flores ha llevado a los productores a mejorar constantemente sus métodos de producción. Esto les permite ofrecer productos competitivos y de alta calidad a sus clientes, al mismo tiempo que les ayuda a mantenerse en el mercado y generar ganancias para sus negocios.

2.2.4. Plagas y enfermedades de la rosa

Los invernaderos son sistemas que controlan el clima agrícola, en donde se forman microclimas propicios para el desarrollo de plagas y enfermedades. Esta situación se da en aumento para la distribución de una enfermedad, ya que un patógeno es capaz de multiplicarse en gran cantidad de plantas de forma rápida (Fainstein, 2000). Oídium, que tiene el Sphaerotheca pannosa como causante, se encuentra dentro de los problemas más relevantes en rosas siendo un “hongo secante” que ocasiona la necrosis de hojitas, brotes, e incluso flores de los rosales, y cuya forma reproductiva se da en condiciones húmedas. Otro agente patógeno relevante es Botrytis cinerea, conocido como hongo gris, que aparece con frecuencia en invierno y perjudica la estructura floral. Además, Peronospora sparsa, causante de mildiú velloso, ataca los tejidos vegetales al nutrirse de ellos y desarrolla formas infecciosas que se expanden fácilmente por hídrico (López, 2008).

2.3. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de rosa (*Rosa sp*.)

2.3.1. Temperatura

Para que se desarrollen los cultivos, la agricultura necesita una temperatura entre 17 y 25 °C, oscilando hasta 15 °C durante la noche y 28 °C durante el día. En el caso de las rosas, cualquier variación del margen indicado es negativa. Además, las bajas temperaturas sujetan el crecimiento, incrementan los botones ciegos y alteran la forma de las flores. Por el contrario, en el caso de las altas temperaturas, también la calidad de la producción disminuye y aumenta la cantidad de brotes no productivos (AGRINOVA SCIENCE, 2016).

2.3.2. Humedad

El nivel de humedad relativa es importante para el funcionamiento anatómico y metabólico de las plantas, ya que regula la apertura estomática adecuada y los riesgos para la salud. Para el cultivo de rosas, la humedad relativa se establece mejor entre el 60 y el 70% durante la etapa de floración. Sin embargo, enfocarse únicamente en este rango ignora períodos específicos de manejo de cultivos, como los requisitos de mayor humedad durante la fase posterior a la siembra y la poda. En estos casos, para facilitar el desarrollo de brotes y mantener la hidratación del sistema, se recomienda un rango de humedad relativa entre el 85 y el 90%. Los niveles de humedad relativa por debajo del 60% aumentan el riesgo de deshidratación e infestación de plagas, incluidos los ácaros (Marentes, 2013).

2.3.3. Luz

El proceso de fotosíntesis en la planta se lleva a cabo únicamente con la luz solar en el rango de 400 a 700 nanómetros. Esto es, desde la parte de la PF que contiene el suministro necesario para efectuar la transformación de sustancias inertes en materia viva, la cual es fundamental para su crecimiento y metabolismo (Martínez, 2011).

2.3.4. Sustrato

Las rosas requieren un sustrato ligero, rico en materia orgánica, que ofrezca una capacidad óptima de aireación y drenaje, dado que su sistema radicular es muy sensible a la humedad excesiva. El pH óptimo se sitúa entre 6 y 7, aunque puede variar según el porta injerto utilizado. Esta especie es poco resistente a elevadas concentraciones de calcio, que le puede inducir clorosis, así como a altos niveles de sales solubles, que interfieren de forma perjudicial en su crecimiento (Valencia, 2017).

2.3.5. Viento

Elemento que ayuda a controlar la temperatura, la humedad y a mantener el nivel de concentración de CO2 en un nivel óptimo (Martínez, 2011).

2.4. Importancia del pH del suelo en la producción del cultivo de rosas

El pH del suelo es un factor importante en la asimilación de nutrientes por parte de las plantas. En suelos ácidos, algunos nutrientes vitales pueden no estar disponibles, mientras que, en suelos alcalinos, diversos micronutrientes pueden llegar a alcanzar niveles tóxicos o no ser asimilados de forma correcta. Para un buen desarrollo del cultivo de rosas, se recomienda un pH del suelo entre 5.5 y 6.5, lo que favorece una adecuada disponibilidad de nutrientes esenciales como nitrógeno (N), fósforo (P), y potasio (K) (Intagri, 2020).

El nivel de acidez del suelo impacta la actividad de los microorganismos y la estructura física del sustrato. En suelos donde los niveles de acidez son altos, hay una mayor solubilidad de elementos tóxicos como el aluminio (Al^{3+}) y el manganeso (Mn^{2+}), lo que impide el crecimiento de las raíces y disminuye la eficiencia en la absorción de agua y nutrientes. Además, en condiciones alcalinas, puede haber un suministro inadecuado de micronutrientes esenciales como el hierro (Fe) y el zinc (Zn), lo que resulta en clorosis y otros desórdenes nutricionales en las plantas (Cruz et al., 2020).

2.5. Requerimientos de fertilización en rosas

A continuación, en la Tabla 2 se muestra los requerimientos para la fertilización en el cultivo de rosas.

Tabla 2

Requerimientos de macro elementos en la fertilización del cultivo de rosas según Benny (2011)

Análisis de suelo	N (kg ha^{-1})	P_2O_5 (kg ha^{-1})	K_2O (kg ha^{-1})
Bajo	250	75	150
Medio	300	100	175
Alto	325	125	200

2.6. Manejo de podas del cultivo de rosas

En el cuidado de las rosas, se realizan diferentes tipos de poda, como la poda en verde, que se realiza cuando las plantas no están en letargo folicular. La poda de rosas se realiza de

acuerdo con la rutina de manejo del cultivo, que puede involucrar varias veces a la semana durante los períodos pico de cosecha. Además, hay un proceso poco común llamado poda de apuesta, donde una planta se poda antes de darle calor. Este proceso es tan rigurosamente exigente que se necesita una alta fertilización como resultado debido al estrés y el gasto de energía que la planta soporta (Hoong, 2001).

2.6.1. Corte de tallo floral

Los sépalos se abren o se desprenden hacia atrás para revelar dos. La variedad específica de una flor, su floración estacional, el mercado para el que está destinada y su vigor general determinan cuándo se puede cosechar finalmente. Además, el término corte de tallo para rosas denota el corte del tallo de la rosa específicamente con el propósito de usarlo en arreglos florales o para prolongar la vida de la flor en un jarrón. El tratamiento de rosales en jarrón realiza este procedimiento de manera controlada, incrustando el tallo de la rosa de tal forma que su absorción de líquido se optimice. La cosecha de rosa se realiza de forma que el agua sobrante se capture en vasos tras la decapitación sin dejar espacios libres de líquidos sobre una o más hojas o botones basales, lo que evita aire ligero mientras se maximiza el espacio (Agromeat, 2011).

2.6.2. Desarrollo del botón floral

Los cambios fenológicos y de crecimiento vegetativo en el tallo y las hojas, que evolucionan de color rojizo a verde, indican la formación de un primordio floral. Luego da paso a los estadios fenológicos “arroz” donde los botones florales son esfenoidales simétricos y se asemejan en sus primeras fases, es decir, tienen un tamaño proporcional. El estadio “rayar color” corresponde a la fase donde los sépalos se están separando y empiezan a mostrar pétalos en su crecimiento. El último estadio, denominado “corte”, la flor se abre lo suficientemente para ser comercializada, aunque no ha alcanzado la madurez fisiológica completa (Cáceres et al., 2003).

2.7. Investigaciones realizadas con aplicaciones de calcio

Investigaciones han evidenciado que la aplicación controlada de hidróxido de calcio en cultivos ornamentales puede mejorar la estructura de las plantas y la calidad de los botones florales. Algunos estudios han reportado que dosis óptimas de hidróxido de calcio han aumentado el diámetro de las rosas y disminuido la incidencia de enfermedades del suelo, lo que sugiere su potencial uso como parte del manejo agronómico integral.

- **Estudio 1: Efecto del calcio en la calidad postcosecha de rosas**

  Una investigación realizada en México evaluó el efecto del calcio en la longevidad de las rosas variedad Explorer. Se demostró que la aplicación foliar de calcio en conjunto con diversos ajustes en el pH del suelo ayudó a mejorar la vida en florero en un 20%, disminuyendo la incidencia de botrytis y mejorando la apertura de los pétalos (Gonzales y García. 2018).

2.8. Nutrición del cultivo de rosas con hidróxido de calcio

2.8.1 Hidróxido de calcio

El hidróxido de calcio, también conocido como cal viva o cal apagada, es un compuesto químico que se utiliza en la agricultura como enmienda del suelo para aumentar su pH y mejorar su estructura. El hidróxido de calcio ayuda a reducir la acidez del suelo, lo que puede ser beneficioso para ciertos cultivos que prefieren suelos ligeramente alcalinos. Además, también puede ayudar a controlar ciertos patógenos del suelo y a mejorar la disponibilidad de nutrientes para las plantas. En general, el hidróxido de calcio se utiliza para corregir problemas de acidez en el suelo y mejorar su calidad para el cultivo de plantas (Tecnoagrícola, 2023).

2.8.2. Hidróxido de calcio en la agricultura

Enmiendas agrícolas, como el hidróxido de calcio [$Ca(OH)_2$] o cal hidratada, se usan para reducir la acidez de un suelo. Su utilización hace posible obtener varias ventajas. Ayuda a corregir el pH en suelos ácidos mejorando la disponibilidad de los nutrientes. Al mismo tiempo, reduce la toxicidad de elementos como el Al^{3+} y el Mn^{2+}. Permite mejorar la aireación y la retención de humedad, así como la estructura del suelo. Además, actúa contra hongos y bacterias que causan enfermedades en las raíces.

Estimula la actividad de microorganismos útiles, favoreciendo la descomposición de restos orgánicos y aumentando la concentración de nutrientes. Este producto se utiliza comúnmente en cultivos ornamentales, así como en frutales y hortícolas para corregir la acidez, y metabolizar de manera más eficiente los elementos esenciales (Higuera et al., 2012).

2.8.3. Composición del hidróxido de calcio

El hidróxido de calcio, normalmente se conoce como cal apagada, corresponde a la fórmula química $Ca(OH)_2$. Esta sustancia está conformada por un ion de calcio y dos grupos hidroxilo. En estado sólido se presenta como polvo blanco. Su disolución en agua genera una solución de carácter alcalino, la cual es utilizada en diversos procesos agrícolas e industriales (Cano, 2023).

2.8.4. Calcio

El calcio se considera un nutriente fundamental para el adecuado desarrollo de las plantas en la floricultura. Este elemento ayuda a fortalecer las paredes celulares, aumentando así la resistencia de los tejidos vegetales a infecciones y lesiones físicas. Además, ayuda a controlar algunos nutrientes dentro de la planta, como el nitrógeno y el potasio. Su función va más allá de los procesos de crecimiento, ya que ayuda en la división celular y la elongación celular, lo cual es importante para el desarrollo de las raíces, tallos y hojas (TETRA, 2004).

2.9. Análisis económico del uso de hidróxido de calcio en la floricultura

2.9.1. Impacto del hidróxido de calcio en la productividad floral

La productividad floral no solo se mide en número de flores por unidad de área, sino también en calidad morfológica, durabilidad postcosecha y uniformidad del cultivo. Estudios empíricos han demostrado que la aplicación de hidróxido de calcio contribuye positivamente a estos factores.

Rodríguez et al. (2020) llevaron a cabo un experimento en cultivos de rosa (*Rosa spp*.) en la sabana de Bogotá, Colombia, aplicando cal hidratada como enmienda correctiva del suelo. El estudio mostró que, al mejorar el pH del suelo de 5.1 a 6.3, se incrementó la absorción de calcio y magnesio en los tejidos vegetales, lo que resultó en un crecimiento más vigoroso, mayor número de botones florales por planta y una reducción significativa en la presencia de enfermedades fungosas como el mildiu y la botrytis.

Además, el rendimiento floral aumentó en un 12% en comparación con parcelas control sin encalar, lo que se tradujo en una mejora directa en la rentabilidad por metro cuadrado. La

calidad de flor también fue superior en términos de longitud de tallo, firmeza y coloración del pétalo.

2.9.2. Sostenibilidad y rentabilidad a largo plazo

El uso de hidróxido de calcio también tiene implicaciones desde el punto de vista de la sostenibilidad agrícola. A medida que crece la demanda por productos agrícolas ambientalmente responsables, los productores de flores deben adaptarse a prácticas que reduzcan el impacto ambiental y mantengan la productividad a largo plazo.

Según la FAO (2021), el manejo adecuado de la fertilidad del suelo, incluyendo prácticas como el encalado, es esencial para conservar los suelos en sistemas agrícolas intensivos. La mejora en la actividad biológica del suelo y la reducción de la dependencia de agroquímicos como fungicidas son ventajas asociadas al uso del hidróxido de calcio. Además, al mejorar la eficiencia en la absorción de nutrientes, se optimiza el uso de fertilizantes, disminuyendo la contaminación por lixiviación.

Por tanto, la implementación de un programa racional de encalado con hidróxido de calcio no solo representa beneficios económicos a corto plazo, sino que también fortalece la sostenibilidad del sistema productivo floral a mediano y largo plazo.

2.10. Marco legal

Esta investigación cumple con las disposiciones establecidas por el marco legal de Ecuador. El artículo 284 de la Constitución de la República define los objetivos económicos como promover la producción nacional, aumentar la productividad y fortalecer la competitividad. También orienta la política hacia el fomento de la innovación científica y tecnológica, la participación estratégica en la economía global y la promoción de actividades productivas de manera competitiva alineadas con la integración regional. Asimismo, el artículo 2 de la Ley Orgánica del Régimen concede el derecho a la soberanía alimentaria y apoya la producción agroanimal sostenible. En este sentido, las acciones de AGROCALIDAD adquieren relevancia en el contexto de garantizar la calidad y seguridad sanitaria de los bienes agroforestales (Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador, 2017).

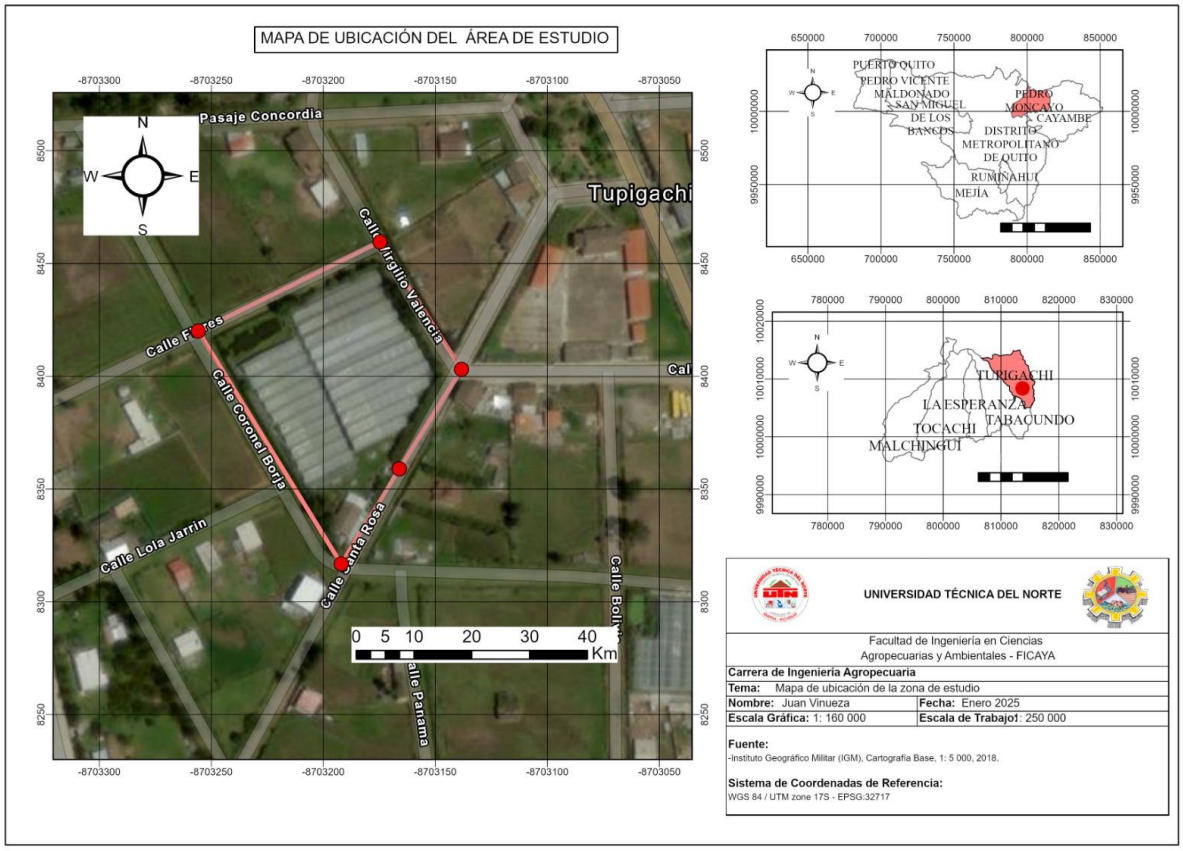
CAPÍTULO III
MARCO METODOLÓGICO

3.1 Descripción del área de estudio

La ubicación donde se llevó a cabo la investigación está en la provincia de Pichincha, cantón Pedro Moncayo, parroquia Tupigachi. En la Figura 1, se muestra el mapa correspondiente con la ubicación.

Figura 1

Localización geográfica del área en estudio en la evaluación del efecto de hidróxido de calcio en el cultivo de rosas



Fuente: Instituto Geográfico Militar (2019).

3.2 Caracterización del área de estudio

La investigación se realizó en el cantón Pedro Moncayo ubicado en la provincia de Pichincha con las siguientes características edáficas y climáticas como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3

Características del área de estudio

Localidad, situación geográfica y características agroclimáticas	
Localidad	
Provincia	Pichincha
Cantón	Pedro Moncayo
Parroquia	Tupigachi
Situación geográfica	
Lugar	Mega Flor Ecuador
Altitud	2 800 msnm
Características agroclimáticas	
Temperatura (°C)	17 °C
Humedad relativa (%)	70%
Precipitación (mm)	900 mm/año

Fuente: GAD, Tupigachi (2023)

En la siguiente parte, se muestra la Tabla 4 que contiene los materiales y equipos del campo utilizados durante el período de investigación.

Tabla 4

Materiales y equipos de trabajo

Materiales de campo	**Equipos**	**Material experimental**	**Insumos**
Cuaderno de campo	Potenciómetro HANNA HI98130	Invernadero	Hidróxido de calcio 35% p/p de 10 Kg
Balanza digital		Cultivo de rosas variedad Explorer	
Balde plástico de 15 lts			
Fundas plásticas transparentes			
Barreno tubular			
Teléfono celular			
Tijera de podar felco 2			
Guantes para podar rosas			
Computadora Hp			
Flexómetro			
Vernier manual			

3.3 Métodos

La investigación se llevó a cabo bajo condiciones de invernadero con el cultivo de *Rosa sp.* Var. Explorer, durante dos ciclos de producción. La edad de las plantas es de 8 años y cada ciclo de producción tuvo una duración de cien días, debido a la alta radiación solar, dándonos un total de doscientos días entre los dos ciclos de producción. Además, se utilizó cuarenta y ocho camas de dicho invernadero, treinta y seis fueron utilizadas para la aplicación de los tratamientos (hidróxido de calcio) y doce camas sirvieron como testigo (manejo convencional de la finca), como se observa en la Figura 2.

3.3.1 Factor en estudio

Factor 1: Hidróxido de calcio

F1: 75% hidróxido de calcio

F2: 100% hidróxido de calcio

F3: 125% hidróxido de calcio

F4: Testigo (manejo convencional)

3.3.2 Cantidad de hidróxido de calcio aplicado en el cultivo

En la Tabla 5 se presenta la cantidad aplicada de hidróxido de calcio de acuerdo con los cálculos realizados.

Tabla 5

Cantidad de hidróxido de calcio aplicado mediante drench

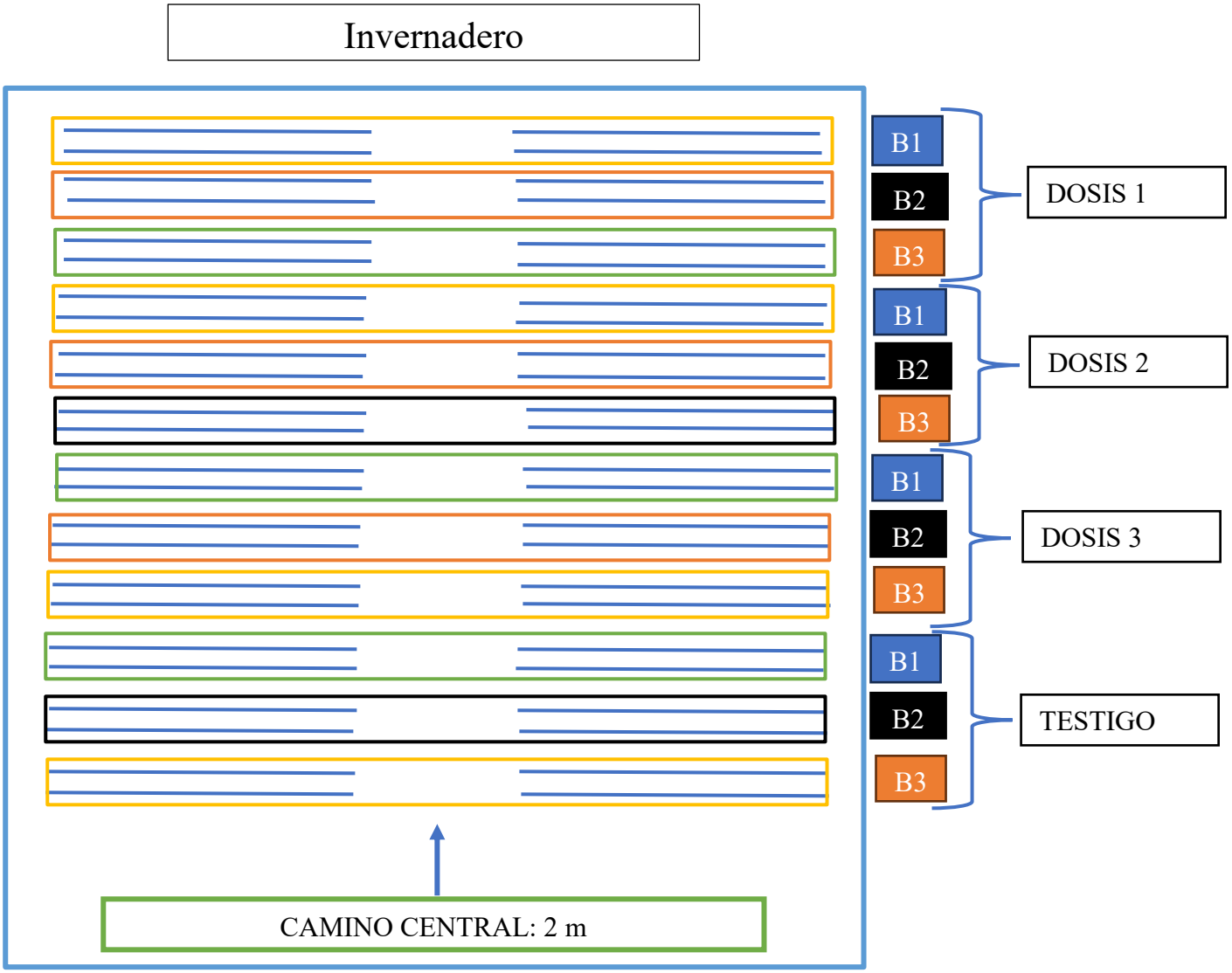
Factores	Porcentajes	$g \cdot m^{-2}$	Gramos/tratamiento/mes	ppm aportados
F1	75%	2.43	219	87.6
F2	100%	3.24	292	116.8
F3	125%	4.06	365	146
F4	Manejo convencional			

3.3.3 Diseño experimental

Para esta investigación, se ha constituido un diseño en bloques completos al azar, como se observa en la Figura 2.

Figura 2

Diseño experimental en bloques completos al azar



3.3.4 Características de la unidad experimental

En la Tabla 6 se muestra las diversas características de cada unidad experimental presentes en el proyecto de investigación.

Tabla 6

Descripción de la unidad experimental

Datos	Total
Largo de la cama	12.5 m
Ancho de la cama	0.60 m
Área total de la cama	7.5 m²
Número total de camas	4
Distancia entre planta	0.20 m
Distancia entre cama	0.60 m
Número de plantas	540
Camino central	2 m
Área total de la unidad experimental	48.6 m²

3.3.5 Características del área del experimento

En la Tabla 7 se presenta la información pertinente sobre las distintas características del área del experimento que se incluyen en el proyecto.

Tabla 7

Descripción del área del experimento

Variables	Total
Bloques	3
Tratamientos	4
Número de unidades experimentales	12
Número total de plantas	6 480
Número total de camas	48
Área total del ensayo	939.6 m²

3.3.6 Análisis estadístico

En la Tabla 8 se presenta un análisis de varianza (ADEVA) del diseño en bloques completos al azar.

Tabla 8

Análisis de varianza (ADEVA)

Fuente de variación	Fórmula	GL
Bloques	(B-1)	2
Tratamientos	(t-1)	3
Error experimental	(t-1) (B-1)	6
Total	(t*B) – 1	11

Nota: t: tratamientos, B: bloques

3.4. Variables evaluadas

3.4.1. Brotación de yemas

Se seleccionó treinta tallos al azar de cada unidad experimental, se realizó un pinch de cortes a subir y posteriormente estos tallos fueron marcados con una cinta de color rojo para poder evaluar el porcentaje de brotación de yemas por ciclo floral durante doscientos días (dos ciclos florales) de cada unidad experimental como se muestra en la Figura 3. Las plantas tienen una edad aproximada de ocho años.

Figura 3

Brotación de yemas por unidad experimental

3.4.2. Longitud de tallo

Durante la cosecha, se cortaron los 30 tallos marcados de cada unidad experimental, cuando fenológicamente estos hayan llegado al punto de cosecha. El realizó un corte a bajar y fueron medidos para obtener una longitud de cada tallo en cm, y de esta manera se obtuvo datos comparativos entre cada unidad experimental, esto se lo hizo con la ayuda de un flexómetro. Para obtener la longitud se medió desde la punta inferior del tallo hasta la base del botón floral.

A continuación, en la Figura 4 se muestra la medición de longitud de tallo de la presente investigación.

Figura 4

Medición de longitud de tallo con un flexómetro

3.4.3. Tamaño de botón floral

Al alcanzar la etapa fenológica requerida, se cortan 30 tallos previamente marcados en cada unidad experimental. Se realiza un corte bajo y, luego, con la ayuda de una cinta métrica, se mide la longitud de cada tallo en centímetros. Para la recolección de datos, se utiliza como referencia la distancia desde la base del tallo hasta la parte inferior del botón floral. Esto permite calcular valores comparativos entre todas las unidades experimentales.

Figura 5

Medición de tamaño de botón floral de la rosa Var. Explorer con un vernier manual

3.4.4. Rendimiento

Se evaluó el rendimiento de producción de cada tratamiento estudiado en el proyecto, tomando el registro de la producción diaria de lunes a sábado durante dos ciclos de producción (doscientos días) como se observa en la Figura 6. Además, se realizó la sumatoria mensual de la producción de cada tratamiento y se transformó a tallos/planta/mes, esto se realizó dividiendo la producción mensual de cada tratamiento para el número de plantas existentes. Esto se realizó para obtener un dato estimado sobre la producción del cultivo y saber en qué tratamiento obtuvo un incremento en el rendimiento (Romero, 2013).

Figura 6

Registro diario de la producción de tallos para exportación por tratamiento

Los basales son tallos o brotes nuevos que crecen desde la base de la planta o en si desde la raíz y son muy importantes ya que ayudan al rejuvenecimiento de las plantas y a generar una mayor producción. Se contó el número de basales de cada unidad experimental, tanto al final del primer ciclo floral como al final del segundo ciclo floral, en total doscientos días y se comparó entre cada unidad experimental para saber en qué tratamiento existe mayor número de basales. (García y Orozco, 2022).

A continuación, en la Figura 7 se muestra los basales que brotaron que crecieron por tratamiento al aplicar diferentes dosis de hidróxido de calcio.

Figura 7

Brotación de basales por tratamiento con la aplicación de diferentes dosis de hidróxido de calcio

3.4.6. Vida en florero

Después de la etapa de clasificación de los procesos postcosecha, se seleccionan diez tallos por unidad experimental. Cada grupo se mantiene en una cámara fría durante ocho días para simular el tiempo de transporte aéreo. Luego, los tallos se colocan en jarrones que contienen mil centímetros cúbicos de agua. Cada jarrón se etiqueta de acuerdo con su unidad experimental como se describe en la Figura 8. Se realizan controles diarios para cada jarrón donde se anota el número de días hasta que ocurre la senescencia floral (Gómez, 2018).

Figura 8

Evaluación de vida en florero de la rosa Var. Explorer

3.4.7. Consumo de agua en florero

Se colocó 1 litro de agua en el florero de cada unidad experimental (1 000 cc) como se muestra en la Figura 9, y con la ayuda de una probeta se midió la cantidad de agua que quedaba en cada

florero, hasta que las rosas de cada florero presenten un estado de senescencia (Jimenez et al., 2022).

Figura 9

Floreros colocados con 1 000 cc de agua

3.4.8. Asimilación de calcio por parte de la planta

Se realizó un análisis foliar del antes y después de la aplicación de hidróxido de calcio por tratamiento, para esto se tomaron hojas verdaderas de diez sitios diferentes de cada tratamiento y se envió al laboratorio Reelab Deen Han para obtener un análisis de la asimilación y translocación de calcio que ha tenido la planta (Gómez, 2014).

3.4.9. Niveles de pH en el suelo

Se ocupó 100 g de suelo por unidad experimental, para realizar una pasta saturada en relación 2:1 (200 cc de agua oxigenada con 100 g de suelo) de cada muestra como se observa en la Figura 10, posteriormente se medió el pH presente en las mismas y de esta manera se pudo comparar con el resto de las unidades experimentales. Este análisis se lo realizó con la ayuda de un potenciómetro (TestAgro, 2023).

Figura 10

Preparación de pasta saturada para la medición del pH del suelo por unidad experimental

3.4.10. Incidencia y severidad de plagas y enfermedades

Se realizó un monitoreo semanalmente de cada unidad experimental, tomando en cuenta el tercio bajo, medio y alto de la planta, para determinar el porcentaje de daño de las siguientes plagas y enfermades: trips (*Frankliniella occidentalis*), araña roja (*Tetranychus urticae*), oídium (*Sphaerotheca pannosa*), mildiú velloso (*Peronospora sparsa*) y botrytis (*Botrytis cinérea*). Se elaboró un croquis de toda el área experimental en estudio. Para realizar el monitoreo, se seleccionaron marcadores de diferentes colores para especificar cada plaga y enfermedad, como son: azul para trips, rojo para araña roja, amarillo para oídium, verde para mildiú velloso y café para botritis. Luego de monitorear, se realizó un informe de cada unidad experimental, indicando en que tercio de la planta se encuentra mayor incidencia y severidad de plagas y enfermedades, esto se lo hizo con fin de obtener datos comparativos de cada unidad experimental, y verificar cuál de las dosis de hidróxido de calcio que se va a utilizar es la adecuada para reforzar a la planta contra estas plagas y enfermedades (Díaz et al., 2020).

3.4.11. Relación beneficio/costo

Se obtuvo el costo de cada uno de los tratamientos dependiendo de la dosis utilizada en cada uno de ellos, y se realizó una comparación de costos entre cada tratamiento para saber cuál de estos ofrece mayores beneficios y rentabilidad para el productor (Rodríguez, 2023).

Para evaluar esta variable se utilizó la siguiente Ecuación:

Ecuación 1: Ecuación para calcular la relación beneficio/costo

$$C/B = \frac{Beneficios\ netos}{Costos\ de\ inversión}$$

3.5. Manejo específico del experimento

3.5.1 Preparación de solución madre con hidróxido de calcio

Para la preparación de la solución madre se calculó el área a ser aplicada para luego dosificar, después se realizó el cálculo del volumen a aplicar en base a la lámina de riego (2.3 L m^{-2}) requerido por la finca, además se determinó la descarga de la manguera de riego para definir el tiempo de aplicación por tratamiento, finalmente se calculó la inyección del Venturi para determinar el total de solución madre que este caso fue de 26.4 litros con el respectivo hidróxido de calcio. Además, el tiempo de aplicación del producto por cama fue 1 minuto con 10 segundo y por tratamiento fue de 13 minutos con 20 segundos.

3.5.2. Cultivo y delimitación de bloques experimentales

El ensayo se ha realizado en el invernadero de "Mega Flor Ecuador" con un área total de 939.6 m². Se cultiva la variedad de rosas Explorer, que tiene un ciclo comercial florífero de 100 días y está destinada al mercado ruso. A lo largo del estudio, se implementó el programa de fertilización de la finca. Otras operaciones realizadas, como la poda, tratamientos fitosanitarios, cosecha y análisis foliar, se llevan a cabo según el cronograma técnico de la florícola. El área de estudio está definida y mapeada de manera precisa, cada unidad experimental está etiquetada con su código.

3.5.3. Toma de muestras de suelo para el análisis de pH

En el invernadero utilizado para la investigación, se recolectan diez muestras de suelo para cada unidad experimental mediante selección aleatoria. Cada conjunto de muestras alcanza un peso total de 100 gramos. Luego, se prepara una pasta saturada utilizando una proporción de 2:1. Las muestras se mantienen en bolsas plásticas etiquetadas y se analizan usando un medidor de pH. Esto se realiza antes de iniciar cualquier tratamiento y se repite después de concluir el experimento.

3.5.4 Toma de muestras foliares para su análisis

Dentro del invernadero establecido para realizar la investigación, se tomaron hojas verdaderas de diez sitios diferentes de cada tratamiento, se enviaron al laboratorio Reelab Deen Han para realizar un análisis foliar, y así obtener datos de la asimilación de calcio que ha tenido la planta.

3.5.5 Toma de tallos y botones florares para su medición

De los tallos y botones florales evaluados (30 tallos marcados) de cada unidad experimental, cuando fenológicamente estos llegaron al punto de cosecha, fueron medidos para obtener tanto longitud como diámetro en cm, y de esta manera conseguir datos comparativos entre cada unidad experimental, esto se lo hizo con la ayuda de un flexómetro y un vernier manual.

3.5.6 Toma de rendimiento por ciclo floral

Se contó con la producción del último trimestre de la variedad Explorer, y con estos datos se fue recopilando y comparando que tratamiento tiene mejores resultados en los dos siguientes ciclos florales (200 días). El rendimiento de la producción fue tomado mediante tallos/planta/mes.

3.5.7 Labores culturales

La fertirrigación fue utilizada en el cultivo de rosas a través de goteo. “Mega Flor Ecuador” recomendó su implementación a través de dos sesiones de riego a pulso diarias durante seis días consecutivos.

Con respecto a drenaje, se aplicó un riego por drenaje de 36 litros de una solución madre que contenía hidróxido de calcio por cada parterre de flores. Esta medida se aplicó bimestralmente durante ocho meses en toda la fase experimental. Se diseñaron sistemas de riego y drenaje que optimicen los flujos y se tengan los mejores rendimientos dentro de todas las etapas, por lo cual, se hicieron todos los cálculos necesarios en base a todas las condiciones precisas y proporciones que la finca proporcionaba para lograr el óptimo con base en sus dimensiones.

Durante la fase de desborre, se paró el crecimiento de los brotes. De esta manera, se permitía que los botones dormidos maximizaran sus reservas previamente acumuladas. Esto ayudaba a evitar uno de los daños físicos más comunes, la cicatrización pronunciada (Cárdenas, 2011).

El descabezado se refirió a la poda de la planta cuyo objetivo era eliminar la dominación apical. Esta acción se ejecutó solamente en la presencia de deformidades en los tallos, tales como arqueamiento, subdesarrollo, cuellos de cisne o braguetas, y acortamiento. La eliminación del botón principal permitió que los botones laterales se desarrollaran mejor, resultando en una floración más uniforme y de calidad superior (Yong, 2004). Este trabajo fue realizado en botones florales en estado de desarrollo.

El control fitosanitario se hizo de acuerdo a los protocolos de la florícola “Mega Flor Ecuador” con la intención de manejar las plagas y enfermedades de mayor incidencia en el cultivo.

Se hizo la recolección de tallos de forma manual con uso de guantes y tijeras de podar. Los tallos se hidrataron antes de ser transportados al área de postcosecha. A petición de los mercadeos rusos, se realizaron cortes en diversas longitudes que permitieron que en cada intersección se cuente con flores sueltas. Después, los tallos fueron dirigidos al área de manufactura donde se realizó la sustracción y se agruparon en paquetes de 25 tallos. Posteriormente, fueron llevados a la sección donde se marcaba el corte final y se estimaba 02 horas de hidratación. Se mantuvo una temperatura controlada entre 2 y 4 grados evadiendo perdidas por fatiga térmica.

A continuación, en la Figura 11 se muestra las actividades realizadas en el manejo del experimento.

Figura 11

Actividades realizadas en el manejo específico del experimento de la investigación

Nota: a) Preparación de solución madre con hidróxido de calcio, b) Cultivo y delimitación de unidades experimentales, c) Toma de muestras de suelo para el análisis de pH, d) Toma de muestras foliares para su análisis, e) Toma de tallos y botones florales para su medición, f) Toma de rendimiento por ciclo floral, g) Labores culturales

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la presente investigación.

4.1. Brotación de yemas

A continuación, en la Tabla 9, se muestra el porcentaje de brotación de yemas existentes en los distintos tratamientos.

Tabla 9

Porcentaje de brotación de yemas en Rosa sp. con diferentes tratamientos de hidróxido de calcio, en periodo vegetativo

Ciclo Floral	Tratamiento	% Brotación
1	75%	100
1	100%	100
1	125%	100
1	Testigo	100
2	75%	100
2	100%	100
2	125%	100
2	Testigo	100

Nota: Por cada ciclo floral son cien días en la rosa Var. Explorer. Los tratamientos son los siguientes: T1: 75%, T2: 100%, T3: 125% de hidróxido de calcio y T4: Testigo.

En el primer y segundo ciclo de producción se obtuvo un 100% de brotación de yemas en todas las unidades experimentales, esto puede haber sido influenciado por factores como: temperatura, humedad y riego. En comparación con la investigación de Espinosa (2014), se pudo observar que existió una diferencia significativa en el porcentaje de brotación de yemas. El autor reportó un 41.25% de brotación en la variedad Mondial, aplicando la técnica de no arrancar la primera hoja de donde se realizó la poda. Este porcentaje (41.25%) podría deberse al tipo de variedad de rosa utilizada, o la técnica aplicada por el autor. La diferencia que se obtuvo entre la presente investigación con la investigación que cita el autor es de 58.75% en brotación.

Además, Caiza y León (2022) aseveran que influye la nutrición y exposición a la luz para una brotación de yemas exitosa. Un suministro equilibrado de nutrientes, especialmente calcio, nitrógeno, fósforo y potasio, promueve el crecimiento sano de las yemas. Las temperaturas

moderadas y una buena cantidad de luz solar estimulan la actividad de las yemas, mientras que un control adecuado de la humedad y el riego asegura que la planta no sufra estrés hídrico.

4.2. Longitud del tallo

De acuerdo con los resultados de la ADEVA, la interacción entre ciclo floral y tratamiento evidencia significancia estadística (p<0.0001), como se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10

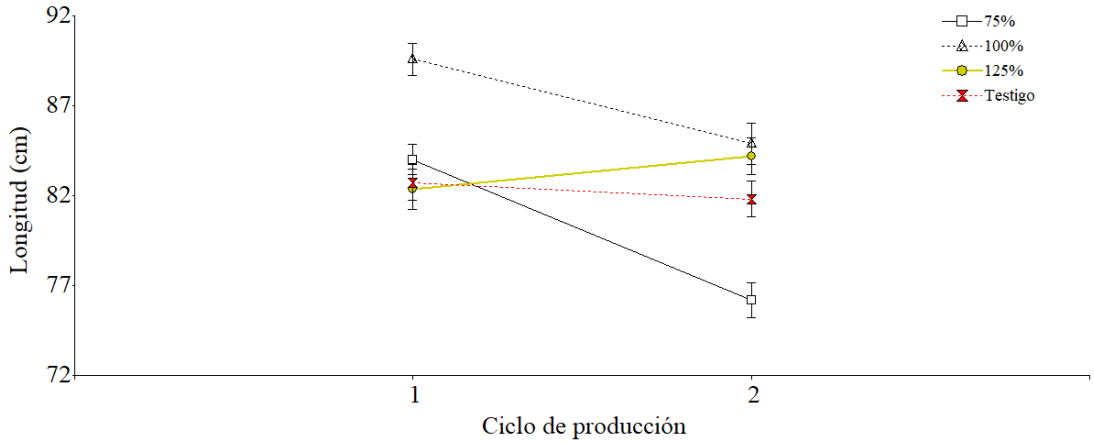
ADEVA de la variable de longitud del tallo de la rosa variedad Explorer

	Grados de libertad	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Intercepción	1	710	1 902.52	<0.0001
Ciclo floral	1	710	18.19	<0.0001
Tratamiento	3	710	19.37	<0.0001
Ciclo floral:Tratamiento	3	710	9.66	<0.0001

A continuación, en la Figura 12 se presentan los resultados obtenidos de la variable longitud del tallo.

Figura 12

Longitud de tallo en Rosa sp. Var Explorer con diferentes dosis de hidróxido de calcio



En el primer ciclo de producción, el tratamiento (75% – 125% – testigo) no tuvieron diferencia significativa entre sí, sin embargo, con respecto al (100%), si presentaron diferencia significativa con un contraste de 6.57 cm. Como resultado, el tratamiento (100% de $Ca(OH)_2$) presentó el mejor efecto en el primer ciclo de producción para la variable longitud de tallo con

una medida promedio de 89.60 cm. Por consiguiente, en el segundo ciclo de producción, el tratamiento (100% y 125%) no tuvieron diferencia significativa entre sí, sin embargo, el tratamiento (75% y testigo) si mostraron diferencias significativas con respecto al tratamiento (100% y 125%). El tratamiento (100%) decae 7.82 cm en el segundo ciclo de producción, a diferencia del tratamiento (125%), el cual aumenta 1.83 de 84.55 cm.

En las cercanías de Tabacundo, varios productores observan que las características genéticas de las variedades de rosa pueden expresarse de manera diferente a diferentes altitudes de cultivo. Para la variedad Explorer, los datos obtenidos se alinean con los promedios establecidos por el criador. Esta variedad responde mejor en longitud del tallo cuando se cultiva a mayores altitudes. En áreas cercanas al páramo de Mojanda, a altitudes entre 2900 y 2980 metros sobre el nivel del mar, se logra una longitud del tallo promedio de 90 a 120 centímetros (Espinosa, 2015).

Según Zacarias (2018), el clima frío de las zonas altas tiene un impactante efecto en el desarrollo de las rosas en Ecuador; sobre todo en cómo alargan sus tallos. En regiones clave para la producción situadas entre 2 000 y 3 000 metros sobre el nivel del mar en provincias como Pichincha, Cotopaxi e Imbabura las temperaturas rondan entre los 10°C y 18°C proporcionando condiciones óptimas para su cultivo. En estas condiciones de temperatura más bajas se produce una desaceleración en el metabolismo de la planta. Esto favorece la acumulación de carbohidratos en los tejidos y promueve el crecimiento de tallos más largos y robustos. Asimismo, el frío estimula la producción de giberelinas hormonas vegetales encargadas del crecimiento celular en longitud lo que permite que las rosas cultivadas a estas altitudes desarrollen tallos que pueden alcanzar entre 50 y 90 cm excediendo los obtenidos en zonas más bajas.

Además del intenso sol que se experimentan a una altitud de 2 800 metros sobre el nivel del mar y que puede llegar a superar los 1 300 W m^{-2}; la fotosíntesis se ve potenciada en este entorno contribuyendo a la formación de flores más vibrantes en colorido. En estas circunstancias ambientales también se observan temperaturas más bajas que ayudan a disminuir la tasa respiratoria en las plantas; esto evita pérdidas innecesarias de energía y promueve un crecimiento más ordenado (Zacarias, 2018).

4.3. Tamaño de botón floral

De acuerdo con los resultados de la ADEVA, la interacción entre ciclo floral y tratamiento evidencia significancia estadística (p<0.0001), como se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11

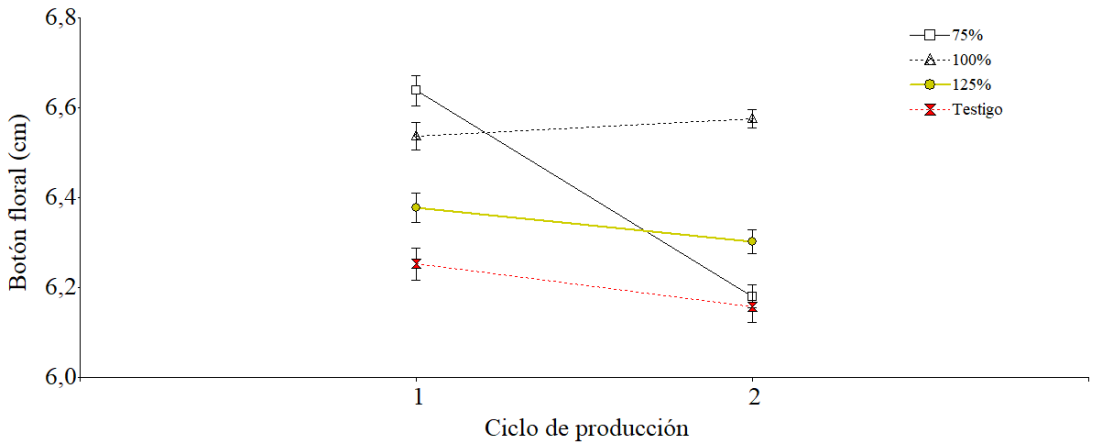
ADEVA de la variable tamaño de botón floral de la rosa variedad Explorer

	Grados de libertad	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Intercepción	1	710	79 354.54	<0.0001
Ciclo floral	1	710	47.63	<0.0001
Tratamiento	3	710	46.88	<0.0001
Ciclo floral: Tratamiento	3	710	25.34	<0.0001

A continuación, en la Figura 13 se presentan los resultados obtenidos de la variable tamaño de botón floral.

Figura 13

Tamaño de botón floral en Rosa sp. Var. Explorer con diferentes dosis de hidróxido de calcio



Una de las principales tendencias observadas en los resultados del primer ciclo de producción para la variable tamaño de botón floral, fue que todos los tratamientos tuvieron diferencias significativas entre sí, sin embargo, el tratamiento (75%) fue el que mejor resultados mostro en el tamaño de botón floral con una medida promedio de 6.64 cm en comparación al resto de tratamientos.

Siguiendo con el segundo ciclo de producción, se observa que el tratamiento (75% y testigo) no tuvieron diferencias significativas entre sí en comparación al resto de tratamientos (100% y

125%). No obstante, se puede apreciar que el tratamiento (75%) presentó un decrecimiento para el segundo ciclo de producción de 0.46 cm, debido a un desbalance nutricional que afectan el desarrollo flora, en contraste el tratamiento (100%) mostró un aumento para el segundo ciclo de producción de 0.04 cm, obteniendo así, que el tratamiento que mejor resultado presentó para la variable de tamaño de botón floral fue el tratamiento (100%), ya que este manifestó un incremento para dicha variable, y en términos comerciales, esto es de gran importancia para el productor.

Por otro lado, el calcio es un nutriente muy importante en el desarrollo de las plantas, es responsable de la estabilidad de la pared celular. Del mismo modo, este nutriente regula la extensibilidad de la pared celular al complementarse con enzimas que tienen la responsabilidad de modelar la matriz de la pared celular, permitiendo una ampliación moderada. Además, ayuda a la homeostasis del potencial osmótico, permitiendo la retención de agua y regulando la turgencia celular, lo que favorece al desarrollo y crecimiento del tallo de rosa. Cuando existe una deficiencia de calcio, a la vez se disminuye la cohesión celular, haciendo que la estructura del tejido se debilite y por ende los tallos sean más propensos a sufrir torceduras, mientras que aplicar un suministro adecuado de esta nutriente mejora su resistencia mecánica y su capacidad de elongación. Por esta razón, el calcio tiene diferentes papeles en la floricultura, ya que fortalece los tallos y optimiza su calidad (Méndez, 2019).

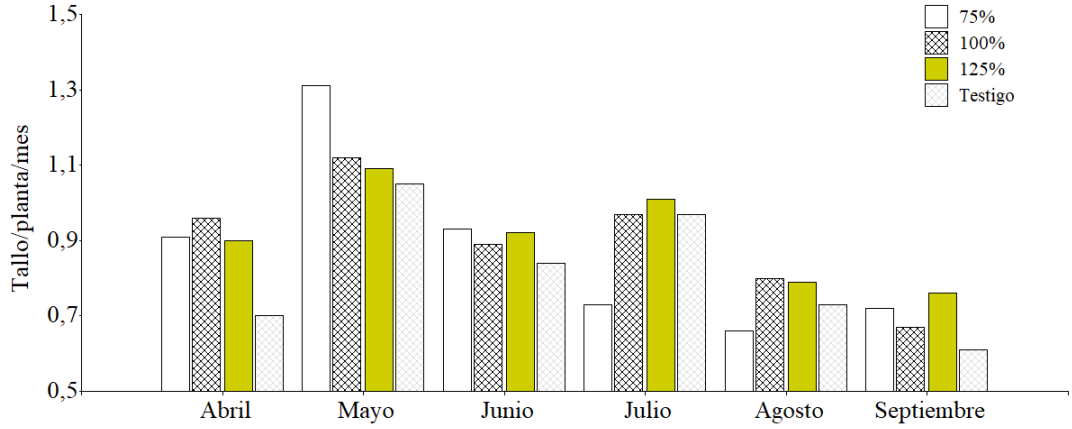
Estos hallazgos se correlacionan con los resultados obtenidos por Rodríguez et al. (2020), quienes evaluaron el uso de hidróxido de calcio en rosas de la variedad Freedom y observaron un botón floral de hasta 6.7 cm, superior al testigo que apenas alcanzó 6.08 cm. Además, indicaron que dosis mayores no generaron beneficios adicionales, y que incluso se observaron síntomas de clorosis por bloqueo de micronutrientes, lo cual coincide con la disminución observada en el tratamiento al 125% en el presente estudio. De igual forma, Méndez et al. (2021) reportaron un comportamiento similar en rosas blancas variedad Vendela, en las que la aplicación al 100% de hidróxido de calcio resultó en un botón floral de 6.6 cm. Ellos también evidenciaron que dosis menores tenían un efecto positivo inicial, pero no mantenían su eficacia en ciclos posteriores, mientras que dosis excesivas eran económicamente poco viables y fisiológicamente inestables.

4.4. Rendimiento

A continuación, en la Figura 14 se muestran los resultados obtenidos para la variable de rendimiento.

Figura 14

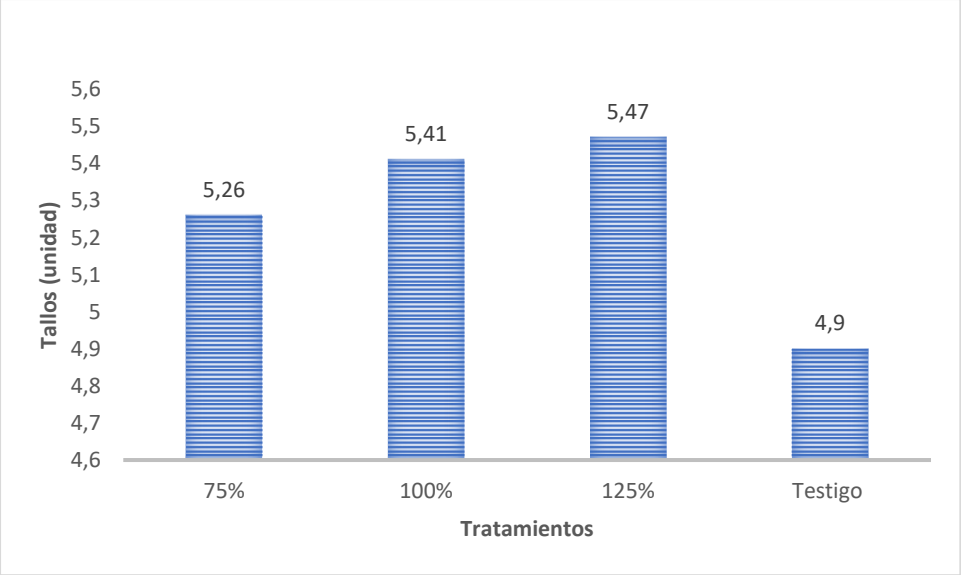
Rendimiento en tallos/planta/mes del cultivo de Rosa sp. Var. Explorer al aplicar diferentes dosis de hidróxido de calcio



Nota: Rendimiento de tallos/planta/mes por tratamiento obtenido de la producción mensual en la variedad Explorer. Para calcular el rendimiento en tallos/planta/mes, se dividió el total de tallos producidos por cada mes para el número de plantas por cada tratamiento.

Figura 15

Producción acumulada total de tallos por planta en dos ciclos (300 días) por cada tratamiento en diferentes dosis de hidróxido de calcio del cultivo de Rosa sp. Var. Explorer



Nota: Sumatoria de los tallos durante dos ciclos productivos de rosa.

En la Figura 14, se puede observar que, en el mes de mayo del estudio (año 2024), se obtuvo un mayor rendimiento en la producción con respecto a la variable tallos/planta/mes, en donde se registró un valor de 1.31 tallos/planta/mes en el rendimiento, aplicando una dosis del 75% de hidróxido de calcio, mientras que, en el testigo sin aplicación, se registró un valor de 1.05 tallos/planta/mes en el mismo mes de evaluación, siendo valores aun superiores al resto de meses. Además, en la Figura 15 se puede apreciar que el tratamiento que mejor funcionó fue al 125% de hidróxido de calcio, dándonos una sumatoria de 5.47 tallos/planta/6 meses, y el tratamiento que no destacó a niveles productivos fue el testigo, obteniendo un total de 4.9 tallos/planta/6 meses.

La aplicación de calcio puede aumentar significativamente el rendimiento en tallos/planta/mes en rosas. Al ajustar el pH del suelo y mejorar su estructura, además de prevenir enfermedades que afectan las partes jóvenes de la planta, como los brotes y los tallos, la planta puede concentrar su energía en la producción de nuevos tallos en lugar de luchar contra patógenos. Esto puede resultar en un rendimiento más consistente de tallos durante la temporada. Además de optimizar la absorción de nutrientes, se crean condiciones más favorables para el crecimiento de tallos vigorosos. Esto se traduce en una mayor productividad y calidad de las rosas, lo que es especialmente beneficioso en cultivos comerciales donde el rendimiento constante es clave (Sánchez, 2013).

4.5. Número de basales

A continuación, en la Tabla 12, se muestra el número de basales existentes en los distintos tratamientos.

Tabla 12

Número de tallos basales por tratamiento de la rosa variedad Explorer

Ciclo Floral	Tratamiento	Número de basales	Índice (%)
1	75%	200	12.4
1	100%	156	9.6
1	125%	164	10.1
1	Testigo	56	3.5
2	75%	210	12.9
2	100%	167	10.3
2	125%	171	10.6
2	Testigo	53	3.3

Nota: El índice de tallos basales se calculó dividiendo el número de tallos basales para el número de plantas por tratamiento y se multiplicó por cien.

En el primer ciclo de producción, todos los tratamientos a excepción del testigo mostraron buenos resultados en cuanto al número de basales, sin embargo, el tratamiento que sobresalió fue al (75%), ya que se obtuvo 200 basales en este tratamiento. Otro tratamiento que mostró buenos resultados fue al (125%), ya que se consiguió la cifra de 164 basales, teniendo así una diferencia de 36 basales entre el tratamiento al 75% y al 125%.

En el segundo ciclo de producción, de igual manera todos los tratamientos a excepción del testigo mostraron resultados alentadores y un incremento en el número de basales, en cambio el testigo tuvo un decrecimiento de tres basales. En este ciclo de producción, el tratamiento que destacó fue al (75%), ya que tuvo un incremento de diez basales desde el primer ciclo de producción al segundo ciclo de producción, dando un total de 210 basales en este ciclo de producción. Otro tratamiento que sobresalió fue al (125%) ya que tuvo un crecimiento de siete basales, con un total de 171 basales en el segundo ciclo de producción.

El calcio es fundamental en la división celular, favoreciendo la emergencia de nuevos brotes al fortalecer la pared celular y facilitar la cohesión entre células mediante la formación de puentes de calcio con las pectinas. Además, el calcio modula la interacción de hormonas tales como: auxinas, citocininas y giberelinas, disminuyendo la dominancia apical y estimulando la brotación de basales. Dado que su transporte es pasivo a través del xilema, su distribución depende del flujo de transpiración, por lo que una deficiencia puede limitar su llegada a tejidos jóvenes en desarrollo, afectando la iniciación y crecimiento de los brotes basales (López, 2021).

Estos resultados coinciden con los hallazgos de Martínez et al. (2021), quienes estudiaron el efecto de distintas enmiendas en suelos ácidos para el cultivo de rosas y reportaron un aumento significativo en el número de brotes basales al aplicar enmiendas calcáreas en dosis moderadas (80-100%), alcanzando un promedio de 180 brotes basales. Asimismo, Hernández y Salazar (2020) observaron que dosis excesivas de enmiendas alcalinas (superiores al 120%) no generaron un incremento adicional en el número de basales, debido a un posible efecto de sobresaturación y desequilibrio de nutrientes en el suelo. Esto concuerda con el presente estudio, donde el tratamiento al 125% presentó un número de basales menor al tratamiento del 75%.

Por otra parte, Ramírez et al. (2022) indicaron que la aplicación adecuada de enmiendas calcáreas optimiza el desarrollo radicular y la emisión de brotes en el cultivo de rosas, con un aumento del 25% en brotes basales respecto al testigo. En el presente estudio, los tratamientos al 75% y 100% aumentaron el número de basales en un 250% y 180%, respectivamente, en comparación con el testigo. En síntesis, los resultados obtenidos muestran que la aplicación de hidróxido de calcio en dosis moderadas (75% y 100%) favorece el desarrollo de brotes basales en el cultivo de rosas, mientras que dosis superiores (125%) tienden a estabilizar o reducir ligeramente este parámetro. Estas diferencias pueden estar relacionadas con la capacidad buffer del suelo y la saturación de bases, lo que resalta la importancia de una aplicación equilibrada de enmiendas en función de las características del suelo y las necesidades específicas del cultivo.

4.6. Vida en florero

De acuerdo con los resultados de la ADEVA, la interacción entre ciclo floral y tratamiento evidencia significancia estadística (p=0.0463), como se muestra en la Tabla 13.

Tabla 13

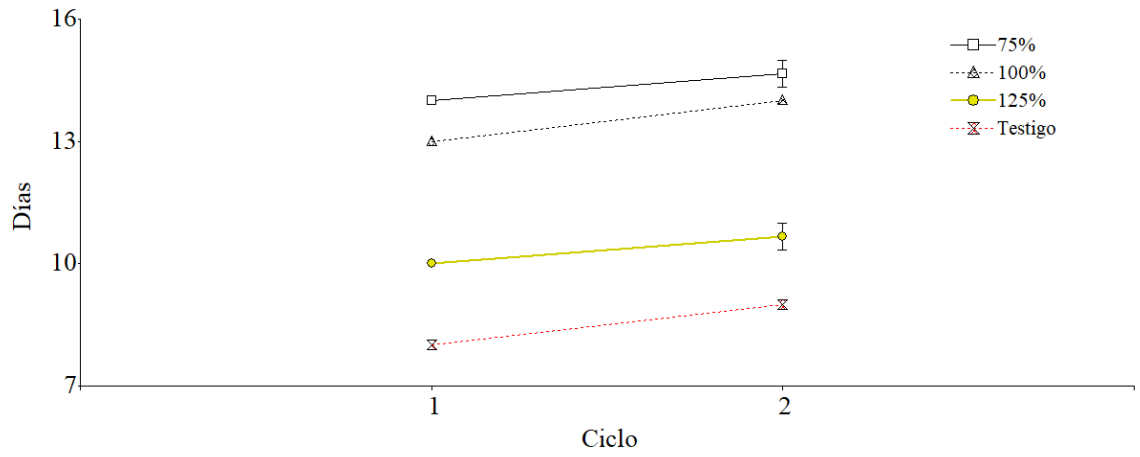
ADEVA de la variable vida en florero para la rosa variedad Explorer

	Grados de libertad	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Intercepción	1	14	39 200	<0.0001
Ciclo floral	1	14	50	<0.0001
Tratamiento	3	14	534.67	<0.0001
Ciclo floral: Tratamiento	3	14	4.67	0.0463

A continuación, en la Figura 16 se presentan los resultados obtenidos de la variable tamaño de botón floral.

Figura 16

Vida en florero de Rosa sp. Var. Explorer con diferentes dosis de hidróxido de calcio



El tratamiento (75%) muestra los valores más altos de vida en florero en ambos ciclos florales, lo que indica que prolonga significativamente la vida útil de las rosas en comparación con los demás tratamientos, además existe un aumento en la duración del Ciclo 1 al Ciclo 2, lo que podría sugerir una mayor eficacia del tratamiento conforme progresa el experimento. El tratamiento (100%) también mejora la duración de las rosas en comparación con el testigo, aunque no es tan efectivo como el tratamiento (75%), y la duración en florero también aumenta del Ciclo 1 al Ciclo 2, aunque de manera menos pronunciada. El tratamiento (125%) tiene una duración intermedia, menor que la de los tratamientos (75% y 100%). Esto indica que un exceso de tratamiento puede tener un efecto adverso o limitante en la durabilidad de la vida de las rosas, además presenta un aumento ligero en la duración de un ciclo al otro.

Las rosas del grupo testigo, sin tratamiento, tienen la menor duración de vida en florero en ambos ciclos de producción. Aunque hay un ligero incremento del Ciclo 1 al Ciclo 2, este incremento es menos significativo en comparación con los demás tratamientos aplicados. La duración de vida en florero aumenta para todos los grupos entre el Ciclo 1 y el Ciclo 2, lo que podría estar relacionado con factores externos o internos del experimento (como adaptación de las flores o cambios en las condiciones ambientales). La aplicación del tratamiento (75%) prolonga significativamente la duración de vida en florero de las rosas en comparación con los otros tratamientos y el grupo testigo. Sin embargo, tratamientos más intensos, como al 125%, pueden disminuir esta durabilidad. Esto puede ser relevante para optimizar la conservación de rosas cortadas en florero, especialmente en industrias como la floricultura y el comercio floral.

Los resultados obtenidos guardan estrecha relación con los hallazgos de Cárdenas et al. (2017) en clavel estándar variedad Nelson, quienes reportaron un incremento significativo en la vida en florero (de 10 a 13 días) al aplicar nitrato de calcio tanto al suelo como vía foliar. Este incremento se atribuyó a una mayor firmeza del tallo, reducción en la pérdida de agua y mejor respuesta ante microorganismos que aceleran la senescencia. En otra investigación realizada por Silva y Mendoza (2019) con crisantemos, se documentó que la aplicación de calcio incrementó la vida en florero de 10 a 13 días, con la mayor duración observada en el tratamiento al 100% de la dosis recomendada. Nuevamente, el tratamiento con el 150% de la dosis mostró una ligera disminución (12 días), reafirmando que el exceso de calcio puede alterar el balance nutricional de la planta, afectando negativamente la fisiología floral durante la postcosecha.

4.7. Consumo de agua

A continuación, en la Tabla 14 se muestra un promedio del agua existente que se encontraba en cada florero de cada tratamiento.

Tabla 14

Promedio de cc de agua que se encontraba en cada florero de cada tratamiento

Tratamientos	Cantidad de agua (cc)
75%	407.50
100%	445
125%	494.17
Testigo	453.33

Se evaluó el consumo de agua en floreros sometidos a distintos tratamientos de diferentes dosis de hidróxido de calcio (75%, 100%, 125% y un testigo). Los resultados muestran que: El tratamiento 75% presentó la menor cantidad de agua restante (407.50 cc), lo que indica un mayor consumo de agua por parte de las flores en este tratamiento. El tratamiento 100% dejó (445 cc) de agua restante, lo que implica un consumo moderado. En el tratamiento 125%, se observó la mayor cantidad de agua restante (494.17 cc), lo que indica que el consumo fue menor en comparación con los otros tratamientos.

El testigo presentó una cantidad de agua restante de 453.33 cc, mostrando un consumo intermedio. Los resultados sugieren que la dosis más baja de hidróxido de calcio (75%) favoreció un mayor consumo de agua, mientras que la dosis más alta (125%) pudo haber

reducido la absorción. Esto podría indicar que concentraciones excesivas de $Ca(OH)_2$ afectan negativamente la hidratación de las flores.

Comparando con los estudios realizados por Flores et al. (2020) que utilizaron un quelato de calcio aplicado por vía foliar antes de la cosecha en rosas variedad Freedom, con concentraciones de 0.5%, 1.0% y 1.5%. Se observó que los tratamientos con 1.0% promovieron un consumo hídrico superior (488 cc), junto con una menor pérdida de peso en los tallos durante la vida en florero. Estos resultados respaldan la hipótesis de que el calcio no solo mejora la firmeza de los tejidos, sino que también contribuye a mantener abiertos los canales vasculares, evitando bloqueos y favoreciendo el flujo de solución hacia los tejidos florales.

4.8. Asimilación de calcio por parte de la planta

4.8.1. Calcio

A continuación, en la Tabla 15 se muestra la asimilación de calcio que tuvo el cultivo por cada tratamiento.

Tabla 15

Porcentaje de calcio presente en cada tratamiento del cultivo de Rosa sp. Var. Explorer con distintas dosis de hidróxido de calcio

Macroelemento	Tratamientos	Incremento %
Ca	75%	1.10 ± 0.06
Ca	100%	1.19 ± 0.03
Ca	125%	1.20 ± 0.02
Ca	Testigo	1.08 ± 0.06

Los resultados obtenidos muestran una tendencia al aumento en el contenido de calcio en los tejidos de las plantas de rosa variedad Explorer conforme se incrementa la dosis de hidróxido de calcio aplicada al suelo. El tratamiento (75%) presentó un contenido de calcio de 1.10%, mientras que el tratamiento (100%) alcanzó un 1.19%, y el tratamiento (125%) mostró un valor ligeramente superior, con un 1.20%. Por otro lado, el tratamiento testigo (sin aplicación de hidróxido de calcio) presentó el menor contenido de calcio, con un 1.08%.

Estos resultados sugieren que la aplicación de hidróxido de calcio influye positivamente en la asimilación de calcio por parte de la planta. Sin embargo, se observa que el incremento en la asimilación se estabiliza a partir de la dosis del 100%, ya que el contenido de calcio del

tratamiento al 125% (1.20%) fue muy similar al del tratamiento al 100% (1.19%). Esto indica que, bajo las condiciones del estudio, existe un punto de saturación o límite en la capacidad de la planta para asimilar calcio adicional, independientemente del aumento en la dosis aplicada.

El contenido de calcio en el tratamiento testigo (1.08%) confirma que las plantas pueden obtener este nutriente de forma limitada a partir del suelo y otras fuentes naturales, aunque en menor cantidad en comparación con los tratamientos en los que se aplicó hidróxido de calcio. Esto resalta la importancia de una adecuada suplementación con calcio para mejorar la nutrición mineral de las plantas de rosa.

El tratamiento (100%) es el más eficiente, ya que logra un alto contenido de calcio en los tejidos sin evidenciar una ganancia significativa al aumentar la dosis al 125%. Este hallazgo es relevante para optimizar la aplicación de hidróxido de calcio, evitando costos innecesarios y posibles problemas derivados del exceso de calcio en el suelo, como alteraciones en el pH o desequilibrios en la absorción de otros nutrientes.

En comparación con otros estudios realizados en el cultivo de rosas, Gentili et al. (2018) reportaron un incremento del 0.1% en el contenido de calcio foliar al aplicar 100 kg ha^{-1} de nitrato de calcio como fuente de calcio, lo que respalda los resultados observados en este trabajo, particularmente en el tratamiento del 100%. Por otro lado, De Capdeville et al. (2004) evaluaron la asimilación de calcio en rosas utilizando sulfato de calcio a dosis de 150 kg ha^{-1} y obtuvieron un aumento del 0.12% en los tejidos foliares, un comportamiento similar al tratamiento del 125% en este estudio.

Es importante resaltar que el incremento en la asimilación de calcio se muestra dosis-dependiente hasta cierto punto. En este trabajo, la diferencia entre los tratamientos del 100% y el 125% fue mínima (1.19% frente a 1.20%), lo que sugiere que, más allá de cierta dosis, el beneficio adicional puede estabilizarse. Resultados similares fueron reportados por Khosravi et al. (2024), quienes observaron que en aplicaciones mayores a 120 kg ha^{-1} de calcio en rosas, el incremento en la concentración foliar de calcio fue marginal, indicando una posible saturación de la capacidad de absorción.

Por otra parte, es relevante considerar los efectos del hidróxido de calcio en las propiedades del suelo, que pueden influir en la disponibilidad de calcio para las plantas. Amoakwah et al.

(2023) encontraron que aplicaciones excesivas de cal hidratada dosis superiores a 150 kg ha^{-1} en suelos ácidos disminuyeron la disponibilidad de algunos micronutrientes esenciales como hierro y manganeso, lo que podría afectar la salud de la planta a largo plazo. Sin embargo, en este estudio no se observaron efectos adversos, probablemente debido a las dosis moderadas utilizadas.

4.9. Niveles de pH en el suelo

De acuerdo con los resultados de la ADEVA, la interacción entre lectura y tratamiento evidencia significancia estadística (p=0.0419), como se muestra en la Tabla 16.

Tabla 16

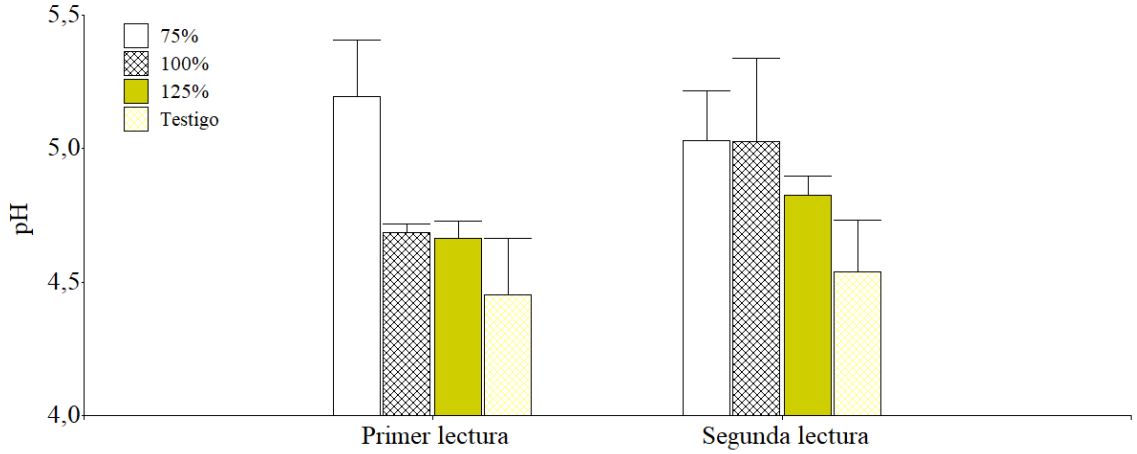
ADEVA de la variable de niveles de pH en el suelo en el cultivo de rosas

	Grados de libertad	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Intercepción	1	14	5 472.88	<0.0001
Lectura	1	14	0.65	0.4322
Tratamiento	3	14	3.90	0.0322
Lectura: Tratamiento	3	14	4.66	0.0419

A continuación, en la Figura 17 se presentan los resultados obtenidos de la variable de niveles de pH en el suelo.

Figura 17

Niveles de pH en el suelo en el cultivo de Rosa sp. Var. Explorer con distintas aplicaciones de hidróxido de calcio



No hay diferencia significativa para el pH del suelo del tratamiento (100% y 125%) de la primera lectura, y del tratamiento (125%) en la segunda lectura. De igual manera no existe diferencia significativa del pH del suelo en la segunda lectura del tratamiento (75% y 100%), así como también no existe diferencia significativa en el pH del suelo del testigo en la segunda lectura. Por el contrario, existe diferencia significativa en los tratamientos (75% y testigo) en la primera lectura de 0.75 para la variable de pH en el suelo.

Los valores observados muestran que la aplicación de hidróxido de calcio incrementó el pH del suelo respecto al testigo, aunque con diferencias relativamente moderadas. Esto es consistente con lo reportado por Molina (2014), reportó que la aplicación de enmiendas alcalinas elevó el pH en su estudio sobre suelos destinados al cultivo de rosas en invernadero. El autor observó un aumento promedio del pH de 4.8 a 5.6 al aplicar una dosis equivalente al tratamiento (100%) de las recomendaciones basadas en la acidez del suelo inicial. Este ajuste en el pH se presentó en un período de seis semanas, lo que sugiere que la reacción del suelo a la enmienda ocurre en un plazo relativamente corto. Estos resultados coinciden en que el ajuste del pH es más evidente en niveles intermedios de aplicación.

Por otro lado, investigaciones realizadas por Acosta et al. (2022) en su estudio sobre el efecto de cal dolomítica en el cultivo de rosas reportaron que dosis superiores al 120% de la recomendación técnica tendieron a estabilizar o incluso disminuir ligeramente el pH del suelo. Este fenómeno podría explicarse por un efecto de sobresaturación de bases que altera la estructura y disponibilidad de ciertos compuestos, un resultado que también se observa en nuestro tratamiento al 125% con un pH de 4.83.

Por otro lado, la metodología empleada en estudios como el de Rodríguez et al. (2020), que utilizaron enmiendas con carbonato de calcio en suelos con pH inicial de 4.3, indicó que el pH del suelo se elevó significativamente hasta 5.8 con dosis equivalentes al 150%. En contraste, los resultados del presente estudio no muestran un incremento proporcional en el pH al aumentar las dosis por encima del 100%. Esto podría atribuirse a diferencias en las propiedades fisicoquímicas de los suelos, como su capacidad buffer y contenido orgánico.

4.10. Incidencia y severidad de plagas y enfermedades

4.10.1. Incidencia de araña roja (Tetranychus urticae)

De acuerdo con los resultados de la ADEVA, la interacción entre lectura y tratamiento no evidencia significancia estadística (p=0.9956), por otra parte, para el tratamiento existe significancia estadística (p<0.0001), además en la lectura refleja que no existe significancia estadística (p=0.9987) como se muestra en la Tabla 17.

Tabla 17

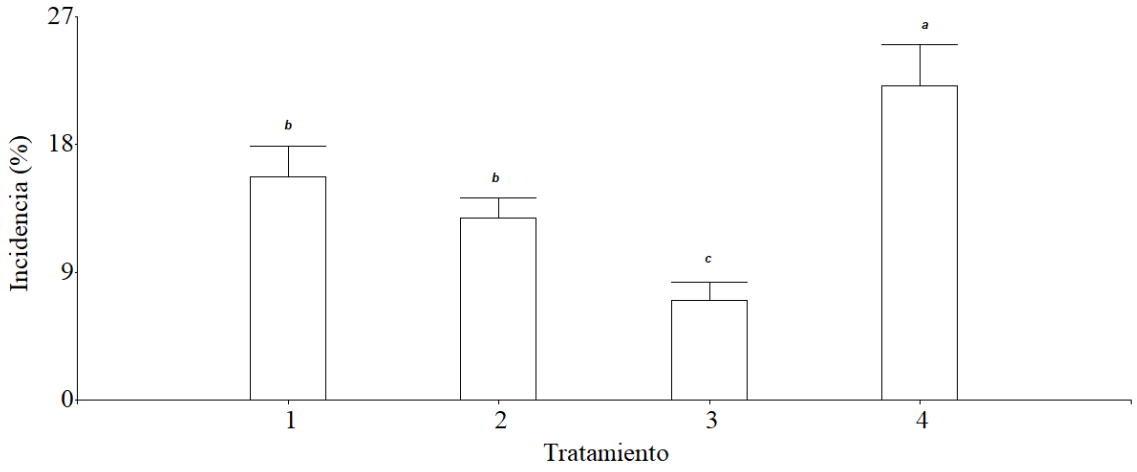
ADEVA de la incidencia de araña roja en el cultivo de rosas variedad Explorer

	Grados de libertad	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Intercepción	1	206	10.83	0.0012
Lectura	25	206	0.35	0.9987
Tratamiento	3	206	8.79	<0.0001
Lectura: Tratamiento	75	206	0.59	0.9956

A continuación, en la Figura 18 se presentan los resultados obtenidos de la incidencia de araña roja.

Figura 18

Incidencia de araña roja en el cultivo de Rosa sp. Var. Explorer con diferentes tratamientos de hidróxido de calcio



Durante el primer y segundo ciclo de producción, el tratamiento (75% y 100%) no presentaron diferencias significativas entre sí, sin embargo, con respecto al tratamiento (125% y Testigo) si tuvieron diferencia significativa entre sí de 15.07% de incidencia de araña roja. Dándonos

como resultado que el tratamiento (125%) obtuvo el menor porcentaje de incidencia de araña roja en el cultivo de rosas variedad Explorer, con un resultado de 7.05% de incidencia en este tratamiento. Por otro lado, el testigo presentó el mayor porcentaje de incidencia de araña roja con un total de 22.12% de presencia de araña roja en el cultivo.

Los resultados de la presente investigación son comparables con los obtenidos por otros autores. Por ejemplo, Smith y Jones (2018) observaron una reducción del 18% en la incidencia de *Tetranychus urticae* en cultivos de tomate al aplicar una dosis de 5 g L^{-1} de un compuesto alcalino similar al hidróxido de calcio, lo que coincide con la tendencia de disminución observada en este estudio. Además, Pérez y Rodríguez (2022) reportaron una disminución del 20-25% en la incidencia de ácaros en cultivos hortícolas tras la aplicación de cal hidratada a dosis de 4-6 g L^{-1}, resultados que son consistentes con los tratamientos 2 y 3 del presente estudio. La comparación entre los diferentes tratamientos indica que la eficacia del hidróxido de calcio es dosis-dependiente. En el tratamiento 2, la incidencia fue de 12.82%, mientras que en el tratamiento 1 fue de 15.71%, lo que sugiere una relación directa entre la dosis aplicada y la reducción de la población de araña roja.

El resultado más destacable es la marcada diferencia entre el testigo (22.12%) y los tratamientos, lo que subraya la importancia de implementar estrategias de manejo integrado de plagas que incluyan el uso de compuestos como el hidróxido de calcio. Como señalan García y Altieri (2013), el manejo integrado que incluye enmiendas minerales puede disminuir en un 40% el uso de pesticidas químicos, lo que se traduce en beneficios tanto económicos como ambientales.

4.10.2. Severidad de araña roja

De acuerdo con los resultados de la ADEVA, la interacción entre lectura y tratamiento no evidencia significancia estadística (p=0.9805), por otra parte, para el tratamiento existe significancia estadística (p<0.0001), además en la lectura refleja que no existe significancia estadística (p=0.9982) como se muestra en la Tabla 18.

Tabla 18

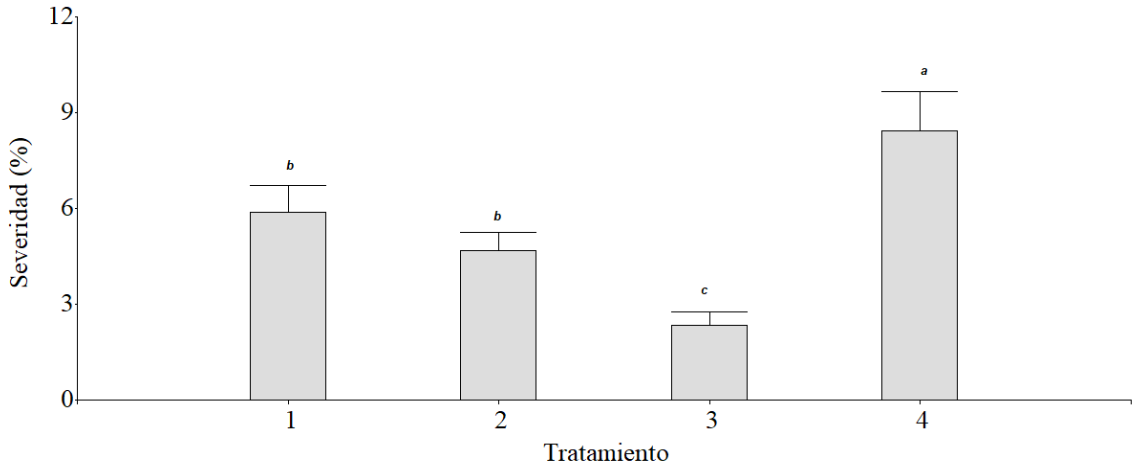
ADEVA de la severidad de araña roja en el cultivo de rosas variedad Explorer

	Grados de libertad	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Intercepción	1	206	8.33	0.0043
Lectura	25	206	0.36	0.9982
Tratamiento	3	206	9.28	<0.0001
Lectura: Tratamiento	75	206	0.66	0.9805

A continuación, en la Figura 19 se presentan los resultados obtenidos de la severidad de araña roja.

Figura 19

Resultados de la severidad de araña roja en el cultivo de rosas variedad Explorer



A lo largo de los dos ciclos de producción, los tratamientos con dosis del 75% y 100% de hidróxido de calcio no muestran diferencias significativas entre ellos. Sin embargo, al comparar estos tratamientos con los de 125% y el control, se nota una diferencia del 6.09% en el nivel de gravedad del daño causado por la araña roja. El tratamiento con 125% de hidróxido de calcio tiene el nivel más bajo de infestación con una gravedad del 2.34%; y, en contraste, el tratamiento de control tuvo el nivel más alto de infestación con un 8.43% en la infestación de rosas, cultivar Explorer.

Resultados similares fueron reportados por Gómez (2017), quien evaluó la eficacia de tratamientos a base de compuestos minerales en cultivos de rosas y observó que el uso de azufre micronizado redujo la incidencia de la araña roja en un 60% en comparación con parcelas no

tratadas. Aunque su estudio no incluyó hidróxido de calcio, resalta la importancia de los compuestos inorgánicos como herramientas efectivas en el manejo de esta plaga.

Por otro lado, estudios de Alpkent et al. (2024) indicaron que el uso de extractos botánicos en el manejo de araña roja en rosas también demostró una reducción significativa de la severidad, alcanzando un promedio de 3.8% con extracto de neem. Aunque los resultados de estos autores son similares al tratamiento 2 en el presente estudio (4.69%), los mecanismos de acción difieren sustancialmente, ya que el neem actúa como un repelente y disruptor del desarrollo, mientras que el hidróxido de calcio puede modificar el pH y afectar las condiciones físicas del entorno de la plaga.

Martínez et al. (2022) llevaron a cabo un estudio comparativo entre el uso de acaricidas químicos y alternativas ecológicas, encontrando que el empleo de aceite de parafina logró una reducción del 70% en la población de araña roja, con una severidad final de 2.7%. Estos valores son comparables al tratamiento 3 de la presente investigación, lo que subraya la eficacia de alternativas no convencionales y menos tóxicas en el manejo integrado de plagas.

En cuanto a la utilización de hidróxido de calcio, los resultados del presente estudio coinciden con lo reportado por López y Hernández (2023), quienes indicaron que este compuesto puede reducir hasta un 65% la severidad de araña roja en cultivos hortícolas, debido a sus propiedades alcalinas que afectan negativamente a la plaga y sus huevos. Sin embargo, los autores enfatizan que la efectividad depende en gran medida de la concentración utilizada y de las condiciones ambientales, lo cual también fue observado en la presente investigación, donde el tratamiento con mayor dosis obtuvo los mejores resultados.

4.11. Relación costo/beneficio

La relación costo/beneficio para esta investigación se calcula considerando que la investigación abarca cien días, lo cual equivale a dos ciclos de producción de la variedad Explorer Rosa sp. El análisis considera el costo de la aplicación de hidróxido de calcio y los ingresos obtenidos de la venta de tallos exportables. En la Tabla 19, presentamos la relación para los cuatro tratamientos, cada uno con una dosis variable de hidróxido de calcio aplicada como drenajes: T1 al 75%, T2 al 100%, T3 al 125% y T4 como control. Los resultados mostraron que T2 dio el mejor retorno con una dosis del 100% con una relación costo/beneficio de 1.88. Esto

significa que, por cada dólar gastado, hay una ganancia neta de 0.88 centavos después de recuperar la inversión inicial.

Tabla 19

Relación beneficio/costo de la aplicación de diferentes dosis de hidróxido de calcio al cultivo de rosa Var. Explorer

Descripción	**Tratamientos**			
	75%	**100%**	**125%**	**Testigo**
Costo de dosis de hidróxido de calcio en 939.6 m^2 (USD)	7.7	10.2	12.8	0
Número de plantas/tratamiento	1 620	1 620	1 620	1 620
Número de tallos cosechados	8 505	8 753	8 867	7 944
Costo de producción por tallo (USD)	0.39	0.38	0.37	0.41
Precio por tallo (USD)	0.65	0.72	0.68	0.67
Costo de producción + tratamientos	3 324.7	3 346.8	3 293.6	3 257
Ingresos totales por venta de tallos/tratamiento (USD)	5 528.3	6 302.2	6 029.6	5 322.5
Utilidad en 939.6 m^2 (USD)	2 203.6	2 955.4	2 736	2 065.5
Utilidad Ha^{-1} (USD)	23 452.5	31 453.8	29 118.8	21 982.8
Costo/beneficio	1.66	1.88	1.83	1.63

Nota: El precio por tallo se calculó con la valoración (centavo centímetro menos 15 ctvs), esto quiere decir que por cada centímetro que mida el tallo se obtiene un centavo y al final del total de lo que midió el tallo, se resta 0.15 ctvs.

El tratamiento con una aplicación del 100% de hidróxido de calcio registra la mayor utilidad, alcanzando una ganancia neta de 2 955,4 USD en un área de 939,6 m². Este resultado indica que una inversión adecuada en dicho insumo puede generar mejores beneficios económicos en comparación con otras dosis evaluadas en el estudio. En un análisis distinto, Coyago (2018) estima una utilidad neta de 8 291 USD por hectárea al aplicar 50 gramos por cama de cianamida cálcica. En comparación, el presente experimento, con el tratamiento de hidróxido de calcio al 100%, reporta ingresos netos de 31 453,8 USD por hectárea. No obstante, estos valores no son directamente comparables, ya que los costos de producción pueden variar entre empresas.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El efecto del hidróxido de calcio sobre la rosa variedad Explorer fue positivo, ya que al aplicar una dosis al 75% se obtuvo un incremento de doscientos tallos basales en el primer ciclo de producción, y en el segundo ciclo de producción se alcanzó doscientos diez tallos basales, lo que significa una buena estructuración y rejuvenecimiento de la planta.
- La aplicación de hidróxido de calcio en el rango de dosis (100% a 125%) es efectiva para mejorar la asimilación de calcio en el cultivo de rosas variedad Explorer, mientras que dosis menores son menos eficientes. Estos hallazgos resaltan la importancia de ajustar las dosis de fertilizantes a las necesidades específicas del cultivo para garantizar una nutrición óptima y un desarrollo saludable de las plantas.
- La aplicación del tratamiento con 125% de hidróxido de calcio mostró una notable eficiencia en la reducción de la incidencia y severidad de la araña roja. Los resultados indican que este tratamiento logró disminuir la incidencia al 1.28% y la severidad al 2.34%, valores significativamente bajos en comparación con lo esperado para esta plaga. Esto evidencia que el uso de hidróxido de calcio en esta concentración puede ser una estrategia efectiva para el manejo de la araña roja, contribuyendo a una menor presión de plaga y posibles daños en el cultivo. Además, su implementación podría representar una alternativa viable y sostenible dentro de un programa de manejo integrado de plagas.
- En el análisis económico de esta experimentación, se obtuvo una relación costo/beneficio de 1.88 aplicando el tratamiento al 100% de hidróxido de calcio, esto quiere decir que por cada dólar invertido se obtiene 0.88 ctvs. de ganancia neta. Además, al aplicar una dosis de hidróxido de calcio al 100% se generó una utilidad de 8 291 USD en un área de 939.6 m^2, y por hectárea 31 453.8 USD, lo que significa que se puede invertir en la aplicación de este producto, ya que genera una mayor producción, menos incidencia y severidad de plagas y enfermedades, por ende, una mayor rentabilidad económica para el productor.

5.2. Recomendaciones

- Aplicar hidróxido de calcio en forma foliar para evidenciar si se obtiene algún cambio significativo en las variables evaluadas, ya que en esta investigación el hidróxido de calcio fue aplicado en forma de drench.
- Realizar análisis de suelo y foliares, para verificar si existe un exceso o una deficiencia de macro y microelementos en el cultivo de rosas.
- Comparar la aplicación de dosis de hidróxido de calcio en distintas variedades de rosas y realizar el seguimiento de estas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, C., Mancuello, F., & Tomita, K. (2022). Comportamiento de la curva de pH, en relación a la aplicación de diferentes dosis de CaO, en suelos arenosos del departamento de Ñeembucú en condiciones de laboratorio. *Revista Científica Multidisciplinaria*, 12(1), 1-10. https://www.revistajetypeka.edu.py/index.php/revistas/article/view/39

AGRINOVA SCIENCE. (2016). El cultivo de la rosa. infoAgro.com. https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_rosa.asp

Agromeat, (2011). Cultivo y manejo de rosas. Buenos Aires, Argentina.

Aguirre, C. y Guacán, J. (2024). *Análisis de los factores que explican el rendimiento de la producción de rosas en Ecuador, período 2021*. Universidad Central del Ecuador. Disponible en: https://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/33843

Alpkent, Y., Ulusoy, S., & Ertürk, S. (2024). Eficacia acaricida de extractos acuosos de diferentes plantas sobre *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acari: Tetranychidae). *Journal of Plant Diseases and Protection*, 131, 1441–1449. https://doi.org/10.1007/s41348-024-00969-z

Amoakwah, E., Shim, J., Kim, S., Lee, Y., Kwon, S., Sangho, J., & Park, S. (2023). Impact of silicate and lime application on soil fertility and temporal changes in soil properties and carbon stocks in a temperate ecosystem. *Geoderma*, *433*, 116431. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2023.116431

Anthura. (2018). *La influencia del pH en el cultivo*. https://www.anthura.nl/growing-advise/la-influencia-del-ph-en-el-cultivo/?lang=es&cookies=ok

Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador (2017). *Asamblea Nacional*. Asamblea Nacional del Ecuador. https://www.asambleanacional.gob.ec/es

Benny, C. (2011). Nutrición vegetal. Obtenido en http://www.smartfertilizer.com/articulos/momento-aplicacionfertilizantes.

Caceres, Fatma A., Seham M. (2003). Toxic and biochemical impact of certain plants esencial oils on Bemisia tabaci Genn (Hom.,Aleyrodidae). J. Pest Cont. & Environ Sci. 14(1):81-99

Caiza, I., & León, A. (2022). *Efecto de la luz artificial en los índices de crecimiento y parámetros productivos en el cultivo de rosa (rosa sp.) bajo invernadero, variedad Explorer*. Issuu. https://issuu.com/visimposiofisiologiausfq/docs/memorias_vi_fisiolog_a_imprimir/s/16899059

Cales de Llierca. (2021). *Cal agrícola*. https://www.calesdellierca.com/es/aplicaciones/agricultura-cal-agricola/#:~:text=Agricultura%3A%20Cal%20agr%C3%ADcola&text=Los%20derivados%20c%C3%A1lcicos%20(Caliza%2C%20%C3%93xido,derivados%20c%C3%A1lcicos%20en%20sus%20formulaciones.

Cano, O. (2023). *Hidróxido de calcio*. Soluciones naturales. https://solucionesnaturalespro.com.mx/product/hidroxido-de-calcio/

Cano, P. (2018). *Caracterización Sector floricultor, antecedentes y evolución 2008-2016 y oportunidad de negocio en el mercado alemán.* Universidad Agustiniana. https://repositorio.uniagustiniana.edu.co/handle/123456789/376

Cárdenas, A. (2011). Utilización de Productos Genéricos para Controlar Mildium Velloso (*Peronospora sparsa*) y Bajar el Costo de las Rosas (Rosa sp) de la variedad Vendela en la Empresa Agrícola Carmen Amelia Lasso-Cotopaxi (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga.

Cárdenas, F., Guzmán, L., & Perdomo, A. (2017). *Efecto del nitrato de calcio en la vida en florero del clavel estándar (Dianthus caryophyllus) variedad 'Nelson'*. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 11(1), 87-95.

Cruz, O., Rodríguez, A., Salas, Á., Hernández, V., Campos, A., Chávez, H., & Gordillo, A. (2020). Efecto de la materia orgánica y la capacidad de intercambio catiónico en la acidez de suelos cultivados con maíz en dos regiones de Chiapas, México. *Terra Latinoamericana*, *38*(3), 475-480. https://doi.org/10.28940/terra.v38i3.506

Crúz, R., & Macal, J. (2018). *Efecto de dos tipos de cal en el pH del suelo y en la producción de sorgo sureño, Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras.* https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/e100a12c-9b9e-4a71-9a23-241ac4a526ce/content

Da Silva, J. (2003). The cut flower: Postharvest considerations. *Journal of Biological Sciences*, *3*(4), 406-442. https://doi.org/10.3923/jbs.2003.406.442

Dávila, L. (2020). *Efectos del ácido sulfúrico sobre el cultivo de rosas (Rosa sp.).* Universidad Técnica del Norte. http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8924/2/PG%20713%20TESIS.pdf

De Capdeville, G., Maffia, L., Finger, L., & Batista, G. (2004). Pre-harvest calcium sulfate applications affect vase life and severity of gray mold in cut roses. *Scientia Horticulturae*, *103*(3), 329-338. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2004.06.016

Díaz, F. (2022). *Comercialización de rosas (Rosa Sp.) en el mercado de exportación ecuatoriano*. Universidad Técnica de Babahoyo. http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/13261

Díaz, J., Cubillos, D., Reyes, D., Corredor, D., Fernández, J., & Murillo, D. (2020). *Diagnóstico de enfermedades en el cultivo de rosa spray (Rosa spp) de la*

comercializadora Tucán Flowers S.A en el municipio de Cogua, Cundinamarca. Dialnet. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8658086.pdf

Espinosa, E. (2014). *Evaluación de cuatro labores agronómicas, para la inducción temprana de brotación de yemas de producción, en dos variedades de rosa (rosa spp). Pedro Moncayo - Ecuador* [Tesis para la obtención de Ingeniero Agropecuario, Universidad Politécnica Salesiana]. https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/9831

Fainstein, R. (2000). Manual para el cultivo de rosas en Latinoamérica, Ecuador, Ecuaoffset, Cia Ltda

FAO (2024). *Suelos ácidos*. https://www.fao.org/soils-portal/soil-management/manejo-de-suelos-problematicos/suelos-acidos/es/

FAO. (2021). *Manejo sostenible del suelo en sistemas intensivos*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. https://www.fao.org

Fincas de rosas. (2023). *Rosa Explorer*. https://fincasderosas.com/rosas-frescas/rosa-explorer/

GAD Parroquial Tupigachi. (2023). *Ubicación geográfica*. https://tupigachi.gob.ec/ubicacion-geografica/

García, J., & Altieri, M. (2013). *Manejo sustentable de plagas agrícolas en México*. *Agroproductividad*, 6(1), 99-106. https://www.redalyc.org/journal/3605/360559614007/

García, M. (2017). *ROSA*. blogspot.com. http://taxonomiaenplantas2017.blogspot.com/2017/10/rosa.html

García, M., & Orozco, S. (2022). *Desempeño estacional del rosal en la generación de brotes basales con reguladores de crecimiento y suplemento nutricional*. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 45(3), 359-367. Recuperado de

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-73802022000300359&script=sci_arttext

Gentili, R., Ambrosini, R., Montagnani, C., Caronni, S., & Citterio, S. (2018). Effect of Soil pH on the Growth, Reproductive Investment and Pollen Allergenicity of Ambrosia artemisiifolia L. *Frontiers In Plant Science*, *9*. https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01335

Gómez, I. (2018). La duración de las rosas en Florero. Interempresas. https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/69065-La-duracion-de-las-rosas-en-florero.html

Gómez, L. (2017). *Preparados de plantas y minerales para el manejo de plagas y enfermedades en la agricultura ecológica*. Intagri. https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/Preparados-de-plantas-y-minerales-para-el-manejo-de-plagas-y-enfermedades

Gómez, V. (2014). *El calcio y su asimilación por parte de las plantas.* Dialnet. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4813146

González, M., & García, J. (2018). Efecto del manejo seco y húmedo en la calidad postcosecha de tres cultivares de rosa (*Rosa hybrida*). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(8), 1137-1149.http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952018000801137&lng=es&tlng=es.

Guzmán, P., Guevara, R., Olguín, L., & Mancilla, R. (2016). Perspectiva campesina, intoxicaciones por plaguicidas y uso de agroquímicos. *Idesia*, *34*(3), 69-80. https://doi.org/10.4067/s0718-34292016000300009

HANÁ FLOWERS. (2015). Rosas: Características, Significados, orígenes y cuidados. https://hanaflowers.com.pe/flores/rosas

Hernández, A., & Salazar, J. (2020). Efecto de enmiendas alcalinas en el desarrollo de brotes basales en el cultivo de rosas. *Revista de Ciencias Agrícolas y Ambientales*, 15(2), 112-120.

Higuera, C., Gómez, J., & Pardo, Ó. (2012). *Caracterización de un suelo arcilloso tratado con hidróxido de calcio.* Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. https://www.redalyc.org/pdf/4139/413940771003.pdf

Hoog, J. (2001). Handbook for modern greenhouse rose cultivation. Appl. Plant Res. 220

Ichimura, K., Kawabata, Y., Kishimoto, M., Goto, R., & Yamada, K. (2002). Variation with the cultivar in the vase life of cut rose flowers. *Bulletin of the National Institute of Floricultural Science*, *2*, 9-20. https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/archive/files/naro-se/NIFS02-02.pdf

Instituto Geográfico Militar. (2019). http://www.geograficomilitar.gob.ec/

Intagri. (2020). *El Índice de Área Foliar*. https://www.intagri.com/articulos/cereales/el-indice-de-area-foliar-iaf#:~:text=C%C3%A1lculo%20emp%C3%ADrico%20del%20IAF%3A%20Tomar,de%20suelo%20ocupada%20por%20planta.

Intagri. (2020). *Manejo del pH en suelos agrícolas*. https://www.intagri.com

Jiménez, S., De La Cruz, G., Arriaga, A., Mandujano, M., & León, A. (2022). Contenido de humedad y rehidratación en tallos florales de rosa expuestos al ambiente. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, *13*(7), 1159-1170. https://doi.org/10.29312/remexca.v13i7.3083

Khosravi, S., Tehranifar, A., Selahvarzi, Y., Amir, Cheheltanan, L. (2024). The impact of foliar application of calcium nitrate fertilizer on the yield, quality, and post harvest life of two varieties of roses (*Rosa hybrida* L.) in a soilless cultivation system. *Agronomía y Floricultura Aplicada*, 12(4), 89-97. https://dx.doi.org/10.11674/zwyf.2023541

Liao, W., Zhang, M., & Liu, X. (2000). Effects of different vase solutions on keeping fresh cut flowers. *Acta Horticulturae Sinica*, *27*(2), 139-144.

López, G., Villegas, F., & Treviño, M. (2018). *Sacarosa y ácido cítrico en soluciones con nanopartículas de plata, en la vida de florero de rosa*. Revista Chapingo Serie Horticultura, 24(3), 165-177. Recuperado de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952018000700951&script=sci_arttext

López, J., & Hernández, P. (2019). Efecto de la cal dolomítica en la modificación del pH del suelo para el cultivo de rosas. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 12(3), 45-54.

López, M., & Hernández, C. (2023). Uso del hidróxido de calcio para el control de plagas en horticultura: Un enfoque sostenible. *Agronomía y Medio Ambiente*, 45(1), 78-89.

Marentes, D. L. (2013). Floricultura. Obtenido de https://studylib.es/doc/8495806/universidad-nacional-abierta-ya-distancia

Martínez, A., Ruiz, F., & Ortega, S. (2022). Comparación entre acaricidas químicos y alternativas ecológicas en el manejo de araña roja en rosas. *Estudios en Protección Vegetal*, 39(3), 210-220.

Martínez, B. (1992). *Programa de encalado de suelos para la corrección del pH en agricultura de temporal en la localidad de Agua Zarca del Municipio de Totatiche, Jalisco.* Universidad de Guadalajara.

http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/531/Arellano_Martinez_Bernardo.pdf?sequence=1

Martínez, C., Fernández, J., & Gómez, E. (2022). Efectos de aplicaciones excesivas de cal en suelos ácidos y la disponibilidad de micronutrientes. *Soil and Plant Nutrition*, 30(1), 23-30.

Martínez, L. A. (2011). Evaluación de tres dosis de biosolar aplicados a tres variedades de gerbera (gerbera jamesonii), en salache bajo CEYPSA-UTC.Parroquia Eloy Alfaro. Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga.

Martínez, R., González, F., & Torres, A. (2021). Evaluación de enmiendas calcáreas y su efecto en brotes basales en suelos ácidos. *Journal of Horticultural Research*, 18(2), 89-97.

Méndez, J. (2019). *Deficiencia de calcio en plantas: causas y soluciones*. *ATAMI*. https://atami.com/es/blog/cultivation/deficiencia-de-calcio-en-las-plantas-sintomas-causas-y-soluciones/?utm_source=

Méndez, L., Torres, P., & Jiménez, S. (2021). Encalado y su relación con la calidad floral en cultivos ornamentales. *Revista Agrotecnia*, 12(3), 75–83.

Molina, E. (2014). *Acidez de suelos y uso de enmiendas*. SlideShare. https://es.slideshare.net/slideshow/acidez-de-suelos-y-uso-de-enmiendas-2014-eloy-molina-38144517/38144517?utm_source

Pérez, J., & Rodríguez, C. (2022). *Efecto, uso y beneficios de la cal agrícola sobre los suelos y las plantas*. Universidad Industrial de Santander. https://noesis.uis.edu.co/bitstreams/3b5e2fd7-86d1-4814-86b3-b413bfc026b9/download

PLANTEC. (2018). *Variedad Explorer*. https://plantecuador.com/producto/interplats-explorer/

PLANTEC. (2021). *Royal Explorer*. https://plantecuador.com/producto/royal-explorer/

Ramírez, L., Pérez, J., & Gómez, A. (2020). Efecto del nitrato de calcio en la asimilación de nutrientes en cultivos ornamentales. *Revista de Horticultura Tropical*, 15(2), 45-52.

Ramírez, L., Ruiz, C., & Vargas, P. (2022). Optimización del desarrollo radicular mediante enmiendas calcáreas en cultivos de rosas. *Floricultura y Agronomía Moderna*, 14(1), 21-30.

Rodrigues, N. (2023). Como realizar un análisis de costo - beneficio. *Hubspot*. https://blog.hubspot.es/sales/analisis-costo-beneficio

Rodríguez, L., Falcón, M., & Ordoñez, Y. (2020). *Caracterización de residuos sólidos para encalar y fertilizar portadores de calcio y nitrógeno*. https://www.redalyc.org/journal/1932/193264539002/html/

Rodríguez, M. (2017). Análisis del sector florícola y su impacto en la economía ecuatoriana, período 2010-2016. *Repositorio 1Library*. https://1library.co/document/yd7w2vey-analisis-sector-floricola-impacto-economia-ecuatoriana-periodo.html

Rodríguez, M., García, J., & Torres, A. (2020). Efecto del encalado en la productividad de cultivos florales. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 14(1), 56-64.

Romero, M. (2013). *Rendimiento y calidad de producción de cinco cultivares de rosa en el municipio de Tenancingo, estado de México*. Universidad Autónoma del Estado de México. http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/40655/RENDIMIENTO+Y+CALIDAD+DE+PRODUCCI%D3N+DE+CINCO+CULTIVARES+DE+ROSA+EN+EL+

MUNICIPIO+DE+TENANCINGO,+ESTADO+DE+MEXICO.pdf;jsessionid=79BD17B37B1163911F881AEB0F982879?sequence=1

Sánchez, M. (2013). *Efecto de la fertilización cálcica en el desarrollo del cultivo de rosa (Rosa x hibrida) var. Freedom y vida postcosecha.* Universidad Autónoma del Estado de México. http://hdl.handle.net/20.500.11799/40668

Sandoval, H., & Vélez, M. (2016). La floricultura en el Ecuador. Revista Caribeña de Ciencias Sociales. https://www.eumed.net/rev/caribe/2016/10/floricultura.html Silva, S y Correa, F. (2009). Análisis de la contaminación del suelo: revisión de la normativa y posibilidades de regulación económica. Scielo. 12(23),13-34.

Smith, T., & Jones, L. (2018). Aplicación de compuestos alcalinos para el control de plagas en tomates. *Crop Management Journal*, 18(2), 50-60. https://doi.org/10.1007/s11274-018-2517-5

Tecnoagrícola. (2023). *Hidróxido de calcio*. https://www.buscador.portaltecnoagricola.com/vademecum/col/producto/26056/HIDROXIDO%20DE%20CALCIO

TestAgro. (2023). Cómo hacer pruebas de suelo a través de extracto de pasta saturada. *TestAgro*.https://www.testagro.com/post/como-hacer-pruebas-de-suelo-pasta saturada?lang=es#:~:text=El%20extracto%20de%20pasta%20saturada%20es%20la%20forma%20m%C3%A1s%20f%C3%A1cil,de%20productores%20por%20su%20sencillez.

TETRA. (2004). La importancia del Ca. Obtenido de file:///F:/USUARIO/Downloads/Spanish%20Version%20The%20Importance%20of%20Calcium.pdf

TradeCorp. (2018). *Rosa*. Tradecorp. https://tradecorp.mx/crop/rosa/#:~:text=La%20deficiencia%20en%20Calcio%20produce,de%20fracturas%20en%20post%2Dcosecha.

Valencia, A. (2017). Absorción de nutrientes en rosa (Rosa sp.) variedad Freedom, en tercer y cuarto ciclo productivo (Tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito.

Valencia, M. (2018). *El calcio en las plantas*. https://www.metroflorcolombia.com/el-calcio-en-las plantas/#:~:text=El%20calcio%20se%20encuentra%20en,y%20cierre%20de%20los%20estomas.

Van Doorn, W. G. (2012). Water relations of cut flowers: An update. *Horticultural Reviews*, *40*, 55-106. https://doi.org/10.1002/9781118100592.ch2

Variedades de Rosas. (2021). *La rosa Explorer*. https://www.variedadesderosas.com/rosas/ecuador/explorer/

Yong, A. (2004). Técnicas de formación y manejo del rosal. Redalyc, 25(4), 53-60. http://www.redalyc.org/pdf/1932/193225911005.pdf

Zacarias, Y. (2018). *Producción en la temporada de Madres en el cultivo de Rosas (Rosa spp.), variedad Freedom*. Universidad Técnica del Norte. Recuperado de https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8675/2/03%20AGP%20240%20TRABAJO%20GRADO.pdf

Zambrano, J. (2017). *Respuesta del cultivo de la rosa (Rosa sp.), a la aplicación de Ca - Mg y B, mediante fertirrigación bajo condiciones de invernadero, en el cantón Cayambe, provincia de Pichincha.* Universidad Técnica de Babahoyo.

http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3216/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000073.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

Anexo 1. *Cálculo de dosis y de solución madre de hidróxido de calcio que se aplicó en el cultivo de rosas Var. Explorer y tiempo que se debe aplicar por cama.*

Cálculos de dosis de hidróxido de calcio y de solución madre

T1= 15 Kg/10000 m² * 145.8 m² =0.2187 Kg * 1000 = 219 g/tratamiento

T2= 20 Kg/10000 m² * 145.8 m² =0.2916 Kg * 1000 = 292 g/tratamiento

T3= 25 Kg/10000 m² * 145.8 m² =0.3645 Kg * 1000 = 365 g/tratamiento

El resultado en gramos se divide para dos, porque el producto se aplica dos veces en el mes.

Área total de cada tratamiento: 145.8 m²

V1= Volumen manguera L/min = 38 L/min

V2= Volumen manguera + Venturi= 25.5 L/min

Inyección= 2 L/min ⟶ Solución madre

- Lámina de riego= 2.3 L/m²
- Volumen área (145.8 m²) * 2.3= 335 litros ⟶ 335 litros / 12 camas= 28 L/cama

(Tiempo – cama) = V/caudal= $\frac{28\ \text{L/cama}}{25.5\ \text{L/min}}$ = 1.1 min/cama

(Tiempo – tratamiento) ⟶ 1.1 min/cama * 12 camas= 13.2 min por tratamiento

13.2 min * 2 L/min= 26.4 litros de solución madre

Anexo 2. *Análisis foliares realizados al cultivo de rosas en el laboratorio de la Universidad Central del Ecuador*

UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
LABORATORIO DE NUTRICIÓN ANIMAL

REPORTE DE ANÁLISIS

Remitente:	Juan Andrés Vinueza Y.	**Nro. Ingreso:**	1449
Institución:	UTN	**Nro. Reporte:**	0221
Muestra:	Tejido vegetal (Rosas)	**Fecha de Ingreso:**	18-09-2024
Identificación:	Muestra 1	**Fecha de Entrega:**	29-09-2024

RESULTADOS ANALÍTICOS

Parámetro	Unidad	Valor
Nitrógeno total (NT)	g/100g	2,77
Fósforo (P)		0,20
Potasio (K)		1,72
Calcio (Ca)		1,12
Magnesio (Mg)		0,32
Hierro (Fe)	mg/kg	113,4
Cobre (Cu)		7,9
Zinc (Zn)		44,9
Manganeso (Mn)		109,0

Valores reportados en base seca

Método de análisis:

1. NT: Kjeldahl (NTE INEN-ISO 5983-1, 2014)
2. K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn: Mediante Absorción Atómica (AOAC 975.03)
3. P: Espectrofotometría Método de Molibdovanadato (AOAC 958.01)

Ing. Francisco Gutiérrez
RESPONSABLE DEL LABORATORIO

Químico. *Alim.* Arnulfo Portilla
RESPONSABLE TÉCNICO

Jerónimo Leiton y Gatto Sobral, 170102. Ciudadela Universitaria. Quito, D.M. – Ecuador. Tel.: 593 2 223 2402 Ext: 111
lab.nutricion.fag@uce.edu.ec www.uce.edu.ec/web/fag

Anexo 3. *Análisis foliar realizado en el laboratorio Reelab Deen Han*

TERRAPRODUCTOS
Ayora-Cayambe

Cliente: **ING MARGOTH VINUEZA**
Fecha de analisis/envio | 08-04-2024/ 28-03-2024 Pais | **ECUADOR**
Muestra número | **EGC2403281384**
Investigación | Analisis foliar In colaboration with:
Cultivo | ROSAS
Indic de parcela | **MUESTRA FOLIAR**

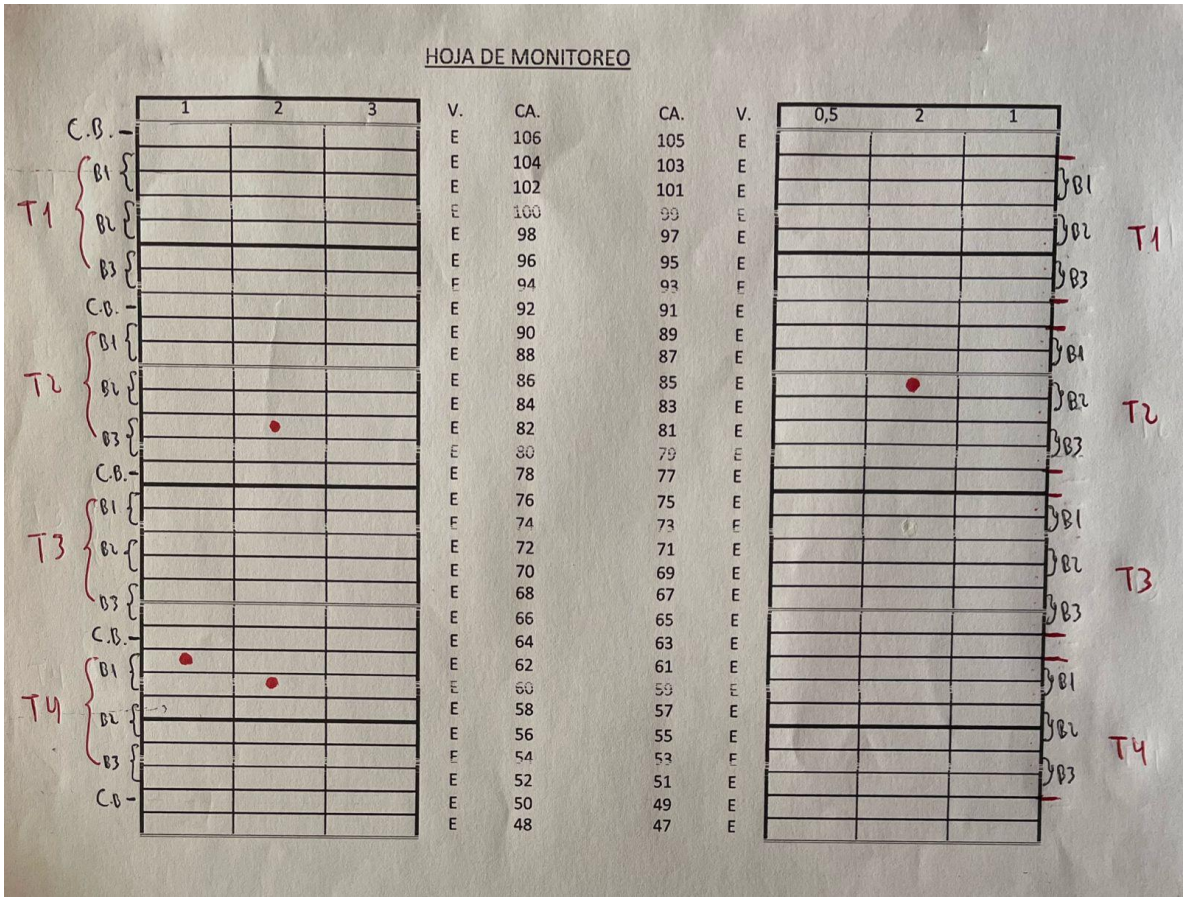
Normec Groen Agro Control

Estimado Ingeniero,
A continuacion se muestran los resultados del analisis encargado por usted:

Elemento	%	Analisis ppm	Valor optimo ppm			Deficiencia ppm	Exceso ppm	Analisis mmol/kg	
K	1,71	17124	19550	-	31280			437,93	
Na	0,02	229,9	50	-	340			10,00	
Ca	1,50	15040	10020	-	18040	<10020		375,25	
Mg	0,34	3405	2190	-	3890	<1940		140,07	
N total	4,24	42438	23800	-	39200	<19600		3203,00	
Cl	0,25	2534,0	710	-	1770			71,48	
S total	0,27	2707	2240	-	6410			84,43	
P	0,29	2853	3100	-	6190	<2010		88,99	
Fe	0,01	91,8	56	-	151	<50		1,64	
Mn	0,01	50,4	60	-	148	<27	>302	0,92	
Zn	0,01	103,0	20	-	52	<13		1,58	
B	0,01	114,0	30	-	61	<22	>97	10,55	
Cu	0,0004	4,047	5	-	16	<3		63,23	umol/kg
Mo	0,0001	0,954	1	-	6			9,94	umol/kg
Materia seca %	42		22,00	-	25,00				

	RADIO MIN	RAD MAX	RADIO ANALISIS
Ca/K	0,51	0,58	0,88
Ca/Mg	4,58	4,64	4,42
K/Mg	8,04	8,93	5,03
Nt/St	6,12	10,63	15,68
Nt/P	6,33	7,68	14,87
K/Ca	1,73	1,95	1,14
N/K	1,22	1,25	2,48
Fe/Mn	0,93	1,02	1,82
Ca/B	296	334	132

Anexo 4. *Hoja de monitoreo para la variable de incidencia y severidad de plagas y enfermedades*



Anexo 5. *Tabla de costo de fertilizantes y costo de mano de obra utilizado en la finca "Mega Flor Ecuador" para el análisis de costo de producción por tallo de rosa Var. Explorer*

Fertilizante	Presentacion/g	Costo	Costo/g	Cantidad/5 000 m2	Cantidad g/939,6 m2	Costo	Fertilización mensual
Nitrato der calcio	25000	16,4	0,0007	5600	1052	0,69	14,84
Nitrato de potasio	25000	34,25	0,0014	3800	714	0,98	21,03
Nitrato de magnesio	25000	75	0,0030	640	120	0,36	7,76
Nitrato de amonio	50000	26	0,0005	400	75	0,04	0,84
Fosfato monopotasico	25000	44,25	0,0018	750	141	0,25	5,36
Sulfato de potasio	25000	29	0,0012	270	51	0,06	1,27
Sulfato de magnesio	50000	12,5	0,0003	3820	718	0,18	3,86
Molibdato de amonio	1000	65	0,0650	4,2	1	0,05	1,10
Borax	1000	2	0,0020	46	9	0,02	0,37
Quelato de hierro	1000	16	0,0160	350	66	1,05	22,63
Quelato de manganeso	1000	11,4	0,0114	178	33	0,38	8,20
Quelato de zinc	1000	11,4	0,0114	142	27	0,30	6,54
Quelato de cobre	1000	25	0,0250	38	7	0,18	3,84
Ácido fosfórico	35000	65	0,0019	197	37	0,07	1,48
						4,61	**99,12**

Costo mano de obra	Unidad	3 personas/0,5 ha	939,6 m2
Sueldo básico	470	1410	264,97
Decimo tercero	39,16	117,48	22,08
Decimo cuarto	39,16	117,48	22,08
Almuerzos	22	66	12,40
Vacaciones	19,58	58,74	11,04
		1769,7	332,56

Anexo 6. *Proceso de postcosecha de los bonches de rosas Var. Explorer*

Anexo 7. *Brotación de hijos de tallos basales*

Anexo 8. *Cultivo de investigación de rosas Var. Explorer*