

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA



TEMA:

**EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE ROSA (*Rosa sp.*) BAJO
LA APLICACIÓN DE FUENTES DE CALCIO COMERCIALES EN EL CANTÓN
PEDRO MONCAYO**

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

AUTOR:

Eddy Sebastián Delgado Zambrano

DIRECTOR:

Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas

Ibarra, 2025

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE ROSA (*Rosa sp.*) BAJO LA APLICACIÓN DE FUENTES DE CALCIO COMERCIALES EN EL CANTÓN PEDRO MONCAYO

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

INGENIERO AGROPECUARIO

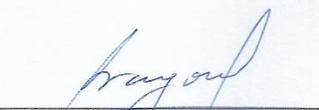
APROBADO:

Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas
DIRECTOR



FIRMA

Ing. Juan Pablo Aragón Suárez, 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:	2300555840		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Delgado Zambrano Eddy Sebastián		
DIRECCIÓN:	Tabacundo		
EMAIL:	esdelgadoz@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	*****	TELÉFONO MÓVIL:	0959169308

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE ROSA (<i>Rosa</i> sp.) BAJO LA APLICACIÓN DE FUENTES DE CALCIO COMERCIALES EN EL CANTÓN PEDRO MONCAYO
AUTOR:	Delgado Zambrano Eddy Sebastián
FECHA:	10/07/2025
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Agropecuario
DIRECTOR:	Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas

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 10 días del mes de julio de 2025

EL AUTOR:

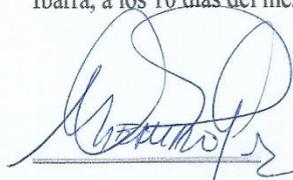

.....

Eddy Sebastián Delgado Zambrano

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Eddy Sebastián Delgado Zambrano, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 10 días del mes de julio de 2025



Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas
DIRECTOR DE TESIS

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 10 días del mes de julio del 2025

Eddy Sebastián Delgado Zambrano: "EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE ROSA (*Rosa* sp.) BAJO LA APLICACIÓN DE FUENTES DE CALCIO COMERCIALES EN EL CANTÓN PEDRO MONCAYO"

Trabajo de titulación. Ingeniero Agropecuario.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 10 días del mes de julio del 2025 con 60 páginas.

DIRECTOR: Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar la producción del cultivo de la rosa (*Rosa* sp.) bajo la aplicación de fuentes de calcio comerciales en el cantón Pedro Moncayo.

Entre los objetivos específicos se encuentran:

- Determinar el rendimiento y parámetros de calidad del cultivo rosa bajo la aplicación fuentes de calcio.
- Analizar los resultados económicos de los tratamientos en estudio.



Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas
Director de Trabajo de Grado



Eddy Sebastián Delgado Zambrano

Autor

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios por darme las fuerzas e inspiración en el lapso de tiempo de mi formación profesional

A mi director de tesis Ing. Miguel Gómez y asesor Ing. Juan Aragón Msc., que me supieron guiar y compartir generosamente sus conocimientos que fueron fundamentales para la culminación de mi trabajo de titulación.

A la finca “Rancho San Jorge Roses”, por darme la apertura, confianza y apoyo para realizar mi proyecto de investigación.

Finalmente agradezco a todos mis profesores de la carrera que me brindaron sus conocimientos para mi formación profesional y a mis amigos quienes con su amistad, consejos y buenos momentos hicieron que tenga una experiencia significativa académica.

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mis padres Eddy y Beatriz quienes han sido mi mayor fortaleza e inspiración para dar lo mejor de mí en mi proceso académico. Con su apoyo incondicional, su amor y comprensión pude lograr cumplir mi meta.

A mis hermanos Andrea, Erika, Dayana e Isaias. Gracias por a su apoyo incondicional y acompañamiento a lo largo del camino. ¡Son los mejores, los amo!

A mi hermana Andrea y mi cuñado José. Gracias por haberme abierto las puertas de su hogar, por ofrecerme un techo, consejos y todo lo necesario para que pudiera continuar con mis estudios. Su generosidad y cariño siempre van estar presente en mí.

Igualmente, a mis abuelos, quienes con su amor me brindaron su apoyo cuando más lo necesitaba, acompañándome hasta el final de mi camino.

A mis tías Katty, Alexandra y Viviana, por brindarme apoyo moral y recordarme constantemente que si podía lograrlo. Su confianza en mí fueron una gran motivación para seguir adelante.

Al Ing. Cristian, por brindarme apoyo y facilitarme el ingreso a la empresa “Rancho San Jorge Roses” donde pude realizar mi tesis.

Finalmente, expreso mi gratitud a todas las personas que estuvieron presentes a lo largo de mi formación académica. Cada uno colaboró con diferentes aportes para alcanzar esta meta

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDO.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXO.....	xi
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Problema de investigación.....	3
1.3 Justificación.....	4
1.4 Objetivos.....	5
1.4.1 Objetivo General.....	5
1.4.2 Objetivos Específicos.....	5
1.5 Hipótesis.....	5
1.5.1 Hipótesis Alternativa.....	5
1.5.2 Hipótesis Nula.....	5
CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Cultivo de rosas.....	6
2.2 Descripción Taxonómica.....	6
2.3 Características morfológicas generales.....	6
2.4 Requerimientos climáticos.....	7
2.4.1 Temperatura.....	7
2.4.2 Iluminación.....	7
2.4.3 Ventilación y enriquecimiento en CO ₂	7
2.4.4 Humedad relativa.....	8
2.5 Técnica de formación y manejo del rosal.....	8
2.5.1 Pinch.....	8
2.5.2 Corte de yema.....	8
2.5.3 Desbotonado.....	8

2.5.4 Descabece.....	8
2.5.5 Desbrote	9
2.5.6 Poda.....	9
2.6 Manejo agronómico.....	9
2.6.1 Preparación del suelo	9
2.6.2 Distancia de siembra	9
2.6.3 Siembra	10
2.6.4 Material a sembrar	10
2.6.5 Formación de plantas	10
2.6.6 Fertilización.....	11
2.6.7 Fertirriego.....	11
2.6.8 Fertilización foliar	11
2.6.9 Aplicación de plaguicidas	11
2.6.10 Cosecha	12
2.6.11 Postcosecha	12
2.7 Importancia de la aplicación foliar en rosas.....	12
2.7.1 Demanda de aplicación foliar.....	12
2.7.2 Importancia del calcio en las rosas	13
2.7.4 Síntomas de deficiencias del calcio	14
2.8. Marco legal.....	14
CAPÍTULO III.....	15
MARCO METODOLÓGICO.....	15
3.1 Descripción del área de estudio.....	15
3.2 Materiales.....	16
3.2.1 Equipos.....	16
3.2.2 Insumos (Fuentes de calcio).....	16
3.2.3 Herramientas	16
3.2.4 Materiales	17
3.3.1 Factores en estudio.....	17
3.3.2 Tratamientos.....	18
3.3.3 Diseño experimental	18
3.3.4 Características del experimento.....	18
3.3.5 Análisis estadístico	20

3.3.6 Variables a evaluarse	21
3.3.6.1. Largo del botón.....	21
3.3.6.2. Ancho del botón.....	21
3.3.6.3. Tamaño del tallo.	21
3.3.6.4. Perdidas de tallos en área de cultivo.....	21
3.3.6.5. Tallos exportables y nacionales.	21
3.3.6.5. Rendimiento.....	21
3.3.6.8. Beneficio/Costo.	21
3.4 Manejo del experimento.....	22
3.4.1 Delimitación de los espacios que corresponde a cada tratamiento.....	22
3.4.2 Aplicación de los tratamientos	22
3.4.3 Manejo en área de cultivo	23
3.4.4 Manejo en el área de postcosecha.....	23
CAPÍTULO IV.....	25
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
4.1 Ancho del botón y largo del botón (cm).....	25
4.2 Tamaño de tallo (cm).....	27
4.3 Tallos exportables, nacionales y perdidas de tallo en área de cultivo.....	29
4.4 Rendimiento.....	32
4.5 Análisis económico.....	33
CAPÍTULO V.....	36
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	36
5.1 CONCLUSIONES.....	36
5.2 RECOMENDACIONES.....	37
REFERENCIAS.....	38
ANEXOS VI.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de ubicación geográfica del área de estudio "Rancho San Jorge Roses"	15
Figura 2 Diseño Completamente al Azar con Repeticiones.....	20
Figura 3 Delimitación de las unidades experimentales.....	22
Figura 4 Aplicación de las fuentes foliares de calcio en las unidades experimentales.....	23
Figura 5 Cosecha de rosas Freedom en las unidades experimentales	23
Figura 6 Obtención de datos de la variable y clasificación de tallos de calidad para exportación	24
Figura 7 Resultados para la variable ancho de botón de rosas variedad Freedom tratadas con aplicaciones de diferentes fuentes de calcio	25
Figura 8 Resultados de la variable largo de botón de rosas Freedom, tratadas con aplicaciones de diferentes fuentes de calcio	26
Figura 9 Resultados de la variable tamaño de tallo (cm) de rosas Freedom, tratadas con aplicaciones de diferentes fuentes de calcio	28
Figura 10 Resultados de las variables perdidas en área de cultivo, tallos exportables y tallos nacionales de rosas variedad Freedom, tratadas con aplicaciones de diferentes fuentes de calcio	30
Figura 11 Resultado de la variable rendimiento tallo m ² de rosas Freedom, tratadas con aplicaciones de diferentes fuentes de calcio	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación taxonómica de la Rosa sp.	6
Tabla 2 Ubicación y características climáticas de la zona de investigación	16
Tabla 3 Contenido nutricional de las fuentes de calcio aplicados en la investigación.....	17
Tabla 4 Aportes de nutrientes en las fuentes de calcio en todo el ciclo de la rosa variedad Freedom	18
Tabla 5 Descripción de los códigos de los tratamientos aplicados en el estudio.....	18
Tabla 6 Descripción de las características de la investigación.....	19
Tabla 7 Descripción de la unidad experimental (camas) del cultivo de rosa.....	19
Tabla 8 Costos de producción de 100 tallos de rosa Freedom por tratamiento.....	34
Tabla 9 Ingresos obtenidos de los 100 tallos de rosa Freedom por tratamiento.....	34
Tabla 10 Análisis beneficio/costo de los distintos tratamientos de calcio aplicados en la rosa Freedom	35

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1 Análisis de variación para la variable ancho de botón de rosas Freedom	43
Anexo 2 Análisis de variación para la variable largo de botón de rosas Freedom.....	43
Anexo 3 Análisis de variación para la variable tamaño de tallo (cm) de rosas Freedom	43

Anexo 4 <i>Análisis de variación para la variable perdidas de tallos en el área de cultivo de rosas Freedom</i>	43
Anexo 5 <i>Análisis de variación para la variable tallos exportables de rosas Freedom</i>	44
Anexo 6 <i>Análisis de variación para la variable tallos nacionales de rosas Freedom</i>	44
Anexo 7 <i>Análisis de variación para la variable rendimiento de rosas Freedom</i>	44

**“EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE ROSA (*Rosa* sp.) BAJO
LA APLICACIÓN DE FUENTES DE CALCIO COMERCIALES EN EL CANTÓN
PEDRO MONCAYO”**

Delgado Zambrano Eddy Sebastián

Universidad Técnica del Norte

esdelgadoz@utn.edu.ec

RESUMEN

La rosa (*Rosa* sp.) es uno de los cultivos más importantes en la economía del país. En Ecuador se importa la mayor parte del fertilizante para el sector florícola y con los aumentos constantes de los precios se busca alternativas viables como las aplicaciones foliares. El objetivo de esta investigación fue evaluar los parámetros de calidad en la rosa variedad freedom con aplicaciones de fuentes foliares de calcio. Se aplicó fuentes de calcio comerciales, el tratamiento T1 con calcio y nitrógeno; T2 con calcio, boro, silicio y zinc; T3 con calcio y boro; a una concentración de aplicación foliar de 100 ppm de calcio y a una frecuencia de aplicación en el ciclo del cultivo de 10 aplicaciones, se valoró las variables de tamaño de tallo, botón, pérdidas de tallo en área de cultivo, porcentaje de tallos exportables y nacionales, rendimiento tallo m⁻² y análisis económico. Los resultados de esta investigación demostraron que la fuente comercial que se aplicó una dosis de 10 g de calcio cama⁻¹ y 4.2 g de nitrógeno cama⁻¹ en el ciclo de la rosa obtuvo los mejores resultados en todas las variables de parámetros de calidad como en tamaño de tallo con 77.92 cm, botón floral con ancho y largo de 3.66 y 6.23 cm respectivamente y producción de tallos exportables con 92%, además presentó la mejor relación beneficio/costo de 1.60 comparándolo con los demás tratamientos. Finalmente, con la determinación de los resultados de rendimiento y parámetros de calidad en el cultivo de la rosa el tratamiento con calcio y nitrógeno fue el mejor.

Palabras claves: Concentración, *freedom*, ppm, rendimiento

“EVALUATION OF ROSE CROP PRODUCTION (*Rosa* sp.) UNDER THE APPLICATION OF COMMERCIAL CALCIUM SOURCES IN THE PEDRO MONCAYO CANTON”

Delgado Zambrano Eddy Sebastián

Universidad Técnica del Norte

esdelgadoz@utn.edu.ec

ABSTRACT

The rose (*Rosa* sp.) is one of the most important crops in the country's economy. In Ecuador, most of the fertilizer used in the floriculture sector is imported, and with constantly rising prices, viable alternatives such as foliar applications are being sought. The objective of this research was to evaluate quality parameters in the Freedom rose variety with foliar applications of calcium sources. Commercial calcium sources were applied: treatment T1 with calcium and nitrogen; T2 with calcium, boron, silicon, and zinc; and T3 with calcium and boron. At a foliar application concentration of 100 ppm of calcium and an application frequency of 10 applications per crop cycle, the variables evaluated were stem size, bud size, stem loss in the crop area, percentage of exportable and domestic stems, yield stem m⁻², and economic analysis. The results of this research showed that the commercial source that was applied a dose of 10 g of calcium bed⁻¹ and 4.2 g of nitrogen bed⁻¹ in the rose cycle obtained the best results in all quality parameter variables such as stem size with 77.92 cm, flower bud with width and length of 3.66 and 6.23 cm respectively and production of exportable stems with 92%, in addition it presented the best benefit / cost ratio of 1.60 compared to the other treatments. Finally, with the determination of the results of yield and quality parameters in rose cultivation, the treatment with calcium and nitrogen was the best.

Keyword: concentration, freedom, ppm, yield

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La historia de la industria de las flores comienza a principios de la década de los 80 en la zona de Puenbo. Hoy, la industria de las flores se ha desarrollado gracias a las excelentes condiciones geográficas del país. Las principales zonas productoras están en la región Sierra son las provincias de Pichincha, Cotopaxi, Azuay, Imbabura, Cañar, Chimborazo, Loja y el Carchi (Bravo y Flores, 2006).

El sector florícola es uno de los más fuertes e importantes de la economía y genera grandes cantidades de divisas en muchos países desarrollados y en vías de desarrollo. De todas las exportaciones del Ecuador, excluyendo la industria petrolera, las flores son uno de los principales componentes no tradicionales de la economía (Gómez y Egas, 2014).

De acuerdo con el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (2022) la floricultura es la cuarta industria de exportación más importante de Ecuador con ventas anuales de \$1 mil millones. En los últimos años, las industrias de flores certificadas han mejorado sus procesos productivos, mejorando las condiciones económicas, sociales y laborales de más de 28000 familias al promover buenas prácticas agrícolas y ambientales.

La Corporación Financiera Nacional B.P. (2022) informa que los principales compradores de las rosas son Estados Unidos que representa alrededor del 43% del mercado de exportación en todo el mundo, seguido por la Unión Europea con un 22%, Rusia 11%, Canadá 3%, Bielorrusia 4% y el 17% otros destinos.

La alta calidad de las rosas para exportación está asociada con el cuidado del cultivo de rosas, obtención del patrón, implementación de la variedad, estructuración de la planta, manejo fitosanitario, fertirriego y finaliza con la post cosecha (Yanchapaxi et al., 2010).

La calidad de la rosa está relacionada con la nutrición de la planta y, uno de los principales elementos es el calcio, debido a que es necesario para la estructura de la planta y la funcionalidad de las membranas que participan en empaquetamiento de proteínas y otras sustancias, principalmente para la formación de la pared celular. Además, se ha comprobado que este elemento está implicado como segundo mensajero en el funcionamiento en algunas hormonas y en respuestas ambientales (Azcón y Talón, 2008).

Asimismo, el calcio actúa como agente modulador de las fitohormonas, también contribuye a mejorar la resistencia a enfermedades como la *Botrytis cinerea*. En este caso, las rosas necesitan de una buena nutrición de calcio porque es un elemento importante para la estructuración de la planta, además fortalece las paredes celulares volviéndole resistente contra los patógenos (Chango).

Una buena forma de suministrar los nutrientes a la planta, además de la fertilización en el suelo, es la aplicación foliar. Esta tiene varios propósitos como incorporar inmediatamente los elementos esenciales como macro y micro elementos en los metabolitos que se están generando en el proceso de fotosíntesis, corregir las deficiencias nutrimentales que se presentan en el desarrollo de la planta, abastecer de nutrimentos a la planta que se retienen en el suelo, mejorar la calidad del producto, acelerar o retardar alguna etapa fisiológica de la planta, hacer eficiente el aprovechamiento nutrimental de los fertilizantes, corregir problemas fitopatológicos de los cultivos (Trinidad y Aguilar, 1999).

La función de los agentes complejantes en los fertilizantes foliares tiene una gran importancia en la introducción de los nutrientes, ayudando especialmente a los elementos no móviles que se les dificulta en el aprovechamiento o introducción a la planta. El fertilizante foliar con aminoácidos es de origen vegetal y obtenido por hidrólisis enzimática, ofreciendo ventajas a cuanto a pureza, asimilación y funcionalidad con los aminoácidos que produce la planta (García, 2017).

Baldeón (2021) seleccionó información de textos actualizados, revistas, bibliotecas virtuales y artículos científicos que contribuyeron al desarrollo de la investigación y concluyó que la aplicación de fertilizante foliar en el cultivo de rosa tiene una respuesta positiva en la producción de longitud del tallo y del botón, además promueve la aplicación de productos foliares orgánicos en diversidades a fin de buscar el mejor producto para el cultivo de rosas.

La investigación de Chango (2010) que evaluó tres productos a base de calcio con aplicaciones foliares utilizando tres dosis en el cultivo de rosas, tuvo como objetivo determinar el producto y las dosis adecuadas para mejorar la calidad de la rosa. En esta investigación se buscó que fuente comercial de calcio era mejor según las dosis propuestas, la primera fuente de calcio utilizado tiene una composición de 8% de calcio y 1% boro, la segunda fuente de calcio tiene una composición de 14% de calcio y 0.3% de boro, y la última fuente tiene una composición de 7% de calcio y 30% anhídrido fosfórico, la frecuencia de aplicación fue cada 10 días, haciendo la primera aplicación 15 días después del pinch hasta una semana antes de la cosecha.

Las dosis de calcio ocupadas fueron desde 93.7 ppm hasta 307.07 ppm. En los resultados no se observaron diferencias significativas con las variables evaluadas como altura del tallo, largo y ancho del botón y porcentaje de severidad e incidencia de *Botritis cinerea*.

Agrícola Vecol (2021) evaluó la eficiencia de los quelatos naturales en fijación de calcio aplicado foliarmente en el cultivo de rosa variedad Freedom. Los tratamientos utilizados fueron dos, la primera fuente tiene una composición de 17% calcio, 1% Boro y quelación natural de compuestos metabólicamente activos, utilizando una dosis de 219.78 ppm de calcio, la segunda fuente que son las sales de calcio con una composición de 24.6% calcio se aplicó una concentración de 527.47 ppm y el testigo sin aplicación de fuentes de calcio. La frecuencia de aplicación de los tratamientos fue semanal hasta llegar a la sexta aplicación. En los resultados si hubo diferencia significativa con los tratamientos, en la variable de fijación de calcio, teniendo que la aplicación de la primera fuente de calcio tuvo la mejor eficiencia en fijación de calcio foliar, con un aumento del 32% con respecto al testigo sin aplicación foliar.

Finalmente, Hosseinifarahi y Aboutalebi (2018) investigaron el efecto de la aplicación foliar de sulfato de calcio en etapa de pre cosecha, sobre características vegetativas y la absorción de nutrientes minerales en *Rosa hybrida* variedad “Dolce Vita”. Los tratamientos tuvieron una concentración de 2.5 mM y 5 mM de sulfato de calcio, que representan concentraciones de Ca de 100 y 200 ppm, respectivamente. El tratamiento de 100 ppm de calcio tuvo mejores resultados para las variables diámetro y longitud de flor; mientras que, el tratamiento de 200 ppm de calcio alcanzó un mejor tamaño de tallo.

1.2 Problema de investigación

El calcio es un elemento muy importante en el desarrollo del tallo de la rosa, el botón floral, también evita la formación del cuello de ganso y tiene impacto en el control de la *Botritis cinerea*. Por otro lado, la deficiencia de calcio produce un crecimiento de tallos cortos y frágiles, lo cual hace que incremente el porcentaje de pérdidas al pasar por post cosecha. La deficiencia de este elemento en general se manifiesta desde la germinación, provocando clorosis, poco desarrollo radicular y, en consecuencia, disminuyendo el crecimiento de las plantas (Calderón, 2005).

Además, la deficiencia de calcio perjudica a la rosa en la sanidad, ya que se ha demostrado el valor potencial de la nutrición con calcio para mejorar la resistencia del tejido huésped a la *Botritis cinerea*. La calidad de las rosas se ve perjudicado principalmente por esta enfermedad que lesiona y afecta a los pétalos, tallos y hojas, esas lesiones deterioran drásticamente la

calidad de la rosa por lo que son descartados en el proceso de clasificación en la post-cosecha (Samarakoon et al, 2017).

Adicionalmente, otra de las principales problemáticas en el sector florícola es el porcentaje de desperdicio que se da en el área de cultivo. Esto sucede ya sea por sanidad o por las condiciones fisiológicas de la rosa, afectando en la calidad, producción y en lo económico. La baja calidad de la cosecha convierte a las rosas en un producto no comercial, causando pérdidas cuantiosas de hasta un 60% de la cosecha (Amaya, 2021).

La utilización de plaguicidas hace que la plaga tenga mayor resistencia y tolerancia a los productos químicos. Esta combinación hace que la plaga sea más agresiva y por ende habría que aplicar más producto químico, reduciendo drásticamente la rentabilidad del cultivo (Flores, 2022). A su vez, la contaminación ambiental por plaguicidas está dada fundamentalmente por aplicaciones directas en los cultivos agrícolas. El plaguicida se dispersa en el ambiente y se convierte en contaminantes para los animales, plantas, suelo, aire y agua, todo esto provoca una amenaza en la estabilidad de la zona y representa un peligro en la salud pública (Puerto et al, 2014).

El encarecimiento de las importaciones de fertilizantes químicos es resultado de los efectos de varias crisis, entre ellas el conflicto bélico entre Rusia y Ucrania, aunque el aumento de los precios internacionales de los fertilizantes químicos se venía dando incluso antes del conflicto armado, debido en buena parte al aumento en la demanda mundial de fertilizantes químicos importados. En Ecuador ha subido el valor de \$391.67 Ton/Fertilizantes químicos a \$984.41 Ton/Fertilizantes químicos (Milagros et al, 2023).

1.3 Justificación

Esta investigación tiene como objetivo mejorar la calidad del cultivo de rosa, utilizando fertilización foliar que ayuden a que la planta asimile los elementos que no pueden ser aprovechados fácilmente en el suelo como es el calcio que tiene varias ventajas fisiológicas en la rosa (Artal Smart Agriculture [Artal], 2019).

Ecuador es un país que depende de sus ingresos petroleros, y no petroleros, entre los no petroleros tenemos los productos no tradicionales donde se encuentra las rosas. La rosa presenta una gran ventaja competitiva por la ubicación geográfica, condiciones climáticas y atmosféricas, en el mundo las flores ecuatorianas son conocidas como una de las mejores del mundo. Por lo que Ecuador es un importante exportador de flores a nivel mundial como un

producto de alto índice de calidad ya que es un producto que cumple los estándares de calidad exigidos en el exterior (Cedillo et al, 2021).

La aplicación de fertilización foliar es una alternativa viable y necesaria para obtener un producto de calidad para la exportación, debido a los constantes aumentos de los precios de los fertilizantes sintéticos. En el mercado existe diferentes fuentes de fertilizante foliar de calcio utilizados en el sector florícola, pero se desconoce el producto que sea más eficiente para la obtención de la calidad de la rosa y sobretodo en la rentabilidad que le puede dar al productor.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Evaluar la producción del cultivo de la rosa (*Rosa* sp.) bajo la aplicación de fuentes de calcio comerciales en el cantón Pedro Moncayo.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar el rendimiento y parámetros de calidad del cultivo rosa bajo la aplicación fuentes de calcio.
- Analizar los resultados económicos de los tratamientos en estudio.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis Alternativa

H_a: La fuente de calcio comercial T1 tiene mejores resultados en el mejoramiento en los parámetros de calidad en área de cultivo y postcosecha.

1.5.2 Hipótesis Nula

H₀: La fuente de calcio comercial T1 no tiene mejores resultados en el mejoramiento en los parámetros de calidad en área de cultivo y postcosecha.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Cultivo de rosas

La rosa es una planta exótica de gran interés ornamental que pertenece a la familia de las Rosáceas. En la actualidad es una de las especies más conocidas, cultivadas y solicitada como flor cortada; su insuperable belleza, la amplia variedad de sus colores, tonos y combinaciones, presenta, su suave fragancia y la diversidad de formas, hacen de las rosas un elemento de exquisita plasticidad, que ocupa, sin lugar a dudas, un lugar preferente en la decoración y el gusto del público consumidor (Yong, 2004).

2.2 Descripción Taxonómica

Las rosas (*Rosa* sp.) son arbustos de ornamento cultivados principalmente por sus hermosas flores, sus características y también sus vistosos frutos y atractivos follajes. Yong (2004) clasifica botánicamente a la rosa en lo siguiente:

Tabla 1

Clasificación taxonómica de la Rosa sp.

Reino	Vegetal
División	Espermatofitos
Subdivisión	Angiospermas
Clase	Dicotiledóneas
Orden	Rosales
Familia	Rosáceas
Tribu	Roseas
Genero	Rosa
Especie	<i>Rosa</i> sp.

2.3 Características morfológicas generales

La rosa presenta las siguientes características fisiológicas (Arzate et. al, 2014):

- La raíz tiene rizoma estolonífero.

- El tallo tiene un arbusto semileñosos, casi siempre erectos, algunos de textura rugosa y escamosos, con notables formaciones epidérmicas de variadas formas, estípulas persistentes y bien desarrolladas.
- Las hojas son compuestas, imparipinadas, generalmente de color verde oscuro brillante, con tres, cinco o siete folíolos de forma ovalada, con el borde dentado y a veces estípulas, es decir, pequeñas expansiones en la base de la misma hoja.
- Las flores generalmente aromáticas, completas y hermafroditas; reguladores, con simetría radial.
- El producto fecundo de la flor es un aquenio.
- La infrutescencia un fruto compuesto por múltiples frutos secos pequeños, conocida como cinodorrón, separados y encerrados en un receptáculo carnoso.

2.4 Requerimientos climáticos

2.4.1 Temperatura

Para obtener una producción eficiente la rosa requiere una condición climática de 17 – 25 °C en temperatura, estas condiciones hacen que el cultivo no sufra estrés de temperatura, así se evita deficiencias en la rosa como botones pequeños, reducción de pétalos y colores pálidos en temperaturas mayores a 30 °C, en cambio en temperaturas bajas presentan mayor cantidad de pétalos y con deformidad (Yong, 2004).

2.4.2 Iluminación

La iluminación es muy importante ya que la mayor cantidad de flores se muestran en los meses de mayor presencia de luz solar como los meses de marzo, abril y mayo. La productividad de rosa tiene una relación con la incidencia de luz solar, pero la productividad son rosas de menor calidad. En cambio, en los meses de invierno, donde la intensidad de luz es menor se manifiesta rosas de mejor calidad que el de verano (Espinosa, 2015).

2.4.3 Ventilación y enriquecimiento en CO₂

Hay que tener en cuenta que las rosas requieren una humedad ambiental relativamente elevada (70% de preferencia constante), que se regula mediante la ventilación de los pasillos durante las horas más cálidas día. La aireación debe poder regularse, de forma manual o automática, abriendo los laterales y las ventilas cenitales, apoyándose en ocasiones con ventiladores interiores o incluso con extractores de aire.

2.4.4 Humedad relativa

Las plantas de rosa necesitan una humedad relativa alta para crecer adecuadamente, siendo ideal entre el 70% y 80% para la mayoría de las variedades. Durante la etapa de brotación, el ambiente debe tener una humedad entre el 80% y 95%. Si la humedad es inferior al 70%, se observan problemas como flores más pequeñas, tallos más cortos, menor producción, deformaciones de los botones florales, hojas mal desarrolladas y caída prematura de las mismas (Quiroz, 2015).

2.5 Técnica de formación y manejo del rosal

La formación de las plantas y el manejo de su arquitectura influyen notablemente sobre el tamaño y peso de las flores, así como en la longitud y el diámetro de los tallos. Es por esto que Yong, (2004) nos presenta las siguientes técnicas de formación y manejo del rosal:

2.5.1 Pinch

Es una técnica cultural complementaria a la poda y se realiza en la planta durante todo su ciclo productivo. Al cortar un tallo se estimula la brotación de una yema por debajo del lugar de corte.

2.5.2 Corte de yema

Este corte de la yema apical se llama despunte o pinch, que consiste en cortar la yema terminal, de forma tal que quita la dominancia apical, permitiendo el desarrollo de tallos laterales; la producción de una cantidad de tallos como nudos se han dejado en las plantas, que posteriormente se transformaran en flores.

2.5.3 Desbotonado

Es una labor que se realiza en cultivos como clavel y rosa. Consiste en quitar los hijos o los brotes laterales que nacen en las axilas formadas por los tallos y hojas. Esta labor se realiza para que el alimento producido por la planta llegue únicamente a la cabeza principal y no se pierda en los botones laterales, y así obtener un tallo más grueso, lo mismo que una cabeza más grande.

2.5.4 Descabece

Es la actividad en la cual se elimina el botón o la cabeza principal del tallo o planta, es decir, la de mayor desarrollo. Tiene como objetivo eliminar lo dominancia apical que ejerce este botón y permitir que los foto-sintetizados lleguen a los botones laterales y así lograr un desarrollo más rápido y uniforme.

2.5.5 Desbrote

Es una de las labores que se efectúa junto con el desbotone, con el objetivo de darle mayor vigor a los tallos que han sido descabezados; esta actividad se hace especialmente en el cultivo de la rosa, cuando han descabezado las flores cortas y se trabajan en los tallos delgados, para promover su crecimiento y engrosamiento, luego ser programado nuevamente y así obtener una flor de buena calidad.

2.5.6 Poda

Consiste en el corte y la remoción dirigida del material vegetal para renovar la parte aérea, regular la altura de las plantas, aprovechar las reservas acumuladas, prolongar la vida de las plantas, obtener flores de mejor calidad y programar la producción para fechas o fiestas específicas.

2.6 Manejo agronómico

Díaz (2012) detalla el manejo técnico del cultivo de rosa para su debida implementación de la siguiente manera:

2.6.1 Preparación del suelo

Para el cultivo de rosas, es importante que el suelo esté bien aireado y tenga un buen drenaje, evitando acumulaciones de agua. Al preparar el terreno para la siembra, se debe regar abundantemente y cavar a gran profundidad, permitiendo que las raíces de las plantas jóvenes crezcan sin impedimentos. Es necesario cavar el suelo entre 2 y 3 veces hasta lograr que quede bien suelto. Luego, se esparce cal de forma uniforme, aplicando entre 1000 y 1500 kilos por hectárea según el nivel de acidez del suelo. Finalmente, se debe nivelar utilizando un azadón y un rastrillo. Las camas se forman utilizando un azadón, elevándolas entre 10 y 20 cm, según el tipo de suelo. En terrenos arenosos, es recomendable hacer camas más bajas para evitar que el suelo se seque rápidamente.

2.6.2 Distancia de siembra

Para la siembra en una hilera en promedio se siembran 350 plantas por cama de 30 metros. En siembra en dos hileras en promedio se siembran 175 plantas por hilera, y las hileras se separan entre sí por 20 a 25 cm.

2.6.3 Siembra

La siembra se realiza preferentemente en días nublados o lluviosos para evitar que las plantas se marchiten por el sol. Al plantar patrones de rosas, sin importar el método de siembra utilizado, es crucial considerar la orientación e inclinación de la plántula. En la estructura del patrón, se puede identificar fácilmente un brote principal de entre 5 y 10 cm de largo, conocido como tira sabia, cuya función es nutrir la yema una vez injertada. Es fundamental sembrar con el tira sabia orientado hacia afuera y a una inclinación de 45 grados, permitiendo que la luz solar llegue al injerto, favoreciendo su rápido desarrollo. Además, es esencial regar abundantemente los patrones inmediatamente después de sembrarlos, ya que pueden desecarse rápidamente.

2.6.4 Material a sembrar

El patrón o porta injerto proporciona las raíces y un tallo mínimo de 1 cm de diámetro y 10 cm de alto sobre cual se colocará la yema de la variedad deseada, este injerto debe ser tolerante a patrones, salinidad, sequía. En cambio, la variedad, copa o injerto son los tallos que comercializarán, esto dependerá del mercado, cuando ya se injerto la variedad dará sus primeros tallos a los 6 y 8 meses, dependiendo del ciclo de la planta.

2.6.5 Formación de plantas

Cuando las plantas de rosas tienen entre 5 y 6 meses después de ser injertadas, ya presentan suficiente follaje y una estructura definida. En este momento, es necesario realizar una limpieza de brotes ciegos y una poda o "pinch" de los tallos más prometedores para asegurar un buen crecimiento. Las primeras floraciones suelen ocurrir en brotes relativamente cortos, por lo que el objetivo es fomentar la producción de más ramas y follaje antes de permitir la floración. Para lograr esto, se eliminan las primeras yemas florales tan pronto como se hagan visibles.

Las ramas principales se podan, acortándolas a cuatro o seis yemas desde su base, y se eliminan completamente los tallos débiles. Se puede dejar florecer un solo tallo para verificar la autenticidad de la variedad. Es importante tener en cuenta que las yemas puntiagudas, ubicadas en la base de las hojas unifoliadas, trifoliadas y la primera hoja de cinco folíolos por debajo del botón floral, producen flores de tallo corto. En la parte inferior del tallo, las yemas son más planas y generarán flores de tallo largo. Por ello, al despuntar un brote, se debe retirar toda la porción superior hasta llegar a un punto por debajo de la primera hoja con cinco folíolos.

2.6.6 Fertilización

En el cultivo de flores, especialmente rosas, la fertilización es una práctica esencial que requiere una inversión significativa, representando hasta el 21% del presupuesto de producción. La fertilización en bandas se utiliza para introducir fósforo y potasio de manera muy localizada, y puede realizarse antes de la siembra o en plantas ya establecidas. La razón de esto es que el fósforo tiene poca movilidad, por lo que es recomendable mantener una reserva de estos nutrientes cerca de la raíz. Además, se suele aplicar cal en forma de carbonato de calcio o sulfato de calcio en la superficie, pero es necesario regar inmediatamente para que el fertilizante se disuelva y pueda ser utilizado de manera eficiente por la planta.

2.6.7 Fertirriego

Este es el sistema que se debe emplear para la fertilización de rosas. El fertirriego mejora la eficiencia en la aplicación de fertilizantes, al garantizar una distribución más uniforme y adecuada del mismo. Además, ayuda a prevenir la volatilización de elementos, especialmente del nitrógeno. Gracias al fertirriego, podemos ajustar la fertilización según las necesidades del cultivo, como en las etapas de crecimiento y floración. Esto también resulta en un ahorro significativo de fertilizante, ya que se minimiza el lavado de nutrientes por debajo del sistema radicular, aumentando así su disponibilidad.

2.6.8 Fertilización foliar

Este proceso implica la aplicación de macro o microelementos sobre las hojas en bajas concentraciones. Es especialmente útil cuando se presenta una deficiencia significativa y se desea corregirla de manera rápida, sin preocuparse por posibles interacciones entre los elementos. Para esto, se utilizan fuentes como algas marinas, quelatos, hormonas, entre otros.

2.6.9 Aplicación de plaguicidas

La aplicación de agroquímicos se realiza con equipos de alto volumen, que requieren aproximadamente 2500 litros de agua por hectárea (10 a 12 litros de agua por cama). Es importante utilizar agua con un pH básico de 5.5 a 6.0, ya que un pH superior puede inactivar el ingrediente activo del agroquímico, mientras que un pH inferior puede provocar reacciones foto tóxicas.

Se emplea una bomba estacionaria de 6 caballos de fuerza, con una capacidad de presión de 300 psi. El equipo de fumigación está compuesto por un supervisor, un auxiliar y cinco fumigadores, suficiente para un área de nueve hectáreas de cultivo. Si se incrementa el área

cultivada, también debe aumentarse el personal encargado de esta tarea. Para la aplicación, los fumigadores deben estar completamente protegidos, utilizando trajes de fumigación, mascarillas, guantes de PVC y botas de caucho.

2.6.10 Cosecha

El corte de las rosas se realiza de acuerdo con las exigencias del mercado, ya que esto determina el tamaño de la rosa. Además, es importante hacer el corte por encima de una yema para fomentar el desarrollo de una nueva rosa. Las personas encargadas de esta tarea son responsables de sus 50 camas asignadas. En promedio, seis personas pueden encargarse de cosechar y mantener una hectárea de rosas (sin incluir la fumigación). Cada operario debe realizar entre 175 y 200 cortes de botones por hora.

2.6.11 Postcosecha

La poscosecha comienza una vez que se corta el tallo de la planta y se extiende hasta que la flor llega al consumidor final. Este proceso incluye varias etapas: selección, clasificación, embonche, hidratación, tratamiento sanitario, empaque y transporte de la flor. Para llevar a cabo estos procesos, se necesita una infraestructura que cumpla con ciertas características. Esta infraestructura debe contar con sistemas de transporte interno de flores, área de recepción, sala de embonchado, cuarto de empaque, cuarto frío, transporte en frío.

2.7 Importancia de la aplicación foliar en rosas

La fertilización foliar es una práctica efectiva para la corrección de deficiencias nutricionales en plantas que se encuentran bajo condiciones de estrés o en suelos con baja disponibilidad de nutrientes. Consiste en aplicar disoluciones de nutrientes directamente sobre las hojas. Esta absorción en la hoja se desarrolla mayoritariamente a través de la epidermis, por difusión, debido al gradiente de concentración del nutriente que se establece entre la superficie de la hoja y el interior de la epidermis. Una vez que el nutriente ha ingresado al citoplasma de las células epidermales, la movilización de este ocurre en forma relativamente expedita (Murillo et al, 2013).

2.7.1 Demanda de aplicación foliar

Según Fernández y Brown (2013) la demanda de la aplicación foliar es aplicable si prevalecen alguna de las siguientes situaciones:

- Cuando la demanda de las plantas es superior a la capacidad de la planta de absorber nutrientes.

- Las condiciones del suelo limitan la solubilidad de los nutrientes o su acceso por las raíces como consecuencia de un pH desfavorable o la composición química del nutriente.
- Una limitante de la capacidad de absorción como consecuencia de la fenología de la planta.
- Durante los periodos de pico de requerimientos de nutrientes.
- Cuando la demanda localizada interna excede la capacidad de re-distribución de nutrientes dentro de la planta.
- La movilidad de un elemento dentro de la planta.
- Periodos de sequias o de alta humedad pueden limitar el flujo de transpiración por la xilema, así también como restringir el suministro de nutrientes inmóviles por el floema.
- Condiciones de campo, costo de aplicación o etapas de crecimiento que impiden el uso de aplicaciones de suelo.
- La percepción de la necesidad de un “seguro” de nutrientes para reducir al mínimo los riesgos potenciales de deficiencias impredecibles de nutrientes.

2.7.2 Importancia del calcio en las rosas

La calidad de rosa está vinculada con la nutrición de la planta y uno de los nutrientes claves es el calcio, ya que está presente en la estructuración de la planta que intervienen en la formación y crecimiento del tallo, favoreciendo al embalaje de proteínas y otros componentes esenciales para la creación de la pared celular. Además, actúa como un modulador de fitohormonas para la resistencia de la enfermedad *Botrytis cinerea*. (Azcón y Talón, 2008)

El calcio es un elemento estructural en la planta ya que constituye la lámina media, las paredes y membranas de la célula y, además, participa en la división y extensión celulares, influye en la compartimentalización de la célula, modula la acción de hormonas y señales y estabiliza la pared y membrana, y contribuye al equilibrio iónico de la célula (Marschner, 2012).

El calcio es absorbido por la planta en forma de ion Ca^{2+} . El calcio presenta una alta densidad de carga neta en su superficie, lo que permite unirse a las moléculas de agua, es decir, como ion hidratado se absorbe con más lentitud que un catión monovalente. El movimiento del calcio en la planta se da exclusivamente por la corriente xilemática desde las raíces hacia órganos como las hojas y frutos. Las hojas, en comparación con los frutos, presentan una mayor tasa de

transpiración y, por tanto, la llegada de Ca^{2+} es mayor en dichos tejidos y menor en los frutos (Díaz et al, 2007).

Según Chango, (2009) el calcio es un elemento importante para la estructuración de la planta, ya que en todos los tratamientos donde se aplicó calcio disminuyó la anomalía conocida como cuello de ganso y, además, fortalece las paredes celulares volviendo resistente a la planta contra el patógeno.

2.7.4 Síntomas de deficiencias del calcio

La deficiencia de calcio modifica el proceso fotosintético disminuyendo la eficacia de la carboxilación y, por tanto, de la capacidad fotosintética global, lo que provoca reducciones en la producción de biomasa de las plantas afectadas (Sanz et al, 2001).

En producción la deficiencia de calcio ocasiona una reducción del rendimiento y afecta otras propiedades asociadas con la calidad. Los síntomas incluyen hojas pequeñas, deformes con manchas de clorosis, presenta un crecimiento deficiente desde la formación de las raíces hasta la producción de rosas como cuello de ganso, pedúnculos y tallos frágiles, además de una mayor incidencia de la enfermedad *Botrytis cinerea*. (Agrytec, 2011).

2.8. Marco legal

Esta investigación está relacionada con el cuidado del medio ambiente porque al utilizar el calcio foliar como una fuente alternativa de fertilización, y que ayuda a evitar deficiencia como *Botrytis cinerea*, cuello de ganso, clorosis, etc., ya no estaríamos utilizando excesivamente lo que son pesticidas. En la ley de gestión ambiental, codificación en el artículo 1 nos menciona los principios y directrices de política ambiental en la que se determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación del sector público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones de esta materia. También el artículo 2 toca un punto muy importante en lo que es el uso de alternativas que no dañen el medio ambiente, nos menciona que la gestión ambiental se sujeta a los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación, reciclaje y utilización de desechos, utilizando tecnologías alternativas ambientales sustentables y respetando a las culturas y prácticas tradicionales.

CAPÍTULO III

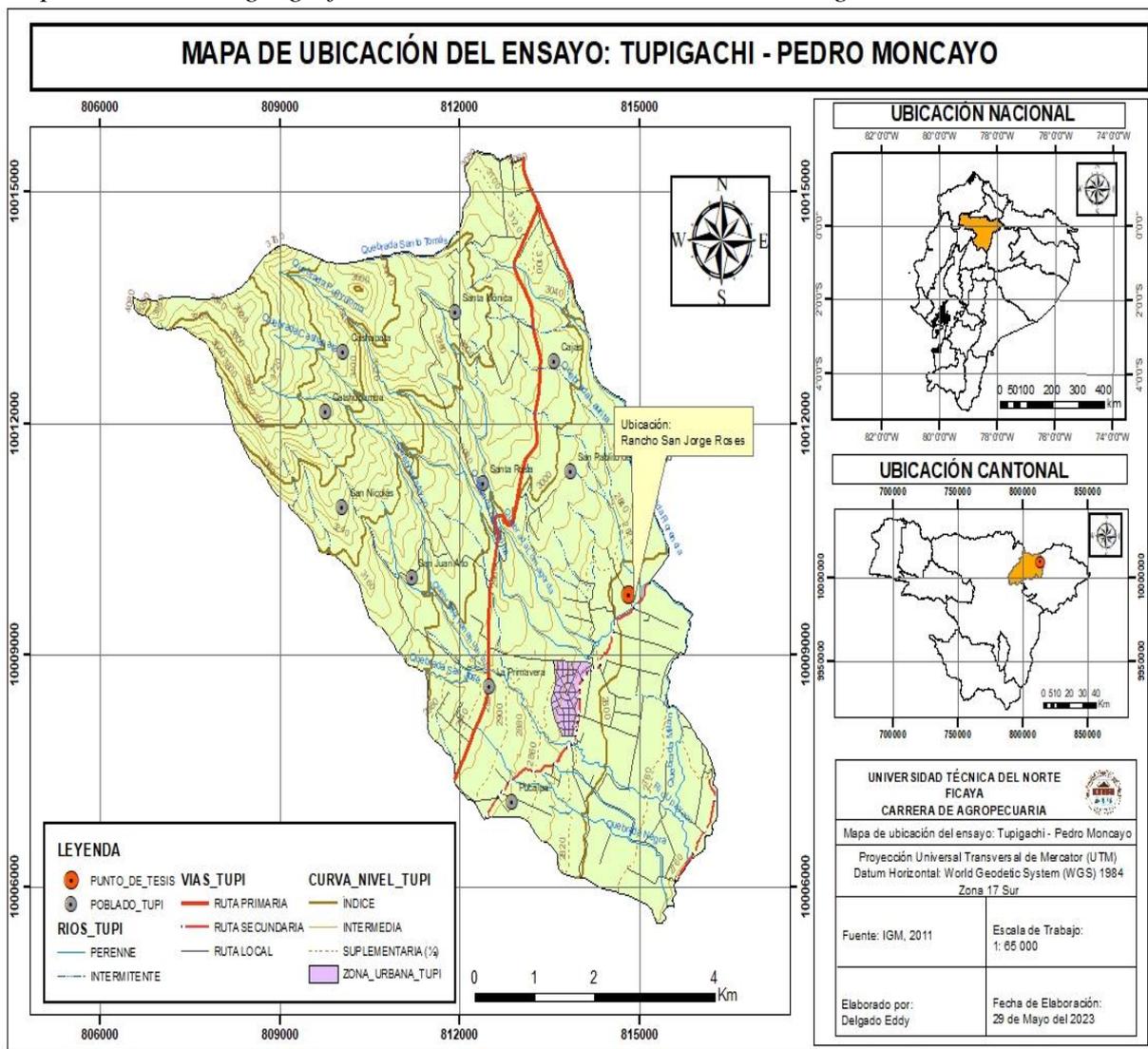
MARCO METODOLÓGICO

3.1 Descripción del área de estudio

El estudio se desarrolló en la florícola “Rancho San Jorge Roses” ubicado en la parroquia de Tupigachi, cantón Pedro Moncayo (Figura 1).

Figura 1

Mapa de ubicación geográfica del área de estudio "Rancho San Jorge Roses"



A continuación, en la Tabla 2 se detalla las características geográficas y climáticas de la zona de investigación.

Tabla 2*Ubicación y características climáticas de la zona de investigación*

Características geográfica y climáticas	
Altitud	2919 m.s.n.m.
Referencias Datum WGS84 Zona 17 Sur	X 811769; Y 10012707
Precipitación	1694 mm
Temperatura	17 °C

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrografía INAMHI (2022)

3.2 Materiales

Para investigación de campo se utilizó diferentes materiales como: herramientas, insumos, equipos de fumigación y materiales.

3.2.1 Equipos

- Bomba de fumigación.
- Lanza con 3 salidas C-35.
- Traje de fumigación.
- Manguera de 100 metros.
- Recipientes de 120 litros.
- Computadora.

3.2.2 Insumos (Fuentes de calcio)

- T1: 5.8% Ca, 2.4% N y aminoácidos.
- T2: 14.84% Ca, 0.87% B, 4.40% Zn, 5.92% Si, aminoácidos y polisacáridos.
- T3: 10.40% Ca, 1% B y Aminas primarias.
- Adherente

3.2.3 Herramientas

- Tijeras de podar.
- Guantes de caucho.
- Calibrador (pie de rey)

- Flexómetro
- Regleta

3.2.4 Materiales

- Cuaderno de campo
- Etiquetas

3.3 Métodos

El estudio fue de tipo experimental en la cual, a través de las fuentes de calcio comerciales, se llevó a cabo la aplicación vía foliar en la rosa variedad *Freedom*. La finalidad de este experimento es conocer cual fuente de calcio alcanzo mejores resultados en la calidad de la rosa (*Rosa* sp.) en el cantón Pedro Moncayo.

3.3.1 Factores en estudio

En la investigación, el factor en estudio son las aplicaciones foliares utilizando fuentes de calcio comerciales, se aplicó tres fuentes de calcio (vía foliar) y un testigo, comenzando la aplicación foliar una semana después del pinch, en ese momento se aplicó semanalmente hasta una semana antes de la cosecha. En la tabla 3 observamos el contenido de cada una de las fuentes comerciales utilizadas en la investigación.

Tabla 3

Contenido nutricional de las fuentes de calcio aplicados en la investigación

Fuentes de calcio	Contenido
T1	5.8% Ca y 2.4% N
T2	14.84% Ca, 0.87% B, 4.4% Zn y 5.92% Si
T3	10.40% Ca y 1% B
T4	Sin aplicación

Se ajustó la concentración de cada una de las fuentes de calcio comerciales a 100 ppm, utilizando 10 litros por unidad experimental (camas), a una frecuencia de 10 aplicación en todo el ciclo de la rosa variedad *Freedom*. En la Tabla 4 se detalla el contenido nutricional total suministrado vía foliar por cama en la investigación.

Tabla 4*Aportes de nutrientes en las fuentes de calcio en todo el ciclo de la rosa variedad Freedom*

Fuente	Aportes gramo cama ⁻¹				
	Ca	N	B	Zn	Si
T1	10	4.2	----	----	----
T2	10	----	0.6	3.08	4.14
T3	10	----	0.96	----	----
T4	----	----	----	----	----

3.3.2 Tratamientos

En el estudio se utilizó un diseño experimental en la que cada fuente fue evaluada con cuatro repeticiones en el área de estudio. Esto conlleva que cada tratamiento de fuente de calcio se realizó como parcelas independientes, esto permitió evaluar la variabilidad dentro de cada tratamiento.

Tabla 5*Descripción de los códigos de los tratamientos aplicados en el estudio*

Fuentes	Repeticiones			
T1	T1R1	T1R2	T1R3	T1R4
T2	T2R1	T2R2	T2R3	T2R4
T3	T3R1	T3R2	T3R3	T3R4
T4	T4R1	T4R2	T4R3	T4R4

3.3.3 Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó en la investigación es el Diseño Experimental Completamente al Azar con Repeticiones (DCA), en cada tratamiento tendremos 4 repeticiones, cada repetición es una unidad experimental que corresponde a 2 camas de rosas y se realizó el pich de 25 tallos para su respectiva evaluación. En total son 16 unidades experimental contando el testigo como se observa en (Figura 2).

3.3.4 Características del experimento

A continuación, se presentan las características principales de la investigación en la Tabla 6.

Tabla 6*Descripción de las características de la investigación*

	Descripción
Diseño experimental	Diseño Experimental Completamente al Azar con repeticiones
Variedad	<i>Freedom</i>
Fuentes de calcio	3
Número de aplicaciones foliares	10
Tratamientos	4
Número de unidades experimentales	16
Camas por unida experimental	2
Área total del ensayo	3829.25 m ²

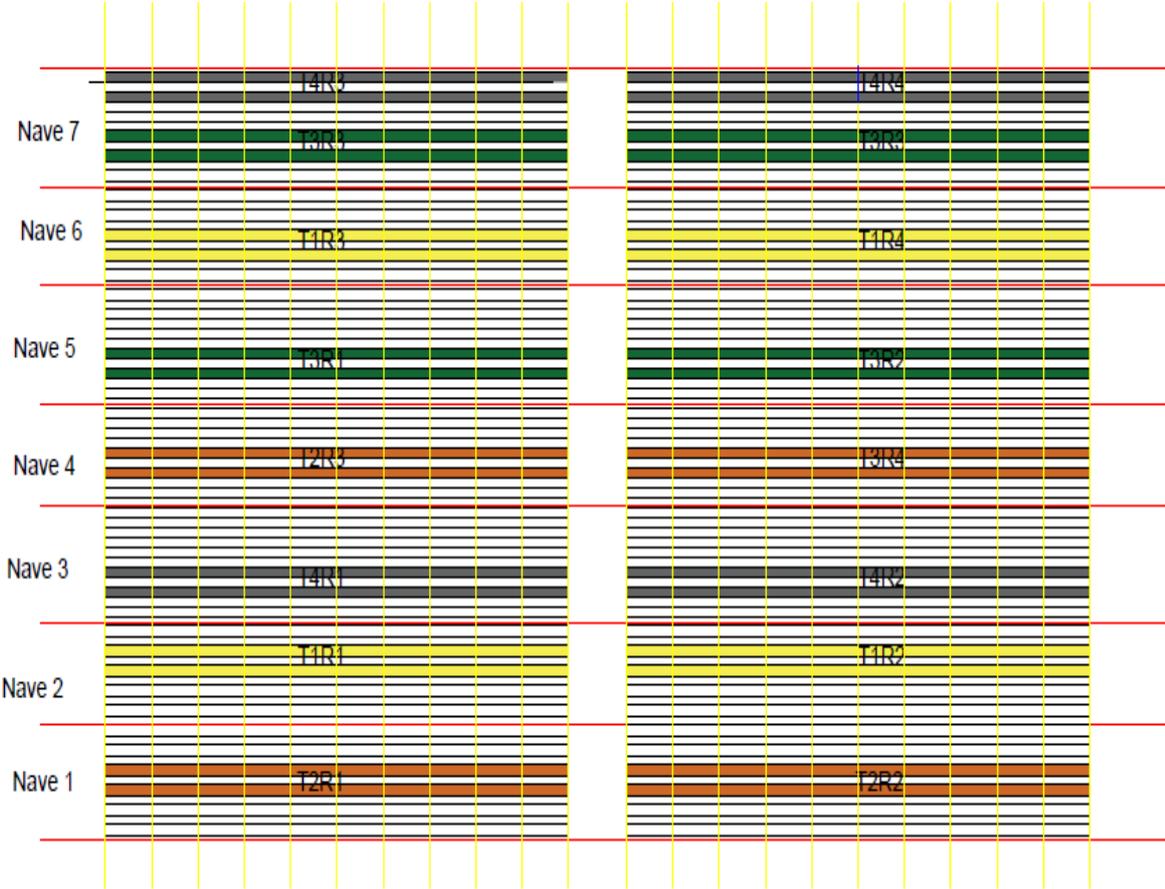
En la Tabla 7 se detalla la descripción y medidas de la unidad experimental.

Tabla 7*Descripción de la unidad experimental (camas) del cultivo de rosa*

Datos	Medidas
Camas del cultivo de rosa (ancho)	0.65 metros
Camas del cultivo de rosa (largo)	40 metros
Número de camas (total en el área)	76 camas
Ancho del camino entre camas	0.55 metros
Camino principal	5 metros
Distancia entre plantas	0.15 metros
Número de plantas por cama	266 plantas

En la figura 2, se muestra el diseño experimental empleado en el área de ensayo de la rosa Freedom.

Figura 2
Diseño Completamente al Azar con Repeticiones



3.3.5 Análisis estadístico

Para la estadística de las variables de la investigación, se obtuvo los resultados usando el programa Infostat, en donde se realizó la prueba: análisis de varianza con la prueba de LS de Fisher al 5%, utilizando los modelos lineales generales y mixtos para analizar la relación entre la variable y los criterios de clasificación que son los tratamientos y repeticiones.

3.3.6 Variables a evaluarse

3.3.6.1. Largo del botón. Se tomó las medidas del botón de la rosa de los tallos evaluados una vez cosechado (caracol 3) en el área de postcosecha, el largo del botón de la rosa se midió en cm con la ayuda de un calibrador pie de rey (Chango, 2010).

3.3.6.2. Ancho del botón. Se tomó las medidas del botón de la rosa de los tallos evaluados una vez cosechado (caracol 3) en el área de postcosecha, el ancho del botón de la rosa se midió en cm con la ayuda de un calibrador pie de rey (Chango, 2010).

3.3.6.3. Tamaño del tallo. Una vez cosechado los tallos escogidos para la evaluación, se midió en el área de clasificación con la regleta en cm desde la base hasta el ápice del botón de la rosa (Chango, 2010).

3.3.6.4. Perdidas de tallos en área de cultivo. Se realizó el monitoreo de los 25 tallos por unidad experimental, y se registró todos los tallos defectuosos que afectaron a la calidad de la rosa en el área de cultivo como los pinch que no brotaron, los tallos ciegos, tallos con presencia de enfermedades, botones con cuello de ganso. Se realizó el monitoreo cada 10 días, empezando desde la semana 7 después del pinch y finalizando una semana antes de la cosecha (Chango, 2010).

3.3.6.5. Tallos exportables y nacionales. Se realizó la evaluación de los 25 tallos por unidad experimental, tomando en cuenta los parámetros de calidad de postcosecha de la finca. Se revisó su estado fitosanitario que consiste si tiene plagas vivas, muertas o daños y presencia de enfermedades o daños de enfermedades. Luego el aspecto nutricional de la rosa como tallos notoriamente delgados, flores muy deformes o amorfas, pérdida de su color genéticamente natural de los pétalos y presencia de clorosis. Finalmente, aspectos de manejo como flor o follaje maltratado, tallos evidentemente torcidos, tallos muy cortos por debajo de 40 cm (Vinuesa, 2024)¹.

3.3.6.6. Rendimiento. Se registró el número de cosechas que se obtuvo en las camas de las unidades experimental. Documentando todas las cosechas que se hizo durante el ciclo del cultivo, expresando el rendimiento en tallo m⁻².

3.3.6.7. Beneficio/Costo. El análisis económico se realizó tomando en cuenta los 100 tallos escogidos por tratamiento. Para los egresos se tomó en cuenta el costo de producción en el área de campo (mano de obra, fertilización, riego, fitosanidad, etc.) de \$0.18 por tallo, el costo del proceso en postcosecha de \$0.08/tallo y el costo de los

tratamientos aplicados en la investigación, los cuales el T1, T2, T3 costaron \$0.1, \$0.0029 y \$0.0038/tallo respectivamente. Para los ingresos se tomó en cuenta los tallos de exportación, tallos nacionales y el tamaño de tallo, en la cual se fijó los precios de temporada baja del mes de mayo del 2024.

3.4 Manejo del experimento

3.4.1 Delimitación de los espacios que corresponde a cada tratamiento

El experimento se realizó en el cultivo de rosas utilizando el Diseño propuesto, en este caso es con el Diseño Completamente al Azar con repeticiones donde se delimitaron las camas según los códigos propuestos. Las repeticiones se implementaron de forma al azar.

Figura 3

Delimitación de las unidades experimentales



3.4.2 Aplicación de los tratamientos

Se realizó el pinch de 25 tallos en la variedad *Freedom* en cada tratamiento, con esto se eliminarán los tallos ciegos y dañados. La aplicación de los distintos tratamientos se realizó a la siguiente semana después del pinch, y luego se aplicó cada semana hasta una semana antes de la cosecha. La aplicación se realizó mediante una bomba de fumigación, manguera, traje de fumigación, una lanza de 3 salidas C-35 y ocupamos 80 litros por tratamiento con una duración de aplicación de 20 minutos aproximadamente.

Figura 4

Aplicación de las fuentes foliares de calcio en las unidades experimentales



3.4.3 Manejo en área de cultivo

Para la obtención de los datos en el área de campo se utilizaron el flexómetro para la medición del crecimiento del tallo, se documentó los tallos no viables en cada unidad experimental siguiendo un monitoreo cada 10 días, empezando desde la semana 7 después del pinch. Una vez que la rosa alcanzó su ciclo, se cosechó a una tijera del inicio del brote del tallo y aun tamaño de botón de caracol 3, sucesivamente se lo llevo al área de postcosecha. Para verificar el rendimiento de los tratamientos, se realizó el conteo de rosas cosechadas diarias desde la semana 10, en la cual comenzó la producción hasta la semana 11.

Figura 5

Cosecha de rosas Freedom en las unidades experimentales



3.4.4 Manejo en el área de postcosecha

Una vez cosechado se lo llevo al área de recepción donde se les realizó una fumigación a las mallas para controlar *Botritis cinerea* y ácaros, luego se realizó una pre-hidratación en los tallos de una hora antes de pasar al área de clasificación. En el área de clasificación se le midió el tamaño del tallo con una regleta, además el ancho y largo del botón con el calibrador pie de rey. Además, se les verifico la calidad de la rosa para ser divididas en rosas de exportación o

nacionales Se les clasifico por tamaño de tallo para la realización del boncheo y se le regulo el tallo para luego verificar el control de calidad. Finalmente, se les clasifico en las bandejas por tamaño de tallo donde se les realizo una hidratación a los tallos con productos específicamente para rosas, para luego ingresar a cuarto frio.

Figura 6

Obtención de datos y clasificación de tallos de calidad para exportación



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, los resultados obtenidos en la investigación utilizando fuentes de calcio en la rosa variedad freedom.

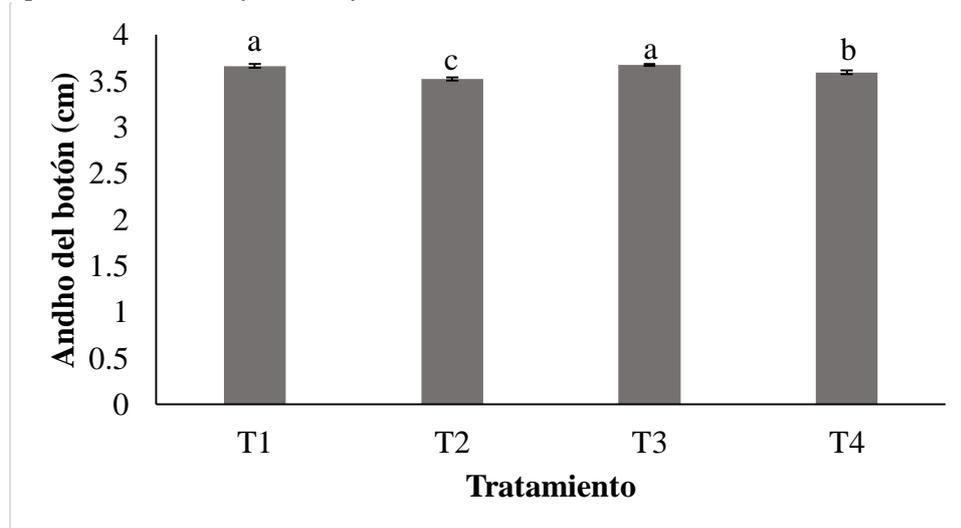
4.1 Ancho del botón y largo del botón (cm)

De acuerdo con los resultados del ADEVA, la variable ancho del botón evidencia significancia estadística en los tratamientos con un ($p < 0.0001$). (Anexo 1)

En la Figura 7, se presentan los resultados obtenidos sobre el ancho del botón (cm) en relación con los tratamientos empleados en la investigación en el cultivo de rosa variedad *Freedom*, donde muestran como los tratamientos tuvieron dimensiones diferentes. Los tratamientos que obtuvieron el ancho del botón de mayor tamaño fueron el T1 y T3 con unos resultados similares obtenidos, presentó un promedio de 3.66 cm, sobrepasaron a los tratamientos T2 y T4 por 3.82 y 1.91%, respectivamente. En cambio, el tratamiento T4 fue superior al tratamiento T2 por 1.94%.

Figura 7

Resultados para la variable ancho de botón de rosas variedad Freedom tratadas con aplicaciones de diferentes fuentes de calcio



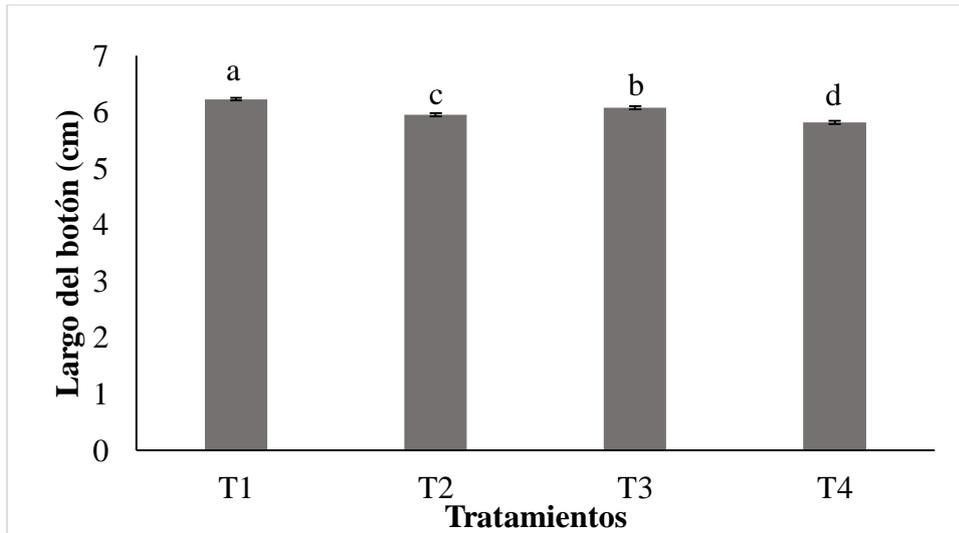
Los resultados del análisis de varianza de la variable largo del botón (cm), evidencia significancia estadística en los tratamientos con un ($p < 0.0001$). (Anexo 2)

En la Figura 8., se muestran los resultados obtenidos sobre el largo del botón (cm), con la utilización de los tratamientos aplicados en la investigación en el cultivo de la rosa variedad *Freedom*, se observó en los tratamientos, que los largos del botón de la rosa tuvieron todas

diferencias estadísticas. El tratamiento con mejor tamaño en el largo del botón fue T1 con una longitud de 6.23 cm, fue superior a los tratamientos T2, T3 y T4 por 4.49, 2.4 y 6.58%, respectivamente. Por su parte el tratamiento T3 fue superior al T2 y T4 por 2.13 y 4.27% de forma respectiva, por último, el tratamiento T2 fue mejor que el T4 por 2.18%.

Figura 8

Resultados de la variable largo de botón de rosas Freedom, tratadas con aplicaciones de diferentes fuentes de calcio



Con los resultados obtenidos, para la variable ancho y longitud del botón (cm), se observó que el crecimiento del ancho y largo del botón, está determinado por el contenido de nutrientes suministrados foliarmente a la planta. Se encontró diferencia significativa en el ancho y largo del botón con la utilización de las diferentes fuentes de calcio. Los mejores resultados fueron el del tratamiento T1 y T3 que aparte del calcio (Ca) contienen nitrógeno (N) y boro (B), respectivamente.

Prasady et al. (1994) aplicaron nitrógeno en la rosa, utilizando una dosis 40 g N planta⁻¹ mostrando resultados favorables en el diámetro máximo del botón floral y un mayor número de pétalos por flor en su investigación sobre el efecto del nitrógeno, fósforo y potasio en el comportamiento de la rosa. En cambio, la aplicación del boro induce la apertura temprana de los botones florales ya que tiene un papel en la translocación de azúcares, almidones, fósforo, etc., se utiliza para mejorar el desarrollo del tamaño del botón floral (Manimaran et al, 2017). Estos resultados conllevaron que los tratamientos con nitrógeno y boro obtuvieran un mejor ancho y largo de botón al momento de evaluarlas.

Por su parte el tratamiento T2 en donde se utilizó una fuente de calcio con contenido de boro (B), silicio (Si) y zinc (Zn), obtuvo la menor medida en el ancho del botón y el tercer tamaño

en el largo de botón. Para Manimaran et al. (2017) los micronutrientes como el magnesio, manganeso, hierro, boro, zinc y cobre, tienen un papel activo muy importante en los procesos metabólicos de la planta como el desarrollo de la pared celular, fotosíntesis, formación de clorofila, respiración, actividades enzimáticas, síntesis de hormonas y fijación de nitrógeno. En general es importante en el mantenimiento de la salud de la planta, en lo que respecta a botón floral los macronutrientes no influyen en características fisiológicas del botón a excepción del boro (B) que influye bastante en el tamaño y la apertura del botón.

La diferencia que se pudo haber dado entre los tratamientos T1 y T2 donde las dos tienen contenido de boro (B), es la concentración suministrado foliarmente en la planta, ya que para el tratamiento T3 se aplicó en el ciclo de cultivo 96.52 ppm y en T2 se suministró 60.9 ppm de boro. Por último, el tratamiento T4 que abarca el manejo nutricional de la finca por fertirriego, alcanzó el segundo mejor ancho de botón y el menor tamaño en el largo del botón.

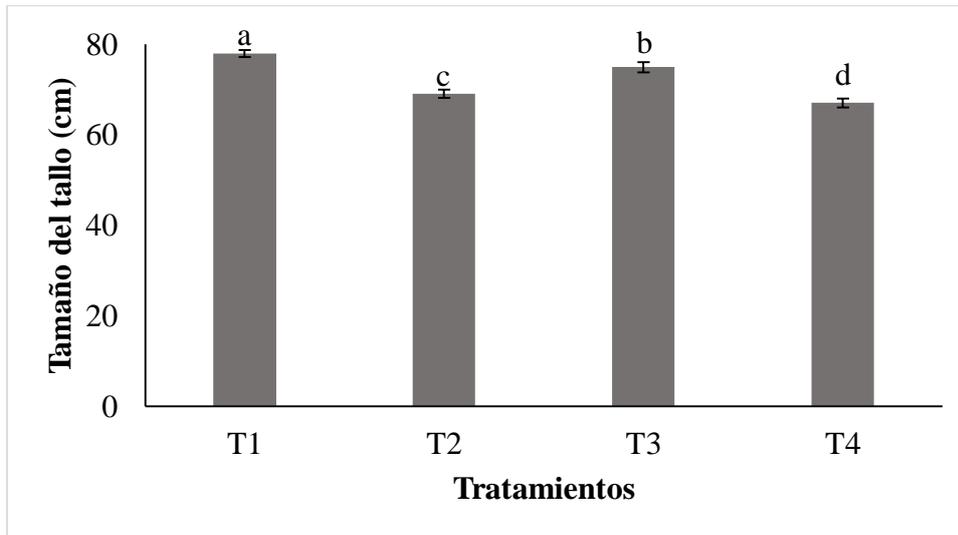
4.2 Tamaño de tallo (cm)

De acuerdo con los resultados del ADEVA, la variable tamaño del tallo (cm), evidencia significancia estadística en los tratamientos con un ($p < 0.0001$). (Anexo 3)

En la figura 9, se presentan los resultados obtenidos sobre el tamaño de tallo (cm) con los tratamientos aplicados en el cultivo de la rosa variedad *Freedom*. Se observó que los tratamientos produjeron diferencias estadísticas en el tamaño del tallo de la rosa. El tratamiento con mejor tamaño fue el T1 con una altura de tallo de 77.93 cm superó al T2, T3 y T4 por 11.39, 3.83 y 13.98%, según el orden. Por otra, el tratamiento T3 superó al T2 y T4 por 7.85 y 10.55%, respectivamente, para terminar el tratamiento T2 sobresalió del T4 por 2.92%.

Figura 9

Resultados de la variable tamaño de tallo (cm) de rosas Freedom, tratadas con aplicaciones de diferentes fuentes de calcio



Conforme a los resultados de la variable tamaño de tallo (cm), se encontró diferencia estadística entre los tratamientos aplicado. La variable tamaño del tallo corresponde solo a los tallos escogidos en las unidades experimentales y compete solo al tamaño final que se obtuvo en postcosecha. El tratamiento que obtuvo mejores resultados fue el tratamiento T1 con presencia de calcio y nitrógeno.

Vivia et al. (2021) mencionan que el nitrógeno es un nutriente esencial en el metabolismo de las plantas, ya que es importante en la síntesis de aminoácidos, proteínas y otros componentes claves para el crecimiento de la planta, estas síntesis influyen bastantes en la fotosíntesis, creación de clorofila, desarrollo y estructuración general de planta. Luego el tratamiento T3 obtuvo el segundo mejor tamaño de tallo, el contenido del tratamiento fue de calcio y boro vía foliar. Ganesh y Kannan (2013) mencionan que el boro desempeña un papel esencial en el crecimiento y desarrollo de nuevas células en el meristemo de la planta, que se encarga del crecimiento permanente de la planta, además mejora la solubilidad y la movilidad del calcio en las plantas.

Por otro lado, Zañón et al. (2014) investigaron los efectos del boro sobre la producción y calidad de rosas híbridas concluyeron que si hubo diferencias significativas en la utilización de diferentes dosis de boro (0, 1, 4, 8 y 16 ppm) en la mayoría de variables como en el tamaño del botón de la rosa, en cambio en altura de la rosa no hubo diferencias entre las dosis de boro aplicadas. En general, el transporte, retención y distribución del calcio en las plantas, el boro

cumple un papel importante para su aprovechamiento, no obstante, el nitrógeno por si solo tiene una influencia mayor en el crecimiento y metabolismo general de la planta.

El tratamiento T2 fue el tercer mejor tamaño de tallo, este tiene presencia de calcio, boro, zinc y silicio. En cuestión a contenido es muy parecido al T3 ya que tienen presencia de boro, lo que lo hace diferente que el tratamiento T2 tiene otros micronutrientes que no son determinantes para crecimiento del tallo y boro en menor concentración.

Finalmente, todos los tratamientos que se aplicó fuentes de calcio superaron el tamaño del tallo del manejo realizado por la finca. Según Hosseini y Aboutalebi (2018) que utilizaron sulfato de calcio + poliaminas foliarmente en la *Rosa hybrida*, concluyeron que estas aplicaciones tienen influencia significativa en el aumento de parámetros como la altura del tallo comparándolo con el testigo. Cuando aplicaron sulfato de calcio a una concentración de 200 ppm de Ca fue superior al testigo por 26.42%, en cambio cuando aplicaron sulfato de calcio a una concentración de 200 ppm de Ca + Spd 0.5 Mm fue superior al testigo por 14.04%.

4.3 Tallos exportables, nacionales y pérdidas de tallo en área de cultivo

De acuerdo con los resultados de la ADEVA para la variable tallos exportables, nacionales y pérdidas de tallos en área de cultivo, evidencia significancia estadística en tallos exportables con un ($p=0.0097$), tallos nacionales con un ($p=0.049$) y pérdidas de tallos con un ($p=0.0097$) como se indican en los anexos 4,5 y 6.

En la figura 10, observamos los resultados obtenidos sobre tallos exportables, nacionales y pérdidas de tallos en área de cultivo bajo la aplicación de las fuentes de calcio en el cultivo de la rosa variedad *Freedom*. Se muestra diferencias entre tratamientos, en la cual se obtuvo el porcentaje de tallos de exportación, nacional y pérdidas.

Para cada tratamiento se escogió 100 tallos para la evaluación en el área de cultivo y en postcosecha, de las cuales, el que obtuvo mayor número de cosechas tomando en cuenta los 100 tallos evaluados fue el tratamiento T2 con 98 tallos en postcosecha, superó a tratamientos T1, T3 y T4 por 2.04, 10.20 y 19.38%, respectivamente. En cambio, el tratamiento T1 fue superior al T3 y T4 por 8.33 y 17.70%, en cada caso. Por último, el tratamiento T3 fue mejor que T4 por 10.22%.

Para la determinación si es tallo para exportación o nacional, se verifico con los parámetros de la empresa, los aspectos que se tomó en cuenta son su estado fitosanitario, aspecto nutricional, aspecto de manejo. Con respecto al porcentaje de tallos exportables los tratamientos con

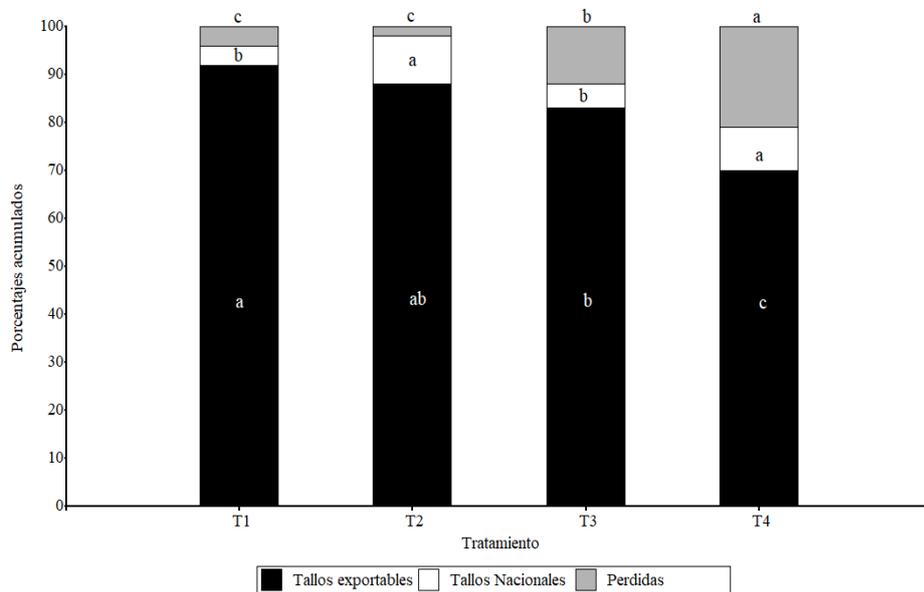
mejores resultados fueron el T1 y T2 con un promedio de 90%, superó a los tratamientos T3 y T4 por 7.77 y 22.22% en ambos casos. Continuamos con los tratamientos T2 y T3 que obtuvieron un promedio de 85.5% de tallos exportables, fue superior al tratamiento T4 por 18.12%.

Para el porcentaje de tallos nacionales los tratamientos con mejores resultados fueron el T1 y T3 con un promedio similar de 4.5%, disminuyó los tallos nacionales con respecto al T2 y T4 que son estadísticamente similares por 52.63%. Para la variable perdidas de tallos en área de cultivos, se descartaron los tallos ciegos, botón con cuello de ganso, presencia de enfermedades y brotes que no lograron desarrollarse de los 25 tallos escogidos por unidad experimental.

Los tratamientos que obtuvieron menor porcentaje de pérdidas en el área de campo fueron el tratamiento T1 y T2 con resultados similares estadísticamente con un promedio de 3%, minoró los resultados de los tratamientos T3 y T4 por 75 y 85.71%. Por otro lado, el tratamiento T3 obtuvo un menor resultado comparándolo con T4 por 42.85%.

Figura 10

Resultados de las variables perdidas en área de cultivo, tallos exportables y tallos nacionales de rosas variedad Freedom, tratadas con aplicaciones de diferentes fuentes de calcio



En consecuencia, con los resultados obtenidos en la variable tallos exportables / nacionales, se encontró diferencias entre algunos tratamientos. Se obtuvo el porcentaje de tallos exportables y nacionales que llegaron a postcosecha para su evaluación. Los tratamientos de calcio que presentaron mejor porcentaje de tallos exportables y menor porcentaje de tallos nacionales fueron el T1 y T3, que contienen nitrógeno y boro, respectivamente. Estos tratamientos

presentaron mejores aspectos nutricionales en la rosa que conlleva tallos con deficiencia, clorosis en la hoja, botones deformes, tamaño de botón. En la figura 7 y 8, muestra que el T1 y T3 obtuvieron mejores resultados en ancho y longitud del botón. Por otra parte, en la figura 9., muestra que el tratamiento T1 fue superior en tamaño de tallo, seguido por el T3.

En la investigación de Zañão et al. (2014) sobre producción y calidad de rosas en relación de dosis de boro, la utilización del B en los parámetros de calidad del botón estuvo significativamente influenciado, de las cuales se obtuvo buenas longitudes y diámetro del botón floral. Asimismo, Ahmad et al. (2010) observaron en tres cultivares de rosas, después de aplicaciones foliar de B un aumento en el diámetro floral en relación con el control.

En cambio, el nitrógeno es muy importante en la calidad de la rosa. Yeon et al. (2011) evaluaron la caracterización de los trastornos nutricionales de la rosa utilizando diferentes nutrientes, las plantas con deficiencia de boro desarrollaron clorosis intervenal en las hojas jóvenes y las hojas en desarrollo fueron más pequeñas que el control y mostraron un crecimiento distorsionado en el área de las láminas de las hojas medias, contrariamente el nitrógeno presentaron clorosis verde amarillenta en las hojas, también se ve afectado en la fisiología del tallo en comparación de las plantas con buena nutrición.

Con bases a los resultados obtenidos para la variable pérdidas de rosas en el área de campo, se encontró diferencia estadística entre los tratamientos de calcio aplicados. Para la evaluación se escogió 25 tallos por unidad experimental, y se registró los tallos no viables hasta una semana antes de la cosecha. Los tratamientos que obtuvieron los mejores resultados fueron los tratamientos T1 con contenido de calcio, nitrógeno y T2 con calcio, boro, zinc y silicio.

En la investigación de Muñoz (2022) evaluó el uso de calcio como una estrategia de manejo alternativa en rosas de corte, determino que las aplicaciones de calcio durante la producción redujeron la severidad de la plaga de *Botrytis* cuando se aplicó una concentración de 500 y 1000 ppm. En cambio, Bennett et al. (2023) evaluaron fuentes de calcio para el manejo de la plaga de *Botrytis* en flores de petunia concluyen que la mayoría de fuentes de Ca proporcionan reducciones similares en la plaga de *Botrytis*, pero considera importante tomar en cuenta la edad de la flor ya que el potencial de daño aumenta a medida que aumenta la edad de la flor. Siguiendo con el nitrógeno en la planta, es muy importante debido a que evita un retraso en el crecimiento y por ende en la formación del brote, evita clorosis que puede provocar la muerte o caída de las hojas y además evita una madurez temprana de la producción, ahora bien, el zinc también juega un importante rol en la planta porque tener una deficiencia de este elemento

causa retraso en el crecimiento, se manifiesta primero en las hojas más jóvenes que se vuelven quebradizas (Silva y Uchida, 2000, p.31-55).

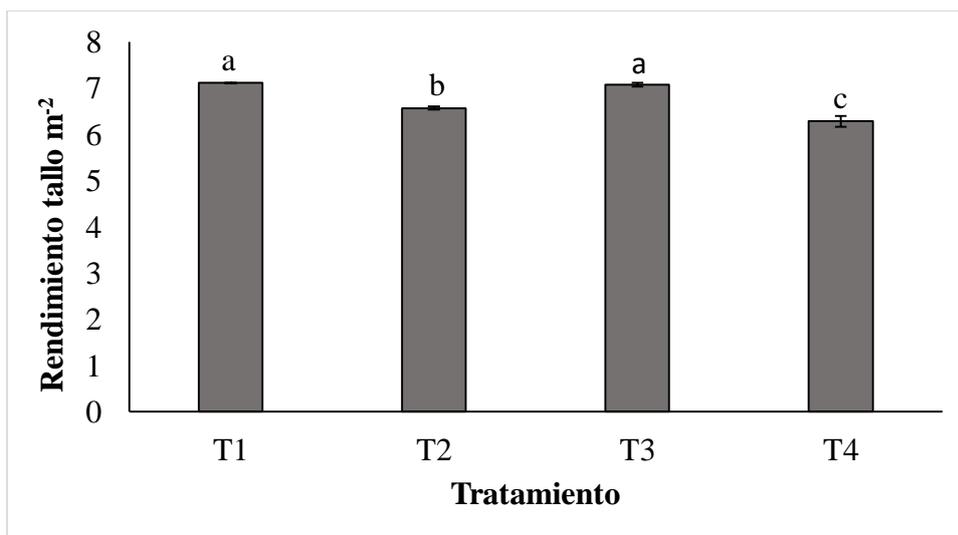
4.4 Rendimiento

De acuerdo con los resultados de la ADEVA la variable rendimiento tallo m^{-2} , evidencia significancia estadística en los tratamientos con un ($p = 0.0001$). (Anexo 7)

En la Figura 11, observamos los resultados del rendimiento tallo m^{-2} de los tratamientos utilizados en la investigación. Los tratamientos con mayor producción en la rosa variedad *Freedom* fueron los tratamientos T1 y T3 con resultados estadísticamente similares, teniendo un promedio de 7.09 tallos m^{-2} , superó a los tratamientos T2 y T4 por 7.37 y 11.36%, respectivamente. Por su parte el tratamiento T2 fue superior al tratamiento T4 por 4.30 %.

Figura 11

Resultado de la variable rendimiento tallo m^{-2} de rosas *Freedom*, tratadas con aplicaciones de diferentes fuentes de calcio



El tratamiento T1 obtuvo mejores resultados que el tratamiento T2 en rendimiento de la rosa (*Freedom*) m^{-2} , esto sucede ya que las fuentes de calcio tienen diferentes contenidos de nutrientes. En todo el ciclo de la rosa variedad (*Freedom*) en el tratamiento T1 se aplicó una concentración de 1000 ppm de Calcio y 420 ppm de Nitrógeno, en cambio el tratamiento T2 se aplicó una concentración de 1000 ppm de Calcio, 60.9 ppm de Boro, 308 ppm de Zinc y 414.4 ppm de Silicio.

En la investigación de Franco et al. (2013) sobre la determinación de las normas de diagnóstico de nutrientes para rosas de invernadero, estudiaron 11 nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu y B) que determinaron que población productiva tuvo un alto rendimiento. En los

resultados encontraron diferencia estadística entre las medias de cuatro elementos, de las cuales el fosforo y boro obtuvieron menores poblaciones de alto rendimiento, por el contrario, los que obtuvieron mayor rendimiento de población fueron el nitrógeno y manganeso. Por otra parte, Cabrera (2000) menciona que el nitrógeno con un aumento moderado de la concentración hace que se aumente el rendimiento de flores y biomasa en rosas. Estas investigaciones corroboran porque el tratamiento 1 fue mejor que 2, y se basa principalmente en la presencia de nitrógeno en el contenido de la fuente de calcio.

El tratamiento 1 y 3 no hubo diferencia estadística en los resultados de producción m^{-2} , el contenido que se aplicó en el ciclo de la rosa del tratamiento 3 fue de 1000 ppm de Calcio y 96.52 ppm de Boro. Nuevamente en la investigación de Franco et al. (2013) concluyeron que las relaciones asociadas con N, P, Mg, Mn y B tuvieron efectos significativos sobre el equilibrio nutricional y la productividad de rosas. Por tal razón los tratamientos 1 y 3 tienen una semejanza en los resultados ya que ocupan nitrógeno y boro respectivamente. Finalmente se observó que todos los tratamientos con fuentes de calcio obtuvieron mejores resultados comparándolo con el manejo de la finca.

La literatura de Hosseini y Aboutalebi (2018) sobre el efecto de la aplicación foliar precosecha de poliaminas y sulfatos de calcio sobre características vegetativas y minerales en la absorción de nutrientes en *Rosa híbrida*, en las cuales utilizaron una concentración de 100 ppm y 200 ppm de calcio concluyen que la aplicación combinada de poliaminas y sulfato de calcio incrementaron las características cuantitativas y cualitativa de las rosas “Dolce Vita”, en el sistema de cultivo sin suelo, ya que aumento en la absorción de minerales con respecto al testigo, por lo que recomiendan a los productores de rosas de corte para mejorar su rendimiento.

4.5 Análisis económico

Para facilitar el análisis económico, se detallan los costos de producción de los tallos escogidos por tratamiento, los cuales se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8*Costos de producción de 100 tallos de rosa Freedom por tratamiento*

Costos	100 tallos de rosa Freedom			
	T1	T2	T3	T4
			\$	
Costos de producción en área de cultivo por tallo \$0.18	18	18	18	18
Costos de aplicación de las fuentes de calcio por tallo: T1: \$0.1; T2: \$0.0029 y T3: \$0.0038	1	0.29	0.38	0
Costos en postcosecha por tallo exportable \$0.08	7.36	7.04	6.64	5.6
Costo total (USD)	26.36	25.33	25.02	23.6

Del mismo modo en la Tabla 9, se detallan los ingresos generados por tratamiento, tomando en cuenta los precios de la rosa de exportación y nacional.

Tabla 9*Ingresos obtenidos de los 100 tallos de rosa Freedom por tratamiento*

Ingresos			T1	T2	T3	T4
			Nro. de tallo			
Tallos exportables (50-59 cm)			1	12	3	12
Tallos exportables (60-69 cm)			12	25	17	36
Tallos exportables (+70 cm)			79	51	64	22
Tallos nacionales			4	10	5	5
			\$			
Tallos exportables (USD)	Tamaño (cm)	Precio \$				
	50-59	0.25	0.25	3	0.75	3
	60-69	0.35	4.2	8.75	5.95	12.6
	(+70)	0.4	31.6	20.4	25.6	8.8
	Tallos nacionales	0.04	0.16	0.4	0.2	0.2
Ingresos de producción (USD)			36.21	32.55	32.5	24.6

Con el análisis económico realizado en la Tabla 10, se observa que el tratamiento 1 obtuvo el mejor resultado en beneficio/costo, fue superior a los demás tratamientos con una relación de 1.37. Seguidos por el T3 y T2 con una relación beneficio/costo de 1.30 y 1.29 en cada caso. Finalmente, el testigo fue inferior a todos los demás tratamientos con una relación beneficio costo de 1.04

Tabla 10*Análisis beneficio/costo de los distintos tratamientos de calcio aplicados en la rosa Freedom*

Análisis beneficio/costo en 100 tallos de rosa Freedom				
Descripción	T1	T2	T3	T4
Costo total (USD)	26.36	25.33	25.02	23.6
Ingresos de producción (USD)	36.21	32.55	32.5	24.6
Relación Beneficio/costo	1.37	1.29	1.30	1.04

La relación beneficio/costo de los tratamientos de calcio fueron superiores al testigo. Chango, (2010) aplico fuentes de calcio en la variedad Forever young y obtuvo resultados similares a la investigación. Obtuvo un mejor beneficio neto en tratamiento de calcio con \$48225.99 ha⁻¹, en cambio el tratamiento con menor beneficio neto fue el testigo con \$17383.32 ha⁻¹.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se determinó que la aplicación de fuentes de calcio vía foliar como una adición extra a la nutrición de la rosa mejoró los parámetros de calidad en el área de cultivo y postcosecha. La adición de 10 gramos de calcio cm^{-1} mejoro en la obtención del diámetro de botón floral, en el tamaño de tallo, disminuyo el porcentaje de tallos defectuosos, incremento el rendimiento tallo m^{-2} y se obtuvo mayor cosecha de tallos exportables en comparación al testigo.
- En el rendimiento de la rosa Freedom, la producción de tallo m^{-2} bajo el tratamiento T1 y T3 con contenido de nitrógeno y boro respectivamente, fueron los más alto con un promedio de 7.09 tallo m^{-2} ; la producción bajo el tratamiento T2 registro 6.56 tallo m^{-2} . Los anteriores resultados se destacaron frente al testigo que obtuvo la producción más baja con un rendimiento de 6.28 tallo m^{-2} . Finalmente, en la clasificación de tallos de exportación y nacional, los tratamientos T1 y T3 fueron superiores en la obtención de tallos de alta calidad con un promedio de 94.43% de tallos de exportación y 5.56% de tallos nacionales, superando al tratamiento T2 y sobre todo al testigo.
- En los aspectos relacionados a parámetros de calidad de la rosa el tratamiento T1 obtuvo los mejores resultados en comparación a los otros tratamientos. En ancho y largo de botón el tratamiento T1 alcanzó las máximas medidas de 3.66 y 6.23 cm respectivamente, en el parámetro tamaño de tallo el tratamiento T1 consiguió el mejor promedio de 77.93 cm; con respecto a las rosas cosechadas obtuvo 79 tallos de exportación de +70 cm de longitud, superando a los tratamientos T2, T3 y T4 en un 35.44, 18.98 y 72.15% en el orden mencionado. Por último, en el porcentaje de pérdidas de tallos en el área de cultivo el T1 y T2 obtuvieron el menor porcentaje con un 3 y 2 % de tallos defectuosos respectivamente.
- En relación beneficio/costo fijando los precios de temporada baja, el tratamiento T1 presenta la mejor relación, ya que por cada dólar destinado al cultivo de rosa se obtiene \$0.37 de ganancia por este motivo es viable, en comparación al testigo que por cada dólar invertido se obtiene \$0.04 de ganancias.

5.2 RECOMENDACIONES

- Realizar pruebas con concentraciones superiores a 1000 ppm de calcio que se utilizó en ciclo del cultivo de la rosa freedom y disminuir las frecuencias de aplicaciones para reducir costos de mano de obra; además comprobar los resultados que se obtendrían utilizando otras concentraciones, evaluando parámetros de calidad y rendimiento.
- Efectuar un análisis de calcio a nivel foliar en laboratorio para evaluar la eficiencia de fijación de calcio en cultivo haciendo una comparación antes y después para cada tratamiento. En postcosecha examinar la eficacia del calcio para la vida en florero, parámetro importante para la exportación del cultivo.
- Debido a la abundancia de fuentes foliares de calcio disponibles en el mercado, implementar otras fuentes de calcio con diferentes contenidos nutricionales para evaluar la efectividad de los insumos.

REFERENCIAS

- Agrytec, G. O. (18 de Julio de 2011). *El Calcio en las Plantas y sus Beneficios*. Recuperado el 25 de Junio de 2025, de http://www.agrytec.com/agricola/index.php?option=com_content&id=7970:el-calcio-en-las-plantas-y-sus-beneficios&Itemid=22
- Amaya, E. (2021). *Control de Botrytis con fungicidas en postcosecha de rosas, en la empresa Royal Flowers - Mulalo* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/7620>
- Artal Smart Agriculture [Artal]. (2019). *Chelates and complexes*. Obtenido de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Brief-report-Chelates-and-Complexes.pdf
- Arzate, A., Bautista, M., Reyes, J., & Vásquez, L. (2014). *Técnicas tradicionales y biotecnológicas en el mejoramiento genético del rosal (Rosa spp.)*. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Azcón, J., & Talón, M. (2008). *Fundamentos de Fisiología V* (Segunda ed.). McGRAW-HILL.
- Baldeón, A. (2021). *Importancia de la fertilización foliar en el cultivo de Flores (Rosa chinensis jacq.) de exportación en el Ecuador* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/10289>
- Bennett, K., Schnabel, G., & Faust, J. (2023). Evaluation of Calcium Sources for the Management of Botrytis Blight on Petunia Flowers. *HortTechnology*, XXXIII(3), 262-267. doi:<https://doi.org/10.21273/HORTTECH05097-22>
- Bravo, M., & Flores, S. (2006). *Incidencia de la producción de rosas en el sector de Cayambe período 2000 – 2005* [Tesis de grado, Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/1770>
- Cabrera, R. (2000). Evaluating yield and quality of roses with respect to nitrogen fertilization and leaf tissue nitrogen status. *Acta Horticulture*(511), 133-141. doi:<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2000.511.15>
- Calderón, Y. (2005). *Desarrollo a nivel de laboratorio de un fertilizante soluble de aplicación foliar con NPK 40-220-40 g/L y micronutrientes quelatados* [Tesis de grado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12672/390>

- Cedillo, C., González, C., Salcedo, V., & Sotomayor, J. (2021). El sector florícola del Ecuador y su aporte a la Balanza Comercial Agropecuaria: período 2009 – 2020. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, XIII(1), 74-82. Obtenido de <https://incyt.upse.edu.ec/ciencia/revistas/index.php/rctu/article/view/549/510>
- Chango, X. (2010). *Evaluación de tres productos a base de calcio con aplicaciones foliares, en tres dosis en el cultivo de Rosas Var. Forever young, bajo Invernadero [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/318>
- Corporación Financiera Nacional B.P. [CFN]. (2022). *Ficha sectorial - Cultivo de Flores*. Obtenido de <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2022/fichas-sectoriales-3-trimestre/Ficha-Sectorial-Flores.pdf>
- Díaz, A., Cayón, G., & Mira, J. (2007). *Metabolismo del calcio y su relación con la “mancha de madurez” del fruto de banano [Tesis de grado, Universidad Nacional de Colombia]*. Repositorio institucional. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/28290>
- Espinosa, E. (2015). *Evaluación de cuatro labores agronómicas, para la inducción temprana de brotación de yemas de producción, en dos variedades de rosas (Rosa spp.). Pedro Moncayo - Ecuador 2012 [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]*. Repositorio institucional. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/9831>
- Fernández, V., & Brown, P. (2013). From plant surface to plant metabolism: the uncertain fate of foliar-applied nutrients. *Front. Plant Sci.*, 4(1), 1-5. doi:<https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00289>
- Flores, C. (2022). *Estado del arte en relación a la resistencia a plaguicidas en plagas agrícolas de importancia económica en Chile [Tesis de grado, Universidad de Chile]*. Repositorio institucional. Obtenido de <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/196337>
- Franco, J., Henao, M., & Cabrera, M. G. (2013). Determining Nutrient Diagnostic Norms for Greenhouse Roses. *HortScience*, XLVIII(11), 1403-1410. doi:<https://doi.org/10.21273/HORTSCI.48.11.1403>
- Ganesh, S., & Kannan, M. (2013). Essentiality of Micronutrients in Flower Crops: A Review. *Research & Reviews: Journal of Agriculture and Allied Sciences*, II(3), 52-57.

- García, E. (2017). *Evaluación del efecto del fertilizante foliar compuesto por boro al 10% y molibdeno al 0.2% en tres dosis como madurante en el cultivo de caña de azúcar (Saccharum spp.)* [Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/7956>
- Gómez, C., & Egas, A. (2014). *Análisis histórico del sector florícola en el Ecuador y estudio del mercado para determinar su situación actual* [Tesis de grado, Universidad San Francisco de Quito]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/3323>
- Hosseinifarahi, M., & Aboutalebi, A. (2018). Effect of Pre-harvest Foliar Application of Polyamines and Calcium Sulfate on Vegetative Characteristics and Mineral Nutrient Uptake in *Rosa hybrida*. *Journal of Ornamental Plants*, VIII(4), 241-253. Obtenido de https://journals.iau.ir/article_544857_6052eb4c90c31dd2288641ff60692b34.pdf
- Manimaran, P., Rajasekar, P., Rameshkumar, D., & Jaison, M. (2017). Role of nutrients in plant growth and flower quality of rose: A review. *International Journal of Chemical Studies*, V(6), 1734-1737. Obtenido de <https://www.chemijournal.com/archives/?year=2017&vol=5&issue=6&ArticleId=1520&si=>
- Marschner, P. (2012). Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. *ScienceDirect*, III, 3-5. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384905-2.00028-5>
- Milagros Conislla, J. A., & Rodríguez, D. (27 de Febrero de 2023). *Aumenta 137% el valor de las importaciones de fertilizantes químicos de América Latina y el Caribe en 2022*. Recuperado el 2 de Diciembre de 2023, de <https://blog.iica.int/blog/aumenta-137-valor-las-importaciones-fertilizantes-quimicos-america-latina-caribe-en-2022>
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (19 de Abril de 2022). *Sector florícola del Ecuador será el primero del país en convertirse en carbono neutro*. Recuperado el 2 de Diciembre de 2023, de <https://www.ambiente.gob.ec/sector-floricola-del-ecuador-sera-el-primero-del-pais-en-convertirse-en-carbono-neutro/>
- Muñoz, M. (2022). *Unveiling the Potential of Calcium and Natamycin for Botrytis Blight Management on Cut Roses [Tesis de posgrado, Clemson University]*. Repositorio institucional. Obtenido de https://open.clemson.edu/all_dissertations/3180/?utm_source=chatgpt.com

- Murillo, R., Piedra, G., & León, R. (2013). Absorción de nutrientes a través de la hoja. *UNICIENCIA*, XXVII(1), 232-244. Obtenido de <https://repositorio.una.ac.cr/server/api/core/bitstreams/e19d21b8-5399-4062-9d4b-6ddf75751c3d/content>
- Puerto, A. d., Suárez, S., & Palacio, D. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, LII(3), 372-387. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223240764010>
- Quiroz, W. (2015). *Evaluación del comportamiento del botón de la variedad de rosa (Rosa sp) Freedom, utilizando cinco colores de capuchón en finca florícola manuela Tabacundo 2014* [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/9827>
- Samarakoon, U., Faust, J., & Dole, J. (2017). Quantifying the Effects of Foliar-applied Calcium Chloride and Its Contribution to Postharvest Durability of Unrooted Cuttings. *HortScience*, LII(12), 1790-1795. doi:10.21273/HORTSCI11820-17
- Sanz, M., Blanco, A., Monge, E., & Val, J. (2001). Caracterización de la deficiencia de calcio en plantas de Tomate utilizando parámetros fisiológicos. *ITEA*, XCVII(1), 26-38. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10261/13725>
- Silva, J., & Uchida, R. (2000). *Plant Nutrient Management in Hawaii's Soils*. The College of Tropical Agriculture and Human Resources.
- Trinidad, A., & Aguilar, D. (1999). Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. *Terra Latinoamericana*, XVII(3), 247-255. Obtenido de <https://www.terralatinoamericana.org.mx/index.php/terra/issue/view/93/38>
- UEN Agrícola Vecol. (15 de Diciembre de 2021). *Eficiencia de los quelatos naturales en fijación de calcio aplicado vía foliar en rosa variedad Freedom*. Recuperado el 2 de Diciembre de 2023, de <https://www.metroflorcolombia.com/eficiencia-de-los-quelatos-naturales-en-fijacion-de-calcio-aplicado-via-foliar-en-rosa-variedad-freedom/>
- Vivia, S., Snyder, R., & Tegeder, M. (2021). Targeting Nitrogen Metabolism and Transport Processes to Improve Plant Nitrogen Use Efficiency. *Frontiers in Plant Science*, XI. doi:<https://doi.org/10.3389/fpls.2020.628366>
- Yanchapaxi, J., Calvache, M., & Lalama, M. (2010). *Elaboración de un manual técnico - práctico del cultivo de rosas (Rosa sp.) para exportación [Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador]*. Repositorio institucional.

- Yeon, K., Whipker, B., McCall, I., Gunter, C., & Frantz, J. (2011). Characterization of Nutrient Disorders of Pot Rose 'Karina Parade'. *International Society for Horticultural Science*(891), 125-133. doi:<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.891.13>
- Yong, A. (2004). El cultivo del rosasl y su propagación. *Cultivos Tropicales*, XXV(2), 53-67. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193217832008>
- Zanão, L., Pereira, M., Ferreira, R., & Saraiva, J. (2014). Produção e qualidade de rosas em razão de doses de boro aplicadas no substrato. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, XXXVIII(2), 524-531. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1802/180231134017.pdf>

ANEXOS VI

Anexo 1

Análisis de variación para la variable ancho de botón de rosas Freedom

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	E.E	gl	C	H	p
DiámBot_cm	T1	96	3.66	0.20	0.02	3	0.98	35.41	<0.0001
DiámBot_cm	T2	98	3.52	0.21	0.02				
DiámBot_cm	T3	88	3.67	0.14	0.01				
DiámBot_cm	T4	80	3.59	0.14	0.02				

Anexo 2

Análisis de variación para la variable largo de botón de rosas Freedom

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	E.E	gl	C	H	p
LongBot_cm	T1	96	6.23	0.20	0.02	3	0.99	84.91	<0.0001
LongBot_cm	T2	98	5.95	0.32	0.03				
LongBot_cm	T3	88	6.08	0.28	0.03				
LongBot_cm	T4	80	5.82	0.31	0.03				

Anexo 3

Análisis de variación para la variable tamaño de tallo (cm) de rosas Freedom

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	E.E	gl	C	H	p
LonTallo_cm	T1	96	77.93	7.97	0.81	3	1.00	72.03	<0.0001
LonTallo_cm	T2	98	69.05	8.99	0.91				
LonTallo_cm	T3	88	74.94	10.60	1.13				
LonTallo_cm	T4	80	67.03	8.55	0.96				

Anexo 4

Análisis de variación para la variable perdidas de tallos en el área de cultivo de rosas Freedom

F.V.	SC	gl	CM	F	E.E	p-valor
Modelo	53.69	3	17.90	6.01	0.75	0.0097
Tratamiento	53.69	3	17.90	6.01	0.5	0.0097
Error	35.75	12	2.98		1.22	
Total	89.44	15			0.82	

Anexo 5

Análisis de variación para la variable tallos exportables de rosas Freedom

F.V.	SC	gl	CM	F	E.E	p-valor
Modelo	68.69	3	22.90	6.01	0.82	0.0097
Tratamiento	68.69	3	22.90	6.01	0.41	0.0097
Error	45.75	12	3.81		1.25	
Total	114.44	15			1.19	

Anexo 6

Análisis de variación para la variable tallos nacionales de rosas Freedom

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	E.E	gl	C	H	p
Tallos naci.	T1	3	1.33	0.58	0.33	3	0.81	6.19	0.049
Tallos naci.	T2	4	2.50	0.58	0.29				
Tallos naci.	T3	4	1.25	0.50	0.25				
Tallos naci.	T4	4	1.25	0.50	0.25				

Anexo 7

Análisis de variación para la variable rendimiento de rosas Freedom

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	E.E	Promedio rangos	gl	C	H	p
N°Tallos m-2	T1	4	7.11	0.02	0.009	13.50	3	1.00	12.73	0.0052
N°Tallos m-2	T2	4	6.57	0.07	0.036	6.25				
N°Tallos m-2	T3	4	7.07	0.09	0.043	11.50				
N°Tallos m-2	T4	4	6.28	0.24	0.12	2.75				