

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

Tema: “Evaluación de la aplicación de silicio como método preventivo para el control de *Botrytis cinerea* en el cultivo de rosas (*Rosa sp.*) variedad Mundial en el Cantón Bolívar Provincia del Carchi “

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingeniera en Agropecuaria

AUTORA: Sánchez Quimbiamba Verónica Nathaly

TUTOR: Ing. Herrera Ramírez Carlos David. MSc.

Tulcán, 2025.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que la estudiante Sánchez Quimbiamba Verónica Nathaly y con el número de cédula 1004050785 respectivamente ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: “Evaluación de la aplicación de silicio como método preventivo para el control de *Botrytis cinerea* en el cultivo de rosas (*Rosa sp.*) variedad Mondial en el Cantón Bolívar Provincia del Carchi”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva

Ing. Herrera Ramírez Carlos David. MSc.

TUTOR

Tulcán, noviembre de 2025

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniera en la Carrera de agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Sánchez Quimbiamba Verónica Nathaly con cédula de identidad número 1004050785 respectivamente declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Verónica', with a horizontal line drawn through it.

Sánchez Quimbiamba Verónica Nathaly

AUTORA

Tulcán, noviembre de 2025

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo Sánchez Quimbiamba Verónica Nathaly declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de la aplicación de silicio como método preventivo para el control de *Botrytis cinerea* en el cultivo de rosas (*Rosa sp.*) variedad Mondial en el Cantón Bolívar Provincia del Carchi" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



Sánchez Quimbiamba Verónica Nathaly

AUTORA

Tulcán, noviembre de 2025

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a la Virgencita por siempre guiarme y bendecirme durante todo este tiempo.

A mis padres, Mirian Quimibiamba y Neptalí Sánchez, quienes han sido mi mayor apoyo. Gracias por su tiempo, por sus consejos, su infinita paciencia y su amor que siempre estuvo presente ayudándome a culminar mis estudios.

A mi hija Paula, por ser el motivo de vida y de mi esfuerzo; agradecerle por su paciencia y su amor incondicional, especialmente en los momentos en que mis estudios demandaron el tiempo que debía pasar con ella.

A mis hermanos Cinthia y David, quienes a pesar de la distancia siempre estuvieron para mí con sus bromas, sus consejos y su cariño, siendo mi apoyo emocional.

Agradezco al MSc. David Herrera, mi tutor de tesis, por su tiempo y paciencia durante todo el proceso de investigación. A la finca León Roses por abrirme las puertas de sus instalaciones para que pueda realizar mi tesis.

A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, por ser el espacio donde adquirí nuevos conocimientos, ayudándome a crecer académicamente. Gracias a sus docentes por compartir sus conocimientos y a mis amigos por los buenos momentos compartidos durante toda esta etapa.

DEDICATORIA

Este esfuerzo va dedicado a mi hija Paula, por ser la luz que guía mis días y la razón más grande de mi esfuerzo.

A mis padres, Mirian Quimibiamba y Neptalí Sánchez, por enseñarme a no rendirme y siempre salir adelante; su cariño siempre ha sido mi fuerza.

A mis hermanos, Cinthia y David, por su cariño constante y por recordarme con sus palabras que nunca estamos solos, aunque estemos lejos.

A mis sobrinos, Santiago y Sebastián, por su amor genuino y sincero, que siempre ha llenado mi corazón de alegría y ternura.

ÍNDICE

RESUMEN	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	14
I. EL PROBLEMA	15
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.3. JUSTIFICACIÓN	16
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	17
1.4.1. Objetivo General.....	17
1.4.2. Objetivos Específicos	17
1.4.3. Preguntas de Investigación.....	18
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.2. MARCO TEÓRICO	20
2.2.1 Cultivo de rosas	20
2.2.2 Caracterización de producción.....	21
2.2.3 Clasificación taxonómica	21
2.2.5. Variedades.....	22
2.2.6. Variedad Mundial	22
2.2.7. Labores culturales en el cultivo de rosas	23
2.2.8. Requerimientos nutricionales	24
2.2.9. Silicio	24
2.2.10. Fuentes de silicio.....	25

2.2.11 Agroquímicos a base de silicio	25
2.2.12. Enfermedades y plagas.....	27
2.2.13. Plagas	27
2.2.14. Enfermedades	28
2.2.15 <i>Botrytis cinerea</i> o “moho gris”	28
2.2.16. Taxonomía.....	28
2.2.17. Morfología de la enfermedad	29
2.2.18. Ciclo biológico	29
2.2.19. Síntomas de la enfermedad	30
III. METODOLOGÍA	31
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	31
3.1.1. Enfoque	31
3.1.2. Tipo de Investigación.....	31
3.2. HIPÓTESIS	31
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	32
3.3.1 Definición de las variables.....	32
3.3.2 Operacionalización de variables	32
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	35
3.4.1. Localización del experimento.....	35
3.4.2 Factores de estudio	35
3.4.3 Características de la unidad experimental.....	36
3.4.4. Población y muestra de la investigación	36
3.4.5. Variables de medición	37
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	39
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
4.1. RESULTADOS	40

4.1.1. Incidencia de <i>Botrytis cinerea</i> en el cultivo de rosa a nivel del botón floral.....	40
4.1.2. Incidencia de <i>Botrytis cinerea</i> en el cultivo de rosa a nivel de botón floral en postcosecha.....	41
4.1.3.- Severidad de <i>Botrytis cinerea</i> en el cultivo de rosa a nivel de botón floral en el momento de la cosecha.....	42
4.1.4- Severidad de <i>Botrytis cinerea</i> en el cultivo de rosa a nivel de botón floral en postcosecha.....	43
4.1.5 Rendimiento en el cultivo de rosas variedad Mondial después del experimento.....	44
4.1.6 Relación costos beneficio por hectárea en el cultivo de Rosas en la variedad Mondial bajo la aplicación de silicio y calcio como método preventivo para <i>Botrytis cinerea</i> ..	46
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
5.1. CONCLUSIONES	51
5.2. RECOMENDACIONES	51
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA	52
VII. ANEXOS	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica.....	21
Tabla 2. Taxonomía de la enfermedad.....	29
Tabla 3. Operalización de variables.....	33
Tabla 4. Tratamientos evaluados en el ensayo experimental.....	36
Tabla 5. Descripción y características del experimento.....	36
Tabla 6. Escala de severidad para <i>Botrytis cinerea</i> en campo.....	38
Tabla 7. Escala de severidad de <i>Botrytis cinerea</i> en postcosecha.....	38
Tabla 8. Prueba de Friedman para la variable incidencia de <i>Botrytis cinerea</i> en el cultivo de rosa a nivel de botón en el momento de cosecha.....	40

Tabla 9. Prueba de Friedman para la variable incidencia de Botrytis cinerea en postcosecha.....	41
Tabla 10. Prueba de Friedman para la variable severidad de Botrytis cinerea en el cultivo de rosas en el momento de cosecha.....	42
Tabla 11. Prueba de Friedman para la variable severidad de Botrytis cinerea en el cultivo de rosas a nivel de botón en postcosecha.....	43
Tabla 12. Análisis de la varianza para la variable rendimiento.....	44
Tabla 13. Rendimiento en cultivo de rosas bajo el efecto de silicio.....	44
Tabla 14. Costo - beneficio por hectárea en el cultivo de Rosas en la variedad Mondial bajo el análisis de control preventivo de Botrytis cinérea.....	46
Tabla 15. Shapiro Will para la normalidad de incidencia en campo.....	61
Tabla 16. Shapiro Will para la normalidad de incidencia en postcosecha.....	61
Tabla 17. Shapiro Will para la normalidad de incidencia en postcosecha.....	61
Tabla 18. Shapiro Will para la normalidad de severidad de postcosecha.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. ProduSil Gold.....	26
Figura 2. Manvert Silicio.....	27
Figura 3. Localización del estudio.....	35
Figura 4. Diseño del experimento en campo.....	37
Figura 5. Formula de Incidencia en campo.....	37
Figura 6. Formula de incidencia en postcosecha.....	37
Figura 7. Materiales y productos.....	59
Figura 8. Presencia de síntomas incidencia en campo.....	59
Figura 9. Presencia de síntomas incidencia en poscosecha.....	59
Figura 10. Presencia de síntomas severidad en campo.....	60
Figura 11. Presencia de severidad en florero.....	60

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de predefensa del tic.....	56
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas.....	57

Anexo 3. Evidencia de investigación	59
Anexo 4. Tablas de normalidad	61
Anexo 5. Ficha técnica producto comercial 1	62
Anexo 6. Ficha técnica del producto comercial 2	63

RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad evaluar la eficacia del silicio como estrategia preventiva para el control de *Botrytis cinerea* en el cultivo de rosas (*Rosa sp.*) variedad Mondial, en la provincia del Carchi. El estudio se desarrolló en la florícola León Roses, bajo un diseño experimental de bloques completamente al azar, conformado por cinco tratamientos y cinco repeticiones. Los tratamientos incluyeron distintas fuentes y concentraciones de silicio: T1, producto comercial 1 (diatomeas con silicio biodisponible al 74 %) en dosis alta de 1,3 g/L, aplicado al botón floral; T2, producto comercial 1 en dosis baja de 0,6 g/L, aplicado al botón floral; T3, producto comercial 2 (ácido ortosilícico, H_4SiO_4 al 36 % p/v) a 0,8 cc/L, aplicado al botón; T4, producto comercial 2 a 0,4 cc/L, aplicado al botón floral; y T5 (testigo), producto comercial 3 (calcio al 21 % p/v) a 1,0 cc/L, aplicado al botón floral cada 7 días. Los resultados obtenidos en campo para las variables estudiadas no evidenciaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, lo que indica que las aplicaciones de silicio mostraron un comportamiento comparable al tratamiento con calcio, esta respuesta podría atribuirse al comportamiento diferencial de ambos elementos, ya que el silicio, al incorporarse en las paredes celulares, permanece inmóvil y actúa como barrera estructural que limita la penetración del fitopatógeno, mientras que el calcio presenta movilidad constante dentro de la planta. En la variable de severidad durante la postcosecha, el tratamiento T1 (diatomeas con silicio biodisponible al 74 %) presentó el mejor desempeño, con valores de 1,52 % en la última semana, evidenciando un posible efecto residual del silicio, los resultados sugieren que las diatomeas con alta biodisponibilidad, especialmente en dosis elevadas, constituyen una alternativa sostenible para la prevención y manejo de *Botrytis cinerea* en rosas variedad Mondial.

Palabras Claves: Silicio, *Botrytis cinerea*, severidad e incidencia

ABSTRACT

The present research aimed to evaluate the effectiveness of silicon as a preventive strategy for the control of *Botrytis cinerea* in rose (*Rosa* sp.) cultivation, variety Mondial, in the province of Carchi. The study was conducted at León Roses flower farm, under a completely randomized block design consisting of five treatments and five replications. The treatments included different sources and concentrations of silicon: T1, commercial product 1 (diatomaceous earth with 74% bioavailable silicon) at a high dose of 1.3 g/L, applied to the floral bud; T2, commercial product 1 at a low dose of 0.6 g/L, applied to the floral bud; T3, commercial product 2 (orthosilicic acid, H_4SiO_4 at 36% w/v) at 0.8 cc/L, applied to the bud; T4, commercial product 2 at 0.4 cc/L, applied to the floral bud; and T5 (control), commercial product 3 (calcium at 21% w/v) at 1.0 cc/L, applied to the floral bud every seven days. The results obtained in the field for the variables studied did not show statistically significant differences among treatments, indicating that silicon applications demonstrated performance comparable to calcium treatment. This response could be attributed to the differential behavior of both elements, since silicon, when incorporated into cell walls, remains immobile and acts as a structural barrier limiting the pathogen's penetration, while calcium is constantly mobile within the plant. Regarding disease severity during the post-harvest stage, treatment T1 (diatomaceous earth with 74% bioavailable silicon) showed the best performance, with a value of 1.52% in the last week, suggesting a possible residual effect of silicon. The results indicate that diatomaceous earth with high bioavailability, especially at higher doses, represents a sustainable alternative for the prevention and management of *Botrytis cinerea* in Mondial rose cultivation.

Keywords: Silicon, *Botrytis cinerea*, severity, incidence.

INTRODUCCIÓN

En el contexto agrícola ecuatoriano, el cultivo de rosas se posiciona como una de las principales actividades de exportación, con alta demanda en mercados nacionales como internacionales (EXPOFLORES, 2025). Se estima que, del 18 de enero al 8 de febrero, las exportaciones totales alcanzarán las 27,300 toneladas, reflejando el esfuerzo de los productores por satisfacer la demanda global. Este volumen representa un aumento del 5% en las exportaciones, a pesar de una ligera reducción en los precios en comparación al 2024.

No obstante, la producción enfrenta importantes desafíos fitosanitarios, siendo *Botrytis cinerea* el principal patógeno causante de pérdidas significativas. Este hongo, responsable del moho gris, afecta los tejidos florales y foliares, disminuyendo la calidad y duración de las flores, lo que impacta negativamente en la cadena productiva y comercial (Williamson, 2007). Según Manvert (2025), el ciclo biológico de este patógeno puede generar pérdidas económicas considerables para los floricultores alcanzando hasta el 30% de la producción anual en condiciones severas.

Para mitigar el ataque de *Botrytis cinerea*, se ha explorado alternativas que incorporan microelementos esenciales para la planta como el silicio este, al acumularse en los tejidos vegetales, forma barreras físicas que dificultan la penetración de patógenos y activa mecanismos de defensa inducidos, generando una mayor producción de fitoalexinas y enzimas asociadas a la respuesta inmune de la planta (Debona *et al.*, 2017).

En la provincia del Carchi, la producción de rosas es una de las principales actividades económicas, concentrada principalmente en el cantón Bolívar debido a sus condiciones climáticas favorables. Sin embargo, la presencia de *Botrytis cinerea* representa un desafío para este sector debido a la falta de alternativas de control. Por esta razón, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar la efectividad de diferentes dosis de silicio como método preventivo para el control de *Botrytis cinerea* en rosas (*Rosa sp.*) variedad Mondial, cultivadas en el cantón Bolívar, provincia del Carchi.

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Colombia y Ecuador son responsables de aproximadamente el 70% de las exportaciones de rosas dirigidas a los mercados de Estados Unidos y Europa. Sin embargo, ambos países enfrentan una problemática fitosanitaria crítica debido a la presencia de *Botrytis cinerea*, la cual representa una amenaza significativa para la sostenibilidad del sector floricultor (Manvert, 2025).

Botrytis cinerea, popularmente denominada como "moho gris", es un hongo patógeno de amplia distribución mundial que afecta a diversas especies vegetales, entre ellas las rosas, se considerado uno de los principales agentes causantes de enfermedades importantes en la industria de las flores y plantas ornamentales, ya que provoca necrosis en pétalos, tallos y hojas, reduciendo significativamente la calidad del producto.

Este patógeno se caracteriza por su rápida diseminación: en pocos días puede afectar hasta el 80% de un invernadero, generando grandes pérdidas económicas. Su alta patogenicidad hace que *Botrytis cinerea* sea una de las enfermedades más agresivas durante la etapa de producción, con consecuencias negativas que se extienden a la postcosecha, reduciendo la vida útil de la flor debido a su capacidad de desarrollarse de forma continua (Cuba, 2023).

Además, su presencia incrementa considerablemente los costos de producción, ya que se requiere la implementación de estrategias de manejo integrado que incluyen la aplicación frecuente de fungicidas y el uso de tecnologías para el control ambiental. Asimismo, este hongo compromete la calidad comercial de las flores al provocar manchas y deformaciones en los pétalos, lo que reduce su valor en los

mercados internacionales y afecta directamente la rentabilidad de los floricultores (CROPTOLOGY, 2025).

La Corporación Financiera Nacional (2023) con base en el *Ranking de Compañías* del 2022, señala que la mayor producción de rosas en el Ecuador se encuentra situada en la provincia de Pichincha con un 68%, y la provincia del Carchi posee un 4%. El cantón Bolívar es uno de los sitios que presenta un clima templado apto para el cultivo de rosas; sin embargo, la presencia de *Botrytis cinerea* ha sido un problema permanente para los floricultores de esta zona.

No obstante, en el cantón Bolívar existe poca información técnica sobre el uso de silicio y su efectividad como estrategia preventiva sobre el control de *Botrytis cinerea* en el cultivo de rosa (*Rosa sp.*) variedad Mondial, tanto en condiciones de campo como en la etapa de postcosecha.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Los tratamientos preventivos con base en silicio disminuyen la incidencia y severidad de *Botrytis cinerea* en el botón floral del cultivo de rosas (*Rosa sp.*)?

1.3. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, la floricultura enfrenta el desafío de implementar métodos preventivos sostenibles para el manejo de enfermedades, entre las cuales *Botrytis cinerea* destaca como una de las principales amenazas fitosanitarias. Este patógeno compromete tanto la calidad comercial como la productividad de las rosas, afectando directamente la rentabilidad del cultivo y generando pérdidas económicas significativas.

Ante esta problemática, la presente investigación se planteó con el objetivo de evaluar el uso del silicio como alternativa preventiva para mitigar los efectos de *Botrytis cinerea*. Si bien el silicio no es considerado un nutriente esencial, cumple un papel fundamental en el fortalecimiento estructural de las plantas. Su acumulación en los tejidos vegetales refuerza las paredes celulares y mejora la estabilidad física de los cultivos, actuando como una barrera frente a factores bióticos y abióticos (Coskun *et al.*, 2019).

Además, el silicio influye en procesos fisiológicos clave, como la síntesis de compuestos antioxidantes, especialmente bajo condiciones de estrés hídrico, lo cual contribuye a preservar funciones vitales como la fotosíntesis (Intagri S.C., 2015). La

literatura científica ha demostrado que su aplicación puede reducir la susceptibilidad de las plantas a enfermedades fúngicas, así como mejorar su tolerancia a insectos y condiciones climáticas adversas. Estos beneficios se relacionan con la activación de mecanismos de defensa y la estabilización del metabolismo vegetal, favoreciendo así una producción de mayor calidad.

De acuerdo con Syngenta (2020), este patógeno utiliza enzimas para facilitar su ingreso a los tejidos, afectando principalmente a las paredes celulares y favoreciendo su avance dentro de la planta. La incorporación de silicio puede limitar esta progresión a través de la competencia por espacio y nutrientes, reduciendo así las posibilidades de colonización y diseminación del hongo (Mejía,2022).

Por lo tanto, esta investigación generó evidencia científica sobre la eficacia del silicio como estrategia preventiva en el manejo de *Botrytis cinerea* en rosas (*Rosa sp.*) variedad Mondial, tanto en condiciones de campo como en postcosecha, contribuyendo al desarrollo de prácticas más sostenibles y eficientes para el sector florícola basadas en su manejo nutricional como elemento complementario.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

- Evaluar el efecto de la aplicación de silicio como método preventivo para el control de *Botrytis cinerea* en el cultivo de rosas (*Rosa sp.*) variedad Mondial en el cantón Bolívar, provincia del Carchi.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Comparar el efecto preventivo de diferentes fuentes de silicio sobre la incidencia y severidad de *Botrytis cinerea* en el botón floral del cultivo de rosas (*Rosa sp.*) variedad Mondial.
- Determinar la efectividad de los tratamientos aplicados sobre el control de *Botrytis cinerea* a nivel de postcosecha en los botones florales.
- Determinar el índice costo-beneficio de cada tratamiento evaluado en el experimento.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Cuál es el efecto preventivo de las distintas fuentes de silicio sobre la incidencia y severidad de *Botrytis cinerea* en el botón floral del cultivo de rosas variedad Mondial?
- ¿Qué nivel de efectividad presentan los tratamientos aplicados en el control de *Botrytis cinerea* durante la etapa de postcosecha?
- ¿Cuál es el índice costo-beneficio de cada uno de los tratamientos utilizados en el experimento?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Diversos estudios han analizado la efectividad del silicio como agente preventivo en el manejo de *Botrytis cinerea* en cultivos agrícolas y ornamentales. Gao *et al.* (2020) evidenciaron que la aplicación de silicio en vid incrementa la resistencia al moho gris mediante el reforzamiento estructural de las paredes celulares y la activación de mecanismos de defensa, entre ellos la biosíntesis de fitoalexinas y compuestos antioxidantes, que contribuyen a mitigar el daño ocasionado por el patógeno.

Moreno *et al.* (2017) analizaron el uso de compuestos de silicio, específicamente óxido de silicio (SiO_2) y silicato de calcio (CaSiO_3), para el control de *Botrytis cinerea* en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) bajo sistema hidropónico. En los cinco tratamientos foliares evaluados, se concluyó que la alternativa más efectiva fue la aplicación de una solución con 5,0 g de silicio por litro a partir de SiO_2 , administrada mediante cuatro aspersiones diarias con intervalos de seis horas durante ocho a doce días posteriores a la inoculación. Este método resultó eficaz para el control del hongo gris, y los autores recomendaron investigar dosis más elevadas debido a la correlación entre la eficacia del silicio y su acumulación en los tejidos de las plantas.

Machado (2024) evaluó el efecto de la aplicación foliar y edáfica de silicio sobre el estado nutricional del tallo floral y el comportamiento en postcosecha de la rosa (*Rosa x hybrida* L.) variedad 'Brighton'. Observó que el silicio generó una mejora significativa en la firmeza del tallo y la duración en florero, al fortalecer a estructura celular, lo que permitió una mayor tolerancia a condiciones de deterioro durante la postcosecha

La investigación efectuada por Cuba (2023), en la Universidad Nacional del Santa de Perú, evaluó la aplicación de silicio (Missouri, Magnekin y Diatomix al 92 % de SiO₂) en *Fragaria ananassa* variedad San Andreas bajo condiciones de campo, en la cual la aplicación de Diatomix (92% SiO₂) a una dosis de 8 kg/ha presentó una incidencia del 40%, en la primera evaluación, y 60% en la segunda. Sin embargo, en el bloque experimental no se observaron diferencias significativas, con una incidencia del 10% en la primera evaluación. Estos resultados aportan evidencia relevante sobre la acción del silicio como agente de defensa en plantas frente a *Botrytis cinerea*, lo que respalda su potencial como estrategia preventiva en cultivos sensibles como las rosas.

En la Universidad San Francisco de Quito (USFQ), el estudio realizado por Ochoa (2021) indica que el uso de biofungicidas para el control de *Botrytis cinerea* en rosas (*Rosa sp.*) mostró que la aplicación de silicio puro, en concentración del 15% combinado con otros biofungicidas, redujo la incidencia del patógeno en más del 65%. Además, otros biofungicidas como *Bacillus subtilis* y el hidrolizado de *Arthrospira spp.*, evidenciaron efectividad preventiva en concentraciones específicas; sin embargo, su efecto curativo o preventivo depende de la composición y dosis del producto aplicado.

Silva *et al.* (2019), en estudios con fresa (*Fragaria × ananassa*), evidenciaron que la aplicación foliar de silicato de calcio favorece la acumulación de silicatos en la epidermis, constituyendo una barrera física que dificulta la penetración y colonización del hongo. Asimismo, se observó un incremento en la actividad de enzimas asociadas con la respuesta defensiva, como la peroxidasa y la fenilalanina amonio liasa, mejorando la capacidad de defensa de la planta frente a la infección.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1 Cultivo de rosas

Los rosales (*Rosa sp.*) son plantas arbustivas y leñosas, mayoritariamente de hoja caduca, aunque existen algunas variedades perennes. Presentan tallos de forma circular, verdes y con abundantes espinas en su etapa joven; a medida que envejecen, los tallos se tornan marrones y presentan pocas o ninguna espina. Sus hojas están formadas por un número impar de folíolos anchos y dentados (Guiaverde, 2024).

2.2.2 Caracterización de producción

La ubicación geográfica del Ecuador representa una ventaja estratégica para el desarrollo de la industria florícola, particularmente en la producción de rosas de exportación. Las provincias de Pichincha y Cotopaxi concentran la mayor parte de estos cultivos, beneficiándose de un microclima favorable generado por su localización en las estribaciones de la cordillera de los Andes, a altitudes que varían entre los 2.000 y 3.000 metros sobre el nivel del mar. Estas condiciones permiten obtener flores de alta calidad, con tallos largos, botones grandes y colores intensos, características altamente valoradas en el mercado internacional. La floricultura constituye una de las actividades agrícolas más importantes del país, aportando aproximadamente el 8,6 % al Producto Interno Bruto (PIB), y generando miles de empleos directos e indirectos, principalmente en zonas rurales (Agro Bayer, 2022).

2.2.3 Clasificación taxonómica

Las rosas se han convertido en un arbusto decorativos, caracterizadas por su color y forma (Rodríguez, 2004).

Tabla 1. Clasificación taxonómica

Clasificación	Taxonómica
Reino	Vegetal
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Rosales</i>
Familia	<i>Rosaceae</i>
Género	<i>Rosa</i>
Especie	<i>sp.</i>
Nombre científico	<i>Rosa sp.</i>

Fuente: (Pulgarín *et al.*, 2012)

2.2.4. Morfología de la rosa

La rosa presenta una morfología caracterizada por:

- Los tallos del rosal son semileñosos, con una textura predominantemente rugosa y escamosa. Presentan formaciones epidérmicas visibles de formas variadas, así como estípulas bien desarrolladas y persistentes. Estas estructuras contribuyen al soporte de la planta y a la generación de nuevos órganos.
- Las yemas se localizan en los tallos y cumplen funciones fundamentales en el desarrollo de la planta. Según su posición y función, pueden clasificarse en yemas vegetativas, que originan nuevas hojas y tallos, o en yemas florales, que

al desarrollarse dan lugar a flores completamente formadas (El jardín de la alegría, 2020).

- Las hojas son compuestas e imparipinnadas, es decir, los folíolos se disponen de forma opuesta sobre un eje central y terminan en un único folíolo impar. La mayoría de las variedades presenta entre tres y siete folíolos por hoja, aunque algunas pueden tener un número mayor (El jardín de la alegría, 2020).
- El sistema radicular del rosal cumple funciones esenciales de anclaje y absorción. A través de las raíces, la planta se fija al suelo y capta el agua y los nutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo fisiológico.
- El botón floral es una estructura embrionaria localizada en los extremos de los tallos, a partir de la cual se desarrollan las flores. Se forma en puntos de crecimiento específicos y representa la etapa inicial del desarrollo floral, que culmina en la apertura de la rosa (Bestplanthormone , 2020).

2.2.5. Variedades

Se estima que existen aproximadamente 200 especies botánicas de rosas, la mayoría de ellas nativas del hemisferio norte; sin embargo, no se conoce con exactitud el número real de especies, ya que muchas de ellas son híbridos naturales o creados por el ser humano, lo que dificulta su clasificación precisa (Portalfruticola, 2016).

2.2.6. Variedad Mundial

La variedad Mundial se distingue por su color blanco puro y brillante, que evoca elegancia, pureza y serenidad, características que la hacen muy apreciada para eventos especiales como bodas y celebraciones formales. Sus pétalos presentan una suave curvatura que aporta volumen y forma majestuosa a la flor, destacándose en arreglos florales por su delicadeza y belleza clásica (Jema flor, 2020).

Este tipo de rosa se cultiva preferentemente en suelos negros ricos en ácidos húmicos y fúlvicos, elementos que contribuyen a la nutrición y desarrollo óptimo de la planta. Además, su producción se favorece en zonas de mayor altitud con condiciones climáticas templadas, donde la planta puede alcanzar una robustez notable, con tallos que alcanzan hasta los 60 cm de altura, garantizando flores de excelente calidad y durabilidad (Greengoldflower, 2023).

La variedad Mundial demanda un manejo agronómico cuidadoso, que incluye la adecuada fertilización orgánica y mineral, así como el control de plagas y

enfermedades, con el fin de mantener la integridad de sus flores y extender su vida en postcosecha (Gómez, 2018).

2.2.7. Labores culturales en el cultivo de rosas

- Preparación del suelo

Para el cultivo de rosas, es fundamental que el suelo esté bien drenado y aireado, a fin de evitar encharcamientos que puedan afectar el desarrollo radicular; en caso de que el suelo no reúna estas condiciones, se recomienda mejorarlo mediante la incorporación de materiales orgánicos. Las rosas toleran suelos ligeramente ácidos, siendo ideal mantener un pH cercano a 6 (SAGARPA, 2016).

- Plantación

Se aconseja hacer una zanja en la mitad de la cama y llenarla de agua, ubicando las plantas sobre la misma, manteniendo el punto de injerto a 5 cm sobre el suelo. (SAGARPA, 2016).

- Riego

Se recomienda aplicar riegos frecuentes, pero de corta duración, con el fin de evitar la saturación del suelo; el exceso de humedad puede ocasionar clorosis (amarillamiento) y la caída prematura de las hojas (IFAS, 2020). Por el contrario, la falta de agua puede generar brotes menos vigorosos, una reducción en el tamaño de las hojas, desequilibrios en la nutrición de la planta y acumulación de sales en el suelo (Gardening, 2023).

- Fertiirrigación

La nutrición de las plantas se efectúa mediante el sistema de riego; considerando que se haya aplicado una fertilización inicial en el suelo, resulta fundamental monitorear el pH y la conductividad eléctrica del agua, además de efectuar análisis foliares para evaluar el estado nutricional del cultivo (SAGARPA, 2016).

- Punto de cosecha

El índice de cosecha se determina cuando los bordes superiores del botón floral presentan de 2 a 3 pétalos curvados hacia afuera. Según Criollo (2017), los cultivares con mayor número de pétalos deben cosecharse en un estado más abierto en comparación con aquellos que poseen menos pétalos y capullos menos densos. En general, la mayoría de los cultivares de tonalidades rosadas y rojas se cortan cuando

el cáliz se inclina hacia abajo, superando los 90° respecto a la horizontal, y cuando los dos primeros pétalos comienzan a separarse del botón floral.

2.2.8. Requerimientos nutricionales

La nutrición balanceada es un componente esencial para el desarrollo saludable y la productividad de los cultivos ornamentales como las rosas. Los macronutrientes primarios — nitrógeno, fósforo y potasio — cumplen funciones vitales en la formación y crecimiento de la planta; participan en procesos fisiológicos como la síntesis de proteínas, el metabolismo energético y la formación de tejidos, aspectos fundamentales para la calidad y longevidad de las flores (Portalfruticola, 2016).

Complementariamente, Martínez *et.al* (2019) señalan que la relevancia de micronutrientes como el calcio y el silicio fortalecen la estructura celular y estimula los mecanismos de defensa en la planta. El calcio actúa como estabilizador de las membranas celulares y contribuye a la señalización de respuesta ante el estrés biótico, mientras que el silicio favorece a la formación de una barrera física contra agentes patógenos, aumentando la rigidez de las paredes celulares y promoviendo la síntesis de compuestos defensivos.

López (2018) enfatiza que una aplicación oportuna y ajustada de fertilizantes no solo mejora la salud y productividad del cultivo, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental, al minimizar pérdidas por lixiviación y la contaminación.

2.2.9. Silicio

Intagri S.C. (2001) menciona que el silicio (Si) es el segundo elemento más prevalente en la litosfera y se encuentra en minerales en forma no biodisponible. Usualmente aparece como dióxido de silicio y en silicatos complejos. Los minerales que contienen silicio representan cerca del 40% de los minerales habituales, incluyendo más del 90% de los minerales que conforman las rocas volcánicas.

Las plantas absorben el silicio en forma de ácido mono silícico $[\text{Si}(\text{OH})_4]$, transportado a través del xilema; su distribución dentro de la planta está principalmente determinada por la velocidad de transpiración de cada órgano. Este elemento se sitúa en la frontera entre la nutrición, la bioestimulación y la protección vegetal, debido a los múltiples beneficios que aporta al desarrollo y defensa de los cultivos Intagri S.C. (2001).

2.2.10. Fuentes de silicio

Existen diversas fuentes de silicio (Si), tanto sólidas como líquidas, utilizadas como enmiendas del suelo o fertilizantes; entre las más comunes se encuentran las diatomitas, el silicato de calcio, metasilicato de sodio, silicato de potasio, silicato de magnesio, ácido ortosilícico, dióxido de silicio hidratado y metasilicato de calcio (Ferreira, 2013). De todas estas, los silicatos son los compuestos más frecuentemente empleados para suministrar silicio en los cultivos.

Químicamente, los silicatos son sales derivadas del ácido silícico, constituidas por átomos de silicio (Si) y oxígeno (O), además de otros elementos accesorios que les otorgan propiedades fisicoquímicas específicas. Estos compuestos representan una fuente eficaz para la aplicación de silicio en la agricultura, mejorando la nutrición y la resistencia estructural y sanitaria de los cultivos (Cultifort Pol, 2020).

- Ácido orto silícico

El óxido de silicio se presenta en su forma química como ácido ortosilícico (H_4SiO_4); al combinarse con agua, se produce una disolución lenta que genera dióxido de silicio (SiO_2), el cual es absorbido por el xilema de la planta. Este silicio se acumula en las paredes celulares, las cutículas y los tejidos externos, reforzando los mecanismos de protección natural de la planta y disminuyendo la infiltración de agentes patógenos (Epstein, 1999).

- Diatomeas de silicio

Son algas microscópicas fosilizadas, compuestas por una pared celular transparente de sílice y una capa interna de pectina, que constituye un producto 100% natural de doble acción, fungicida y fertilizante. Se obtiene de depósitos de algas microscópicas fosilizadas, formados a lo largo del tiempo en ambientes marinos (Biojalagro, 2023), son asimiladas mediante las estomas vegetales, transformándose de su estado natural a uno más disponible para la planta como ácido ortosilícico (H_4SiO_4).

2.2.11 Agroquímicos a base de silicio

- Producto comercial 1

Es un producto derivado de la mineralización natural de depósitos geológicos de diatomeas, algas unicelulares fosilizadas con una estructura porosa rica en silicio (74%). Mejora la retención de agua, la eficiencia del uso de fertilizantes y la liberación

lenta de nutrientes. Su estructura incrementa la concentración de coloides, facilitando la atracción y retención de nutrientes presentes en el suelo.

La versión PRODUSIL GOLD® actúa como un protector natural frente a factores bióticos y abióticos mejorando la tolerancia al estrés ambiental, la fotosíntesis, el contenido de clorofila y la resistencia a condiciones adversas como sequías, heladas y salinidad. (PRODUSIL GOLD, 2014)

- Concentración:
- Si biodisponible 74 %
- Dosis en rosas: 1gr /L



Figura 1. ProduSil Gold
Fuente. Ecoagro Minerales

- Producto comercial 2

Se trata de un inductor de defensa que contiene nanopartículas de silicio, con alta eficiencia en la acumulación de este elemento en los tejidos vegetales, protegiendo a la planta bioquímica y mecánicamente frente a microorganismos patógenos. Mejora la absorción de fósforo (P) y hierro (Fe) del suelo, aumentando la productividad y calidad del cultivo. Además, estimula el crecimiento de raíces, favorece la adaptación al entorno, incrementa la resistencia al estrés y promueve un desarrollo vigoroso (Manvert Silikon, s.f.).

- Concentración:
- Composición química: Ácido ortosilícico 36.0% p/v

- Dosificación en rosas: 0,5 cc/L

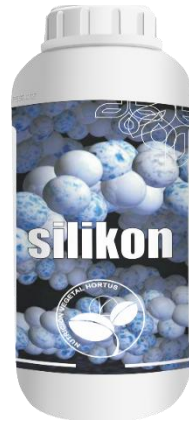


Figura 2. Manvert Silicio

Fuente: (Mavert,2022)

2.2.12. Enfermedades y plagas

El cultivo de rosas es altamente susceptible a diversas enfermedades y plagas que pueden comprometer tanto la calidad como el rendimiento de la producción. Una de las enfermedades más frecuentes es la *Botrytis cinerea*, agente causal de la pudrición gris, la cual afecta principalmente los botones florales y puede provocar pérdidas significativas si no se controla adecuadamente (Ramírez & Torres, 2016).

En cuanto a las plagas, los áfidos, trips y ácaros representan los principales agentes dañinos, ya que atacan hojas, brotes y flores, afectando la sanidad del cultivo y reduciendo su valor comercial debido al deterioro estético (Koppert Copyright, s. f.).

2.2.13. Plagas

- Pulgones (*Macrosiphum rosae*): Son pequeños insectos chupadores que se alimentan de la savia de las plantas, causando deformaciones en las hojas y brotes.
- Ácaros (*Tetranychus urticae*): Los ácaros pueden causar daños al alimentarse de las hojas, lo que provoca manchas amarillas o bronceadas y una apariencia marchita.

- Trips (*Frankliniella occidentalis*): Los trips dañan las plantas al perforar las células de los tejidos superficiales y succionar su contenido, causando la muerte del tejido circundante (Koppert Copyrigh, s.f.).

2.2.14. Enfermedades

- Oídio (*Sphaerotheca pannosa*): Enfermedad fúngica que se manifiesta como un polvillo blanco en las hojas, brotes y flores de las rosas, puede debilitar la planta y afectar su crecimiento.
- Mancha negra (*Diplocarpon rosae*): Causada por un hongo que provoca manchas negras en las hojas; si no se trata, puede debilitar la planta y afectar su floración.
- Mildiu veloso o tizón (*Peronospora sparsa*): Enfermedad provocada por un organismo parecido a un hongo que produce un recubrimiento blanco o grisáceo en las hojas, brotes y flores dificultando la fotosíntesis y debilitando la planta.

2.2.15 Botrytis cinerea o “moho gris”

Este hongo se vuelve más activo cuando las temperaturas varían de 16 a 22 °C y las condiciones son húmedas. Los tallos infectados muestran áreas sumergidas y decoloradas (cancros), así como una sequedad regresiva que puede propagarse a lo largo del tallo desde las flores. Los pétalos de las flores enfermas exhiben pequeñas señales blancas rodeadas por espacios rojizos, que pueden expandirse rápidamente hasta generar marcas irregulares de gran envergadura (HGIC, 2025).

2.2.16. Taxonomía

Botrytis cinerea es un hongo fitopatógeno clasificado dentro del reino Fungi, filo Ascomycota, clase Leotiomycetes, orden Helotiales, familia Sclerotiniaceae y género Botrytis. Este hongo es conocido por causar pudrición gris en diversos cultivos, incluyendo rosas (*Rosa sp.*), donde afecta principalmente botones florales y tejidos en formación, reduciendo considerablemente la calidad comercial (Williamson, 2007)

Su ciclo biológico comprende la generación de conidios y esclerocios, estructuras que le facilitan la supervivencia en circunstancias adversas y la dispersión sencilla en entornos húmedos, característicos de los sistemas de producción en invernadero. (Dean *et al.*, 2012).

Tabla 2. Taxonomía de la enfermedad

Clasificación taxonómica	
Phylum	Ascomycota
Orden	Heliales
Clase	Discomycetes
Orden	Heliales
Familia	Sclerotiniaceae 15
Género	Botryotinia (<i>Botrytis</i>)
Especie	Cinerea
Nombre científico	<i>Botrytis Cinerea</i>

Fuente: (Martínez y Moreno, 2018)

2.2.17. Morfología de la enfermedad

Botrytis cinerea afecta a más de 245 especies vegetales, incluidas las rosas, y se caracteriza por su capacidad para sobrevivir en condiciones adversas, infectando tejidos vivos y muertos (Manvert, s.f.).

El hongo genera esporangios, estructuras multicelulares que contienen esporas y contribuyen a la propagación del patógeno. El micelio, formado por una red de hifas filamentosas, se extiende en tejidos dañados y cambia de color blanco a gris según el desarrollo y las condiciones ambientales (Jarvis, 1977).

2.2.18. Ciclo biológico

Botrytis cinerea es un hongo necrotrófico que causa la enfermedad conocida como pudrición gris, constituyendo una de las principales amenazas en el cultivo de rosas. Su ciclo biológico se desarrolla principalmente en su forma asexual, iniciando con la sobrevivencia en restos vegetales, suelos o tejidos infectados a través de estructuras como esclerocios o micelio latente.

Bajo condiciones favorables de alta humedad relativa (superior al 90%) y temperaturas templadas (15–22 °C), los conidios germinan y penetran los tejidos vegetales, ya sea directamente o a través de heridas (Plant Pathology, 2025; Lifeder, 2025).

El patógeno coloniza los tejidos mediante la liberación de enzimas y toxinas que destruyen las paredes celulares, provocando necrosis.

Posteriormente, sobre los tejidos afectados, se forman nuevos conidios que se dispersan por viento, agua o prácticas culturales, lo que facilita la reinfección y continuidad del ciclo. Aunque el hongo puede presentar una fase sexual mediante apotecios y producción de ascosporas, esta ocurre con menor frecuencia en condiciones agrícolas y tiene poca relevancia epidemiológica (Elad *et al.*, 2007).

2.2.19. Síntomas de la enfermedad

Dentro de los síntomas que presentan los cultivos infectados con *Botrytis cinerea* se incluye manchas y marchitamiento en los tejidos, tanto de la hoja como del pétalo. Asimismo, se manifiestan podredumbre coronaria y podredumbre de los frutos; la infección de las flores se propaga rápidamente hacia los pedicelos. Posteriormente, surgen otras estructuras bajo el cáliz, como los conidióforos, que son tallos pequeños con racimos de esporas en sus puntas, lo que intensifica la lesión producida (ADAMA, 2022).

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

La presente investigación adopta un enfoque cuantitativo, dado que se basa en la recolección de datos numéricos relacionados con las variables incidencia y severidad de *Botrytis cinérea* en el cultivo de rosas variedad Mondial. Estos datos fueron sometidos a un análisis estadístico mediante la prueba no paramétrica de Friedman lo que permitió evaluar diferencias significativas entre tratamientos.

3.1.2. Tipo de Investigación

La presente investigación fue de tipo experimental, ya que se manipuló la variable independiente con el objetivo de evaluar su efecto sobre la variable dependiente. Para ello, se aplicaron tratamientos basados en diferentes fuentes y dosis de silicio, utilizando técnicas específicas de aplicación. El estudio se desarrolló en la finca León Roses, ubicada en el cantón Bolívar, implementando un diseño Bloques Completamente al Azar (DBCA), con cinco tratamientos y cinco repeticiones, lo que permitiendo un análisis estadístico riguroso de los resultados obtenidos.

3.2. HIPÓTESIS

H1: La aplicación de fuentes de silicio, en diferentes dosis, en el cultivo de rosas en la variedad Mondial (*Rosa sp*) previene el ataque del fitopatógeno *Botrytis cinerea*.

Ho: La aplicación de fuentes de Silicio en diferentes dosis, en el cultivo de rosas en la variedad Mondial (*Rosa sp*) no previene el ataque del fitopatógeno *Botrytis cinerea*.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

3.3.1 Definición de las variables

Variable independiente: Aplicación de diferentes fuentes y dosis de silicio en el cultivo de rosas.

Variable dependiente: Nivel de control del fitopatógeno *Botrytis cinerea* en el cultivo de rosas.

3.3.2 Operacionalización de variables

En la siguiente tabla se describen las variables independientes y dependientes estudiadas en esta investigación, así como las técnicas utilizadas para la aplicación de los tratamientos y los métodos empleados para la recolección de datos.

Tabla 3.Operalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Independiente: Aplicación de diferentes fuentes y dosis de silicio en el cultivo de rosas.	Producto 1	Los tratamientos fueron aplicados mediante pulverización al botón floral, empleando dos dosis: un alta de 1,3 g/L y otra baja de 0,6 g/L, con un intervalo de 7 días entre cada aplicación	La técnica aplica pulverización dirigida al botón.	Bomba manual de aspersión de 20 litros Lanza de 3 salidas Gramera digital Pipeta Cuaderno de campo para registros de aplicación
	Diatomeas – Si biodisponible 74 %	Se aplicó vía pulverización al botón en dosis de 0.8cc/litros de agua con un intervalo de 7 días en cada aplicación de igual manera se aplicó con una dosis menor de 0.4cc/l como se define en los tratamientos	La técnica aplica pulverización dirigida al botón.	
Dependiente Nivel de control preventivo del fitopatógeno de <i>Botrytis cinerea</i> en el cultivo de rosas.	Producto 2	La evaluación de la incidencia en el momento de la cosecha realizó cada 7 días mediante inspección visual de los botones florales, identificando síntomas característicos como manchas rojizas, pudrición y presencia de moho.	Observación directa de síntomas visibles	Formula de incidencia (Agrios, 2005). $\frac{\text{Numero de flores con sintomas}}{\text{Numero de flores evaluadas}} * 100$
	Ácido orto silícico: H4 SiO4 al 36% p/v	La evaluación de indecencia en postcosecha se realizó cada 15 días después de la cosecha mediante inspección visual de los botones florales luego de la cosecha, considerando síntomas como presencia del patógeno, pudrición y marchitez prematura.	Observación directa de síntomas	Formula de incidencia en postcosecha (Vásquez, 2010). $\frac{N. de f. con sintomas en postcosecha}{\text{Numero de flores evaluadas}} * 100$
	Incidencia de <i>Botrytis cinerea</i> en el momento de la cosecha	La evaluación se realizó con intervalos de 7 días en el monto de		Escala de severidad adaptada al cultivo (González y Ramírez, 2015).

Severidad de <i>Botrytis cinerea</i> en el momento de cosecha	de cosecha, mediante la observación y visualización del porcentaje de tejido afectado en el botón floral, con presencia de manchas o necrosis. Se utilizó una escala visual que va del 1 al 100%.	Observación directa de síntomas	<p>1 Botón afectado por presencia de micelio 76–100%</p> <p>2 Manchas de color grisáceo y deformaciones 51–75%</p> <p>3 Manchas visibles en más del 30%–50%</p> <p>4 Manchas pequeñas en pétalos de color café 11–30%</p> <p>5 Presencia de inicios de manchas a nivel del botón 1–10%</p>
Severidad postcosecha	en La severidad postcosecha se determinó mediante la observación visual del daño a los 15 días después de la cosecha en los botones florales y pétalos después del corte; considerando el grado de pudrición para cada flor, se utilizó una escala visual previamente establecida.	Observación directa de síntomas	<p>Escala de severidad adaptada a postcosecha (Agrios, 2005).</p> <p>0% Sin síntomas visibles.</p> <p>1 Lesiones pequeñas, sin presencia de moho visible. 0.1 –1.5%</p> <p>2 Necrosis leve en pétalos, con pocas esporas 1.6 – 2.5%.</p> <p>3 Necrosis moderada, pétalos dañados y presencia moho visible 2.6 – 3.5 %.</p> <p>4 Necrosis severa, grandes áreas afectadas, alta concentración moho gris 3.6 – 4.5 %.</p> <p>5 Flor completamente dañada, cubierta de moho gris y presencia de pudrición 4.6 – 5.6 %.</p>
Rendimiento	Al finalizar el experimento, la cosecha se llevó a cabo cuando los botones florales presentaron entre dos y tres pétalos curvados hacia el exterior, criterio morfológico utilizado para determinar el estado óptimo de corte. Posteriormente, se procedió al registro del número de tallos producidos por cada unidad experimental, con el fin de evaluar el rendimiento floral bajo los diferentes tratamientos aplicados	Observación	Registro de rendimiento
Índice beneficio	Costo Se evaluó la rentabilidad de los tratamientos relacionando la utilidad con los costos para obtener el índice costo beneficio de cada tratamiento.		Registro de Costos y de ventas

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Localización del experimento

La investigación se realizó en el cantón Bolívar, sector Los Guabos, barrio La Esperanza, en la florícola León Roses, dedicada a la producción y comercialización de rosas. Esta empresa se encuentra ubicada a 2400 msnm y presenta las siguientes coordenadas geográficas: latitud 0°30' 22,55" N y 77°51' 44.83" W.



Figura 3. Localización del estudio
Fuente: Google Earth (2024)

3.4.2 Factores de estudio

Los factores en estudio corresponden a los agroquímicos a base de silicio y las dosis aplicadas, generando cinco tratamientos descritos en la siguiente tabla, las aplicaciones se efectuaron mediante pulverización sobre el botón floral, con intervalos de 7 días durante los 3 meses que duró el experimento.

Tabla 4. Tratamientos evaluados en el ensayo experimental.

Tratamiento	Producto aplicado	Dosis	Frecuencia de aplicación	Método de aplicación
T1 Producto comercial 1 Dosis alta	Diatomeas – Si biodisponible 74 %	1,3 g/l	Cada 7 días	Fumigación al botón
T2 Producto comercial 1 Dosis baja	Diatomeas – Si biodisponible 74 %	0,6g/l	Cada 7 días	Fumigación al botón
T3 Producto comercial 2 Dosis alta	Ácido orto silícico: H4 SiO4 al 36% p/v	0,8cc /l	Cada 7 días	Fumigación al botón
T4 Producto comercial 2 Dosis baja	Ácido orto silícico: H4 SiO4 al 36% p/v	0,4 cc/l	Cada 7 días	Fumigación al botón
T5 Producto comercial 3	Calcio 21p/v (testigo)	1 cc/l	Cada 7 días	Fumigación al botón

3.4.3 Características de la unidad experimental

Se trabajó con 25 unidades experimentales; cada unidad experimental tuvo las siguientes dimensiones: 6.6 metros de largo x 60cm de ancho sin contar los caminos.

Tabla 5. Descripción y características del experimento

Diseño de bloques completamente al azar	Dimensiones
Tratamientos	5
Repeticiones	5
Unidades experimentales	25
Medidas de la cama	0.60cm de ancho x 33m largo
Amplitud de los caminos	65cm
Distancia entre planta	10cm
Número total de plantas por cama	330
Número total de plantas en todo el experimento	1650
Número de plantas por unidad experimental	66
Área total del experimento (25u)	99m ²
Área de unidad experimental	3.96m ²

3.4.4. Población y muestra de la investigación

3.4.4.1 Población

La variedad Mondial se ubicó en el bloque 1 de la empresa florícola, con una población total de 1650 plantas.

3.4.4.2. Muestra

La muestra constó de 15 plantas por unidad experimental, dando un total de 375 plantas en el experimento.

3.4.4.3. Distribución de las Unidades Experimentales

En el experimento se utilizó un total de 5 camas sobre las cuales se instalaron los tratamientos, como se esquematiza en la siguiente figura.

	R5	R2	R4	R1	R3
Cama 1	T3	T4	T5	T2	T1
Cama 2	T1	T5	T2	T3	T4
Cama 3	T4	T2	T1	T5	T3
Cama 4	T5	T1	T3	T4	T2
Cama 5	T2	T3	T4	T1	T5
	6.6m	6.6m	6.6m	6.6m	6.6m

Figura 4. Diseño del experimento en campo.

3.5. Variables de medición

a) Incidencia de *Botrytis cinerea* en la producción de rosas.

a.1 Incidencia en campo

La evaluación de la incidencia en el momento de la cosecha realizó cada 7 días mediante inspección visual de los botones florales, identificando síntomas característicos como manchas rojizas, pudrición y presencia de moho, se aplicó la siguiente fórmula (Agrios, 2005):

$$\text{Incidencia en campo} = \frac{\text{Numero de flores con sintomas}}{\text{Numero de flores evaluadas}} * 100$$

Figura 5. Formula de Incidencia en campo

a.2 Incidencia en postcosecha

La evaluación de indecencia en postcosecha se realizó cada 15 días después de la cosecha mediante inspección visual de los botones florales luego de la cosecha, considerando síntomas como presencia del patógeno, pudrición y marchitez prematura, se aplicó la siguiente fórmula (Vásquez, 2010).

$$\text{Incidencia en postcosecha} = \frac{\text{Numero de flores con sintomas postcosecha}}{\text{Numero de flores evaluadas}} * 100$$

Figura 6. Formula de incidencia en postcosecha

b) Severidad de *Botrytis cinerea* en la producción de rosas

b.1 Severidad en campo

La evaluación se realizó con intervalos de 7 días en el monto de cosecha, mediante la observación visualización del porcentaje de tejido afectado en el botón floral, con presencia de manchas o necrosis. Se utilizó una escala visual que va del 1 al 100% (González y Ramírez, 2015).

Tabla 6. Escala de severidad para *Botrytis cinerea* en campo

Escala	Descripción Visual	Descripción al Tacto	Porcentaje de Afectación
1	Presencia de inicios de manchas a nivel del botón	Presencia de humedad muy baja	1–10%
2	Manchas pequeñas en pétalos de color café	Presencia de humedad ligera	11–30%
3	Manchas visibles en más del 30%	Superficie húmeda	31–50%
4	Manchas de color grisáceo y deformaciones	Superficie húmeda	51–75%
5	Botón afectado por presencia de micelio	Presencia de humedad y textura blanda	76–100%

b.2 Severidad en postcosecha

La severidad postcosecha se determinó mediante la observación visual del daño a los 15 días después de la cosecha en los botones florales y pétalos después del corte; considerando el grado de pudrición para cada flor. Se utilizó una escala visual previamente establecida por (Agrios, 2005).

Tabla 7. Escala de severidad de *Botrytis cinerea* en postcosecha

Categoría	Descripción	Rango Numérico
0	Sin síntomas visibles.	0%
1	Lesiones pequeñas, sin presencia de moho visible.	0.1 – 1.5%
2	Necrosis leve en pétalos, con pocas esporas.	1.6 – 2.5%
3	Necrosis moderada, pétalos dañados y presencia moho visible.	2.6 – 3.5%
4	Necrosis severa, grandes áreas afectadas, alta concentración moho gris.	3.6 – 4.5%
5	Flor completamente dañada, cubierta de moho gris y presencia de pudrición.	4.6 – 5.6%

c) Rendimiento

Al finalizar el experimento, la cosecha se llevó a cabo cuando los botones florales presentaron entre dos y tres pétalos curvados hacia el exterior, criterio morfológico para determinar el estado óptimo de la cosecha. Posteriormente, se registró el número de tallos producidos por cada unidad experimental, con el fin de evaluar el rendimiento bajo los diferentes tratamientos aplicados (Sánchez y Pérez, 2018).

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Producción total de flores}}{\text{Área del cultivo} * \text{Tiempo}}$$

d) Costo -beneficio

Se evaluó la rentabilidad de los tratamientos relacionado la utilidad neta con los costos totales establecidos en cada tratamiento (Gómez y Martínez, 2007).

$$\text{Costo beneficio} = \frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Costo total}}$$

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos fueron procesados con el software estadístico InfoStat. Se aplicó un análisis no paramétrico mediante la prueba de Friedman, adecuada para diseños experimentales en bloques completamente al azar con medidas repetidas. Esto permitió evaluar el efecto de los tratamientos a base de silicio sobre las variables incidencia y severidad de *Botrytis cinerea* en rosas variedad Mondial. Se consideraron diferencias estadísticamente significativas cuando el valor de *p* fue menor o igual a 0,05.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Incidencia de *Botrytis cinerea* en el cultivo de rosa a nivel del botón floral.

La prueba estadística de Friedman aplicada a la variable incidencia de *Botrytis cinerea* en el cultivo de rosa, evaluada a nivel de botón floral en el monto de cosecha, demostró que solo en la primera evaluación se observaron diferencias estadísticas relevantes entre los diferentes tratamientos utilizados. En las mediciones posteriores no se registraron diferencias estadísticas. Los promedios de incidencia de la enfermedad oscilaron entre 28% y 43% a lo largo del periodo evaluado (Tabla 8).

Tabla 8. Prueba de Friedman para la variable incidencia de *Botrytis cinerea* en el cultivo de rosa a nivel de botón en el momento de cosecha.

	Incidencia 7 día		Incidencia a 21 día		Incidencia a 35 día		Incidencia a 49 día		Incidencia a 63 día		Incidencia a 77 día		Incidencia a 91 día		Incidencia 98 día	
	Tratamientos	Promedio	Tratamientos	Promedio	Tratamientos	Promedio	Tratamientos	Promedio	Tratamientos	Promedio	Tratamientos	Promedio	Tratamientos	Promedio	Tratamientos	Promedio
T1	24 A		T1	24	T2	36	T1	36	T1	20	T1	24	T1	24	T1	20
T2	32 AB		T2	24	T1	40	T2	40	T2	20	T2	32	T2	28	T2	24
T5	40 BC		T5	32	T5	44	T5	40	T3	32	T5	36	T4	32	T4	32
T4	44 BC		T4	32	T3	44	T3	44	T5	36	T4	36	T5	32	T5	32
T3	52 C		T3	32	T4	52	T4	48	T4	36	T3	36	T3	32	T3	32
Promedio %	38,4		28,8		43,2		41,6		28,8		32,8		29,6		28	
p-valor	0,0363*		0,4362ns		0,4284ns		0,6975ns		0,3943ns		0,3463ns		0,8366ns		0,3147ns	

Leyenda T1: (Producto comercial 1 dosis alta - diatomeas - Si biodisponible 74 % - 1.3 g/L); T2 (Producto comercial 1 dosis baja diatomeas - Si biodisponible 74 % - 0.6 g/L); T3 (Producto comercial 2 ácido orto silícico: H4 SiO4 al 36% p/v - 0.8 cc/L); T4 (Producto comercial 2 ácido orto silícico: H4 SiO4 al 36% p/v - 0.4 cc/L); T5 (Producto comercial 3 calcio 21 p/v - 1.0 cc/L)

En la Tabla 8 se observa que, para la variable incidencia de la enfermedad evaluada a los 7 días posteriores a la implementación del experimento, los tratamientos a base

de silicio y calcio se distribuyeron en cinco rangos estadísticos distintos. El tratamiento T1 (diatomeas de silicio – 1,3 g/L) registró el menor valor de incidencia (24%), ubicándose en el rango A y diferenciándose significativamente del resto de tratamientos. En las evaluaciones posteriores, los valores de incidencia mostraron un comportamiento más uniforme entre tratamientos, lo que resultó una agrupación dentro de un mismo rango estadístico.

4.1.2. Incidencia de *Botrytis cinerea* en el cultivo de rosa a nivel de botón floral en postcosecha.

Para el análisis de la variable incidencia de *Botrytis cinerea* en el botón floral a nivel de postcosecha en el cultivo de rosas, se aplicó la prueba no paramétrica de Friedman con el fin de comparar el comportamiento de los diferentes tratamientos a base de silicio y calcio sobre la variable evaluada. Los tratamientos permanecieron en el mismo grupo estadístico (A) durante todos los periodos evaluados, lo que sugiere que sus efectos fueron estadísticamente equivalentes durante la etapa de postcosecha (Tabla 9).

Tabla 9. Prueba de Friedman para la variable incidencia de *Botrytis cinerea* en postcosecha.

	Incidencia primera Cosecha		Incidencia segunda Cosecha		Incidencia tercera Cosecha		Incidencia cuarta Cosecha		Incidencia quinta Cosecha	
	Tratamientos	Promedios	Tratamientos	Promedios	Tratamientos	Promedios	Tratamientos	Promedios	Tratamientos	Promedios
T1		28	T1	28	T1	24	T1	24	T1	20
T2		32	T2	32	T2	32	T2	28	T2	24
T4		36	T5	36	T4	36	T3	32	T3	32
T3		36	T4	36	T3	36	T4	36	T4	32
T5		36	T3	36	T5	36	T5	36	T5	36
Promedio%		33,6		33,6		32,8		31,2		28,8
p-valor	0,7793ns		0,6153ns		0,607ns		0,3114ns		0,3859ns	

LeyendaT1: (Producto comercial 1 dosis alta - diatomeas – Si biodisponible 74 % – 1,3 g/L); T2 (Producto comercial 1 dosis baja diatomeas – Si biodisponible 74 % – 0,6 g/L); T3 (Producto comercial 2 ácido orto silícico: H4 SiO4 al 36% p/v – 0,8 cc/L); T4 (Producto comercial 2 ácido orto silícico: H4 SiO4 al 36% p/v – 0,4 cc/L); T5 (Producto comercial 3 calcio 21 p/v – 1,0 cc/)

De acuerdo con los análisis presentados en la Tabla 9, los tratamientos evaluados presentaron promedios de incidencia que oscilaron entre 20% y 36%, con un promedio general descendiendo desde 33,6 (día 15 y 36) hasta 28,8 (día 90). Los p-valores obtenidos por la prueba de Friedman fueron superiores al nivel de 0,05, concluyendo que ninguno de los tratamientos presentó efectos distintos sobre la variable evaluada.

4.1.3.- Severidad de *Botrytis cinerea* en el cultivo de rosa a nivel de botón floral en el momento de la cosecha.

Con el objetivo de comparar el comportamiento de los tratamientos a bases de silicio y calcio, se aplicó la prueba estadística no paramétrica de Friedman sobre la variable severidad de *Botrytis cinerea* en el botón floral en el momento de la cosecha en el cultivo de rosa. Los resultados indicaron que los tratamientos evaluados no presentaron diferencias estadísticamente significativas, ya que compartieron el mismo rango estadístico (grupo A) durante todo el periodo de evaluación, lo que confirma que los tratamientos tuvieron efectos similares sobre la variable analizada (Tabla 10).

Tabla 10. Prueba de Friedman para la variable severidad de *Botrytis cinerea* en el cultivo de rosas en el momento de cosecha.

	Severidad 7día		Severidad 21día		Severidad 35día		Severidad 49día		Severidad 63día		Severidad 77día		Severidad 91día		Severidad 98día	
Tratamientos	Promedios	Tratamientos	Promedios	Tratamientos	Promedios	Tratamientos	Promedios	Tratamientos	Promedios	Tratamientos	Promedios	Tratamientos	Promedios	Tratamientos	Promedios	
T1	2,8	T1	2,8	T1	2,8	T1	3	T2	2,8	T1	2,4	T1	2,8	T2	3	
T2	3,2	T2	3,2	T2	2,8	T2	3	T1	2,8	T3	3,2	T2	3,2	T1	3	
T4	3,6	T4	3,6	T4	3,6	T5	4	T5	3,6	T2	3,2	T4	3,6	T5	4	
T5	4	T5	4	T3	3,6	T3	4	T3	3,6	T5	3,6	T5	3,6	T4	4	
T3	4	T3	3,6	T5	3,6	T4	4	T4	4	T4	4	T3	4	T3	4	
Promedio	3,52		3,44		3,28		3,6		3,36		3,28		3,44		3,6	
p-valor	0,7872ns		0,6302ns		0,6464ns		0,4899ns		0,4362ns		0,6454ns		0,4951ns		0,484ns	

Leyenda: T1 (Producto comercial 1 dosis alta - diatomeas – Si biodisponible 74 % – 1.3 g/L); T2 (Producto comercial 1 dosis baja diatomeas – Si biodisponible 74 % – 0.6 g/L); T3 (Producto comercial 2 ácido orto silícico: H4 SiO4 al 36% p/v – 0.8 cc/L); T4 (Producto comercial 2 ácido orto silícico: H4 SiO4 al 36% p/v – 0.4 cc/L); T5 (Producto comercial 3 calcio 21 p/v – 1.0 cc/L).

En la Tabla 10 se puede observar que los promedios de severidad obtenidos entre semanas oscilaron entre 3,28% a 3,6% durante el periodo de evaluación. A su vez, los

valores de *p* generados fueron superiores a 0,05, lo que evidencia que ninguno de los tratamientos, de manera individual, produjo una respuesta significativamente diferente sobre la variable evaluada.

4.1.4- Severidad de *Botrytis cinerea* en el cultivo de rosa a nivel de botón floral en postcosecha.

Para el análisis de la variable severidad de *Botrytis cinerea* en el botón floral en postcosecha a nivel de florero, se aplicó la prueba estadística no paramétrica de Friedman, y los resultados evidenciaron que existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos en sus evaluaciones.

En las semanas evaluadas que se presentaron diferencias estadísticas, los tratamientos se agrupan en diferentes rangos de clasificación (A, B, AB, BC, C). Los tratamientos T1 (diatomeas de silicio 1,3 g/L) y T2 (diatomeas de silicio – 0,6 g/L) presentaron los menores promedios de severidad, ubicándose consistentemente en el rango A, lo que sugiere un mejor desempeño frente a la variable evaluada. (Tabla 11).

Tabla 11. Prueba de Friedman para la variable severidad de *Botrytis cinerea* en el cultivo de rosas a nivel de botón en postcosecha.

	Severidad primera Cosecha		Severidad segunda Cosecha		Severidad tercera Cosecha		Severidad cuarta Cosecha		Severidad quinta Cosecha		
	Tratamientos	Promedios	Tratamientos	Promedios	Tratamientos	Promedios	Tratamientos	Promedios	Tratamientos	Promedios	
T1	1,92	A	T1	1,92	A	T2	1,92	A	T1	1,52	A
T2	2	A B	T2	1,92	A B	T1	2	A B	T2	2,00	A B
T4	3,08	B C	T3	2,16	A B C	T3	2,96	C	T5	2,80	B
T3	2,88	C	T4	2,56	C	T4	3,4	C	T3	2,80	B
T5	2,96	C	T5	2,96	C	T5	3,28	C	T4	2,16	B
Promedio(%)	2,568		2,304		2,712		2,3		2,048		
p-valor	0,0192*		0,0137*		0,0048*		0,6389ns		0,0060*		

Leyenda: T1 (Producto comercial 1 dosis alta - diatomeas – Si biodisponible 74 % – 1.3 g/L); T2 (Producto comercial 1 dosis baja diatomeas – Si biodisponible 74 % – 0.6 g/L); T3 (Producto comercial 2 ácido orto silícico: H4 SiO4 al 36% p/v – 0.8 cc/L); T4 (Producto comercial 2 ácido orto silícico: H4 SiO4 al 36% p/v – 0.4 cc/L); T5 (Producto comercial 3 calcio 21 p/v – 1.0 cc/L).

La Tabla 11 muestra que, en la semana 4 después de la implantación del experimento, ningún tratamiento presentó diferencias estadísticamente significativas, por lo cual todos se agruparon dentro del mismo rango (A); evidenciando un efecto

homogéneo sobre la variable evaluada en ese momento. Aunque T1 (Diatomeas – Si biodisponible 74% – 1,3 g/L) mostró el menor promedio de severidad (1,84), seguido de T2 (Diatomeas – Si biodisponible 74% – 1,3 g/L) (2,00), las diferencias numéricas observadas no resultaron estadísticamente significativas, según el análisis realizado.

4.1.5 Rendimiento en el cultivo de rosas variedad Mondial después del experimento.

El análisis de varianza para la variable rendimiento, evaluado al final del experimento, indico que no se presentó diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos aplicados ($p = 0,96$). El coeficiente de variación (CV) fue de 0,55% y el promedio de rendimiento fue 86703,44 t/m/ha.

Tabla 12. Análisis de la varianza para la variable rendimiento.

Fuente de Variación	Fuente de variación (SC)	Grado s de libertad (GL)	Cuadrado medio (CM)	F	p-valor
Total	4658118,16	4	32116,14	0,14	0,96ns
Tratamiento	128464,56	4	32116,14	0,14	0,96ns
Repeticiones	5				
Error	4529653,60	20	226482,68		
CV (%)	0.55%				
Promedio (tallos/mes/ha)	86703.44				

La prueba de comparación de medias evidenció que todos los tratamientos evaluados se agruparon dentro del mismo rango estadístico, identificado con la letra "A", lo que confirma la ausencia de diferencias significativas en el rendimiento del cultivo. El tratamiento T1 (Diatomeas – Si biodisponible al 74%, 1,3 g/L) presentó el valor más alto del ensayo, con un rendimiento de 86.837,20 tallos/ha/mes, mientras que el tratamiento T3 (Ácido orto silícico: H_4SiO_4 al 36 % p/v) registró el valor más bajo, con 86.631,20 t/m/ha.

Tabla 13. Rendimiento en cultivo de rosas bajo el efecto de silicio

Tratamiento	Rendimiento Medias (tallo/ha/mes)
T1	86837,20
T5	86708,60
T2	86683,00
T4	86657,20
T3	86631,20

Leyenda: T1: (Producto comercial 1 dosis alta - diatomeas – Si biodisponible 74 % – 1.3 g/L); T2 (Producto comercial 1 dosis baja diatomeas – Si biodisponible 74 % – 0.6 g/L); T3 (Producto comercial 2 ácido orto silícico: H_4SiO_4 al 36% p/v – 0.8 cc/L); T4 (Producto comercial 2 ácido orto silícico: H_4SiO_4 al 36% p/v – 0.4 cc/L); T5 (Producto comercial 3 calcio 21 p/v – 1.0 cc/L).

4.1.6. Relación costos beneficio por hectárea en el cultivo de Rosas en la variedad Mondial bajo la aplicación de silicio y calcio como método preventivo para Botrytis cinerea.

En la Tabla 14 se presentan los resultados del análisis económico basado en la relación costo-beneficio de los tratamientos aplicados. Los tratamientos T2 (Diatomeas – Si biodisponible al 74 % aplicado al botón floral) y T4 (Ácido orto silícico: H_4SiO_4 al 36 % p/v) mostraron la mayor rentabilidad, con una relación costo-beneficio de 0,20, lo que implica que por cada dólar invertido se obtiene una utilidad neta de 20 centavos. Les siguió en rentabilidad el tratamiento T5 (Calcio 21 % p/v), con una relación de 0,19; en contraste, el tratamiento T3(Ácido orto silícico: H_4SiO_4 al 36 % p/v)) presentó la menor rentabilidad, con una relación de 0,18, reflejando la utilidad más baja por unidad monetaria invertida.

Tabla 14. Costo - beneficio por hectárea en el cultivo de Rosas en la variedad Mundial bajo el análisis de control preventivo de *Botrytis cinérea*

Tratamiento	Costo marginal/ha	Costo tratamiento/ha	Costo total/ha	Rendimiento /ha	Precio tallo/ha	Valor de ventas/ha	Utilidad /ha	Costo-beneficio/ha
T1	13500	\$ 352,80	\$ 13.852,80	\$ 86.837,20	\$ 0,19	\$ 16.499,07	\$ 2.646,27	0,19
T2	13500	\$ 201,60	\$ 13.701,60	\$ 86.683,00	\$ 0,19	\$ 16.469,77	\$ 2.768,17	0,20
T3	13500	\$ 400,02	\$ 13.900,02	\$ 86.631,20	\$ 0,19	\$ 16.459,93	\$ 2.559,91	0,18
T4	13500	\$ 236,07	\$ 13.736,07	\$ 86.657,20	\$ 0,19	\$ 16.464,87	\$ 2.728,80	0,20
T5	13500	\$ 322,68	\$ 13.822,68	\$ 86.708,60	\$ 0,19	\$ 16.474,63	\$ 2.651,95	0,19

Leyenda T1 (Producto comercial 1 dosis alta - diatomeas – Si biodisponible 74 % – 1.3 g/L); T2 (Producto comercial 1 dosis baja diatomeas – Si biodisponible 74 % – 0.6 g/L); T3 (Producto comercial 2 ácido orto silícico: H4 SiO4 al 36% p/v – 0.8 cc/L); T4 (Producto comercial 2 ácido orto silícico: H4 SiO4 al 36% p/v – 0.4 cc/L); T5 (Producto comercial 3 calcio 21 p/v – 1.0 cc/L).

Costo total = Costo marginal + costo tratamiento

Utilidad = Costo total – Valor de venta

Costo beneficio = Utilidad / Costo total

4.2. DISCUSIÓN

Los resultados de esta investigación muestran que la variable incidencia de *Botrytis cinerea* en el momento de cosecha, en la variedad Mondial, presentó diferencias significativas únicamente a los 7 días después de la primera aplicación. En esta fecha, el tratamiento T1 (Diatomeas con silicio biodisponible al 74%) registró el menor promedio de incidencia (24%), diferenciándose estadísticamente de los demás tratamientos. Este efecto temprano indica que las diatomeas con alta disponibilidad de silicio actúan de manera preventiva al estimular la producción de fitoalexinas. Al incorporarse el silicio en la estructura vegetal, se induce la generación de compuestos antimicrobianos y defensivos, producto de su acumulación en las paredes celulares y el desarrollo de barreras físicas (Yamaji, 2006)).

Este comportamiento concuerda con lo reportado por Cuba Naveda (2023), quien en su estudio sobre *Fragaria ananassa* variedad San Andreas evidenció que el tratamiento Diatomix (diatomeas al 92%) logró reducir la incidencia de *Botrytis cinerea* en más del 50% respecto al testigo. Esto confirma que la aplicación temprana y continua de silicio mejora la tolerancia de la planta frente a infecciones fúngicas.

A partir de la segunda toma de datos, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, igualándose los tratamientos a base de silicio con el testigo químico (calcio). Sin embargo, el tratamiento T1 (Diatomeas con silicio biodisponible al 74%) mantuvo una incidencia constante y baja durante todo el periodo de evaluación. Este resultado es similar a los hallazgos de Rocafort Ferrer (2015) en el Estudio de la eficiencia de extractos vegetales ricos en silicio para el control de *Botrytis cinerea* en la vid. Los resultados indicaron que los tratamientos a base de extractos vegetales ricos en silicio, especialmente el T2 (extracto de *Vitis vinifera* enriquecido con silicio), mostraron una reducción significativa en la incidencia y severidad de la enfermedad en comparación con el control positivo y negativo. Esto sugiere que la aplicación de silicio ya sea a través de extractos vegetales o formulaciones comerciales, puede mejorar la resistencia de las plantas frente a *Botrytis cinerea*

El análisis de los resultados para la variable incidencia de *Botrytis cinerea* en postcosecha muestra que no se evidenciaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos; sin embargo, el tratamiento T1 (diatomeas – silicio biodisponible 74%), presento una tendencia decreciente, disminuyendo del 28% en la primera

semana al 20% en la quinta semana. Este comportamiento sugiere un efecto preventivo residual del silicio aplicado previamente en campo, el cual se transporta a través del xilema y se acumula en la pared celular, formando una barrera protectora frente al ataque de fitopatógenos. Estos resultados concuerdan con Peñaloza (2021), quien en su investigación sobre el comportamiento agronómico del cultivo de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) con aplicación de dióxido de silicio (SiO_2) reporta que la acumulación de silicio en la cutícula de órganos herbáceos en forma de una estructura doble de silicio y cutícula que actúa como una barrera protectora, dificultando la penetración de patógenos y reduciendo el impacto de insectos, bacterias y hongos, ya sea limitando el tamaño de las lesiones o disminuyendo la severidad del daño.

A su vez, Cuba (2023), en su investigación sobre el cultivo de fresa variedad San Andreas, indica que la aplicación de silicio a base de diatomeas redujo la incidencia de *Botrytis cinerea* antes y después de la cosecha. Este efecto es debido a la acumulación de silicio en los tejidos, lo que refuerza estructural y bioquímicamente la pared celular mejorando la resistencia de la planta frente al patógeno.

En la presente investigación se determinó que, en relación con la variable severidad de *Botrytis cinerea* en el momento de la cosecha, no se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, ya que todos se mantuvieron dentro de un rango similar en función de la aplicación de fuentes de silicio. No obstante, el tratamiento T1 (diatomeas con silicio biodisponible al 74 %) registró promedios entre 2,8 % y 3 %, lo que sugiere una tendencia hacia un control parcial del fitopatógeno.

Estos resultados concuerdan con lo señalado por Machado (2024), quien en su investigación sobre el efecto de la aplicación foliar y edáfica de silicio sobre el estatus nutricional del tallo floral y la postcosecha en rosa (*Rosa x hybrida* L.) cv. 'Brighton' observó que el efecto del silicio no siempre genera diferencias estadísticas inmediatas, pero sí influye en la aparición y progresión de la enfermedad.

En la investigación mencionada, los síntomas de *Botrytis cinerea* comenzaron a manifestarse a partir del día 7, con una probabilidad más alta en el control y más baja en los tratamientos con silicio. En particular, el tratamiento SS1 (Potasio soluble en agua 140 g L⁻¹ y silicio soluble en agua 322 g/L aplicación edáfica) presentó una incidencia baja (6%) y la severidad más baja (0,25) en comparación con el control

(manejo convencional) (1,5), lo que demuestra la función del silicio como agente preventivo.

Al comparar ambos estudios, se puede deducir que el uso de silicio no necesariamente reduce la severidad de la enfermedad durante la etapa de cosecha, pero sí contribuye a retrasar el inicio de la infección y a disminuir su progresión. Esto evidencia que su función principal se enfoca más en la prevención que hacía el control. Asimismo, las diferencias encontradas entre los estudios podrían atribuirse a factores como la fuente de silicio utilizada, el método de aplicación (foliar o edáfica), la concentración empleada y las condiciones del entorno, que impactan directamente en la efectividad del producto (Peñaloza, 2021; Cuba Naved).

En el presente estudio, aunque no se observaron diferencias estadísticas significativo los resultados respaldan la hipótesis de que el silicio representa un componente estratégico en el manejo integrado de *Botrytis cinerea*. Su acción se centra en el refuerzo estructural de los tejidos vegetales, lo que limita la colonización del patógeno y reduce la probabilidad de infección en etapas críticas del desarrollo floral. Este efecto preventivo se refleja en la disminución de la incidencia y severidad de la enfermedad, como ha sido reportado en investigaciones previas (Machado, 2024; Yamaji, 2006).

Para la variable severidad de *Botrytis cinerea* en postcosecha, se observaron diferencias estadísticas significativas en las semanas 1, 2, 3 y 5, lo que indica que los tratamientos aplicados influyeron de manera considerable sobre esta variable. En el análisis de los promedios, el tratamiento T1 (Diatomeas – silicio biodisponible al 74%) presentó un comportamiento decreciente a lo largo del experimento, iniciando con un valor relativamente alto de severidad que se redujo progresivamente.

Esto indica que el uso de diatomeas con silicio biodisponible tiene un efecto preventivo duradero, probablemente a través de la acumulación de silicio en las paredes celulares y el inicio de mecanismos de defensa estructurales y bioquímicos (Liang *et al.*, 2007).

En contraste, los tratamientos T3 y T4 (ácido orto silícico al 36% p/v) mantuvieron niveles medios de severidad relativamente estables durante todo el periodo de evaluación. Según Laane (2018), el ácido ortosilícico es altamente asimilable por las plantas, pero su efecto residual es limitado lo que podría explicar su menor impacto sostenido en el control de la enfermedad. Además, factores como las condiciones

ambientales y las prácticas de manejo postcosecha pueden modificar la dinámica de absorción, movilidad y acumulación del silicio en los tejidos vegetales, influyendo en su efectividad como agente preventivo.

Con relación a la evaluación el tratamiento T5 (Calcio 21% p/v) presentó un mayor grado de afectación en comparación con los tratamientos que contenían silicio. Esta diferencia puede atribuirse tanto al método de aplicación como a la localización del calcio en los distintos órganos de la planta. Según Álvarez (2012) en su investigación sobre el manejo nutricional del calcio y su relación con la expresión de *Botrytis cinerea* en flores y tallos de *Rosa sp.*, el calcio fue mayor en las hojas (1,275% en peso seco), seguido por los pedúnculos (0,673%) y los pétalos (0,212%). Además, se observó una menor variabilidad en pétalos y pedúnculos, lo que se asocia a su menor actividad fisiológica en comparación con las hojas, que presentan una mayor transpiración y movilidad de agua.

Aunque el calcio puede ejercer cierto efecto en la reducción de la severidad de *Botrytis cinerea*, Álvarez (2012) señala que su aplicación foliar no es eficaz para proteger los pétalos, debido a la limitación de absorción y de refuerzo estructural en la pared celular; lo cual restringe su eficacia como defensa contra patógenos en esta parte del tejido flor.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Los tratamientos con base en las fuentes de silicio aplicadas en el botón floral en el cultivo de rosas demostraron una capacidad preventiva frente al ataque de *Botrytis cinerea* similar a la generada por la aplicación de calcio, alcanzando índices de severidad que no superan el 4%.
- El producto comercial a base de diatomeas de silicio obtuvo la mejor eficiencia en la prevención de *Botrytis cinerea* a nivel de post cosecha, registrando el valor más bajo de severidad en el experimento, con un índice de 1.52%.
- Los tratamientos con base en silicio aplicados en dosis bajas presentan la mejor rentabilidad del experimento, registrando un índice costo beneficio de 0.2 cada uno.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda incorporar aplicaciones de silicio mediante el producto comercial 1 diatomeas de silicio al 74% en dosis alta, 1,3 g/L) como estrategia preventiva dentro del manejo integrado de *Botrytis cinerea*, ya sea en rotación o en combinación con botricidas, previa realización de ensayos de compatibilidad química entre los agroquímicos.
- Para futuras investigaciones, se sugiere evaluar el uso combinado de fuentes de silicio y calcio aplicadas tanto al follaje como al botón floral, con el fin de determinar la resistencia del botón floral frente al ataque de *Botrytis cinerea*.
- El uso de silicio en la planta estimula una mayor producción de fitoalexinas; por ello se recomienda que para futuras investigaciones se evalué la aplicación de diversas fuentes de silicios enriquecidas con microelementos, como el silicato de potasio o de magnesio, comparándolas con las diatomeas y el ácido ortosilícico, con el fin de optimizar una respuesta defensiva rápida de la planta.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Cultifort · Pol. (2020). *Cultifort · Pol.* Obtenido de Cultifort · Pol.: <https://www.cultifort.com/importancia-silicio-agricultura/>
- AGRICULTURA Hidalgo. (11 de JUNIO de 2024). *Gobierno de Mexico*. Obtenido de Gobierno de Mexico: <https://www.gob.mx/agricultura/hidalgo/articulos/rosas-las-flores-mas-populares?idiom=es>
- Agrios, G. N. (2005). *Plant Pathology*. Elsevier Academic Press.
- Agro Bayer. (2022). *Agro Bayer*. Obtenido de Agro Bayer: <https://www.agro.bayer.ec/es-ec/cultivos/rosa.html>
- Alfredo, Á. B. (2012). *Efecto del Manejo Nutricional del Calcio en la Expresión de Botrytis cinérea en Flores y Tallos de Rosa sp.* Bogota .
- Andrés, C. O. (2017). *ESTUDIO FENOLÓGICO Y PRODUCTIVO DE DIEZ VARIEDADES DE ROSA (ROSA SP.), EN DOS CICLOS DE PRODUCCIÓN, EN QUITO: UCE.*
- Belén, P. L. (2021). *EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE TOMATE RIÑÓN (Solanum lycopersicum) CON APLICACIÓN DE DIÓXIDO DE SILICIO (SIO₂) . AMBATO.*
- Bestplanthormone. (17 de Marzo de 2020). *bestplanthormone*. Obtenido de bestplanthormone: <https://www.bestplanthormones.com/info/what-is-flower-bud-differentiation-what-s-the-44237628.html#:~:text=El%20llamado%20bot%C3%B3n%20floral%20se,de%20crecimiento%20en%20el%20tallo.>
- Biojalagro. (2023). *biojalagro*. Obtenido de biojalagro: <https://biojalagro.com/producto/diatomita-silicio/>
- Copyright © ADAMA. (23 de Septiembre de 2022). *Manejo integrado del Moho gris (Botrytis cinerea) en cultivos de agroexportación*. Obtenido de Manejo integrado del Moho gris (Botrytis cinerea) en cultivos de agroexportación: <https://www.adama.com/peru/es/tips/manejo-integrado-del-moho-gris-botrytis-cinerea-en-cultivos-de-agroexportacion#:~:text=Ciclo%20biol%C3%B3gico%20del%20Moho%20gris,e mpieza%20a%20darse%20condiciones%20favorables.>
- Corporación Financiera Nacional B.P. (2023). *Ficha Sectorial*. Quito: Subgerencia de Análisis de Productos y Servicios.

- CROPTOLOGY. (16 de 01 de 2025). *Manvert* . Obtenido de Manvert : <https://manvert.com/medios/botrytis-rosa>
- Cuba Naveda, Yoryi Josimar y Villar Huaripata, Juana Paola. (2023). *Efecto del silicio en el control de Botrytis cinerea en Fragaria ananassa*. Peru.
- Debona, D., Rodrigues, F., & Datnoff, L. (2017). *Silicon's role in abiotic and biotic plant stresses*. Annual Review of Phytopathology.
- El jardín de la alegría . (11 de Octubre de 2020). *El jardín de la alegría* . Obtenido de El jardín de la alegría : <https://eljardindelaalegriaenmadrid.blogspot.com/2015/10/morfologia-del-rosal.html#:~:text=Las%20yemas%20son%20otro%20de,la%20yema%20recibe%20distintos%20nombres>
- EXPOFLORES. (21 de ABRIL de 2025). *EXPOFLORES*. Obtenido de EXPOFLORES: <https://www.expoflores.com/post/la-temporada-de-san-valent%C3%ADn-concluye-con-cifras-positivas-para-el-sector-flor%C3%ADcola>
- Ferreira, S. B. (2013). *Desenvolvimento e fitossanidade de ameixeiras tratadas com silício em*. Brasil: Rev Bras Frutic.
- Gómez, R., y Martínez, F. (2017). *Análisis económico y evaluación de proyectos agrícolas*. . Agrícola.
- González, M., y Ramírez, J. . (2015). *Manual de fitopatología: Métodos para evaluación de enfermedades en cultivos agrícolas*. Agropecuaria.
- GOSTINCHA, J. (s.f.). *CULTIVO DEL ROSAL*. Madrid: Ministerio de Agricultura.
- Greengoldflower. (2023). *Greengoldflower*. Obtenido de Greengoldflower: https://greengoldflowers.com/product/mondial/?utm_source=chatgpt.com
- H.M, L. (2018). *The effects of foliar sparays with different silicon compounds* . plants .
- HGIC. (2025). *Enfermedades de las rosas*. Carolina de sur : Extensión Cooperativa de Clemson .
- Intagri S.C. (2001). *Intagri S.C.* Obtenido de Intagri S.C: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/silicio-para-la-nutricion-y-proteccion-vegetal>
- Intagri S.C. (10 de 03 de 2015). *Intagri S.C.* Obtenido de Intagri S.C: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/estres-vegetal-parte-1-estres-por-altas-temperaturas>
- Jarvis, W. R. (1977). *Botryotinia and Botrytis Species: taxonomy, physiology, and pathogenicity. Monograph*. Canada: Research Branco. Canada Department of Agriculture.



- Jema flor. (Abril de 2020). *Jema flor*. Obtenido de Jema flor: <https://jemaflor.com/producto/rosa-ecuador-mundial-25-tallos/>
- Koppert Copyrigh. (s.f.). *Koppert Copyrigh*. Obtenido de Koppert Copyrigh: <http://koppert.ec/plagas-en-plantas/trips/trips-occidental-de-las-flores/>
- M, M.-C. J.-C.-H.-G. (2022). *Aplicación de un compost con aporte de silicio en cultivo de rosa (Rosa x hybrida)*. *Ecosist. Recur. Agropec.*
- Ma, J. F., & Yamaji, N. (2006). Absorción y acumulación de silicio en plantas superiores. *Trends in Plant Science*, 11 (8), 392-397. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2006.06.007>
- Machado, L. E. (2024). *Efecto de la aplicación foliar y edáfica de silicio sobre el estatus nutricional del tallo floral y la poscosecha en rosa (Rosa x hybrida L.) cv. Bogotá D.C, Colombia.*
- Manvert. (2025). *La botrytis y su impacto en los cultivos de rosa en Colombia y Ecuador*. CROPTOLOGY.
- Manvert. (s.f.). *manvert*. Obtenido de manvert: <https://manvert.com/medios/botrytis-rosa>
- MORENO-GUERRERO, Disraeli Eron, SANTIAGO-ELENA, Eduardo, VILCHIS-ZIMUTA, Robert,. (2.). *Silicio en el control de Botrytis cinerea en fresa (Fragaria x ananassa Duch.) en. ECORFAN,*. Obtenido de https://www.ecorfan.org/handbooks/Ciencias%20de%20la%20Biologia%20Agronomia%20y%20Economia%20T-II/HCBAE_TII_2.pdf
- Ochoa, A. V. (17 de Diciembre de 2021). *UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ*. Obtenido de *UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ*: <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/11312/1/201077.pdf>
- Portalfruticola. (2016). *Manual completo para cultivar rosas*.
- Portalfruticola. (19 de 3 de 2016). *portalfruticola*. Obtenido de portalfruticola: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2016/03/19/manual-completo-para-cultivar-rosas-incluye-pdf/>
- Rocafort Ferrer. (2015). *Estudio de la eficiencia de extractos vegetales ricos en Silicio para el control de Botrytis cinerea en la vid. españa: Univeridad Autonoma de España.*
- s.f. (s.f.). *Características de la rosa variedad Mondial. Recuperado*. Obtenido de *Características de la rosa variedad Mondial. Recuperado*.
- Sagarpa. (2016). *Manual completo para cultivar rosas*. . Fundacion produce Chiapas.
- Sánchez, L., y Pérez, M. (2018). *Producción y rendimiento en cultivos florales*. Agropecuaria.
- Syngenta. (2020). *Botrytis. colombia*.

WAND, G. X. (2020). *Silicon increases resistance to Botrytis cinerea in grapes (Vitis vinifera L.) by enhancing structural barriers and activating defense responses*. Scientia Horticulturae.

Williamson. (s.f.). *Botrytis cinerea: the cause of grey mould disease*. 2007: Molecular Plant Pathology.

VII. ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC


UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI


FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE AGROPECUARIA
ACTA
DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR


ESTUDIANTE:	Veronica Nathaly Sanchez Quimblamba	CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004050785
PERIODO ACADÉMICO:	2025 B	PRESIDENTE TRIBUNAL:	MSC. GUILLERMO ALEXANDER JÁCOME SARCHI
DOCENTE:	PHD. SEGUNDO RAMIRO MORA QUILISMAL	DOCENTE TUTOR:	MSC. CARLOS DAVID HERRERA RAMÍREZ
TEMA DEL TIC:	Evaluación de la aplicación de silicio como método preventivo para el control de Botrytis cinerea en el cultivo de rosas (Rosa sp.) variedad Mondial en el Cantón Bolívar Provincia del Carchi		

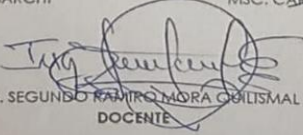
No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	7,83	
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7,83	Revisar las concentraciones y composición de los productos
3	METODOLOGÍA	7,83	
4	RESULTADOS	7,83	Actualizar el formato de las tablas
5	DISCUSIÓN	7,83	
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	7,83	No trabajar con nombres comerciales en las conclusiones
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	7,83	
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	7,83	Revisar faltas de ortografía y formato de las referencias

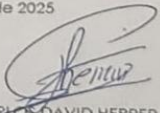
Obleniendo una nota de: **7,83** Por lo tanto, **APRUEBA** ; debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **Jueves, 30 de octubre de 2025**


 MSC. GUILLERMO ALEXANDER JÁCOME SARCHI
 PRESIDENTE TRIBUNAL


 PHD. SEGUNDO RAMIRO MORA QUILISMAL
 DOCENTE


 MSC. CARLOS DAVID HERRERA RAMÍREZ
 DOCENTE TUTOR

ANEXO 2.Certificado del abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGES CENTER

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Sánchez Quimbiamba Verónica Nathaly DATE: Lunes, 10 de noviembre de 2025 Topic: "Evaluación de la aplicación de silicio como método preventivo para el control de Botrytis cinerea en el cultivo de rosas (Rosa sp.) variedad Mondial, en el cantón Bolívar, provincia del Carchi" "MARKS AWARDED QUANTITATIVE AND QUALITATIVE				
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
De	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED	TOTAL 9		



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL
CARCHI- FOREIGN AND NATIVE LANGUAGES
CENTER**

**Informe sobre el Abstract de Artículo Científico
o Investigación.**

Autor: Sánchez Quimbiamba Verónica Nathaly

Fecha de recepción del abstract: Viernes, 7 de noviembre de 2025

Fecha de entrega del informe: Lunes, 10 de noviembre de 2025

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según la rúbrica de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9; por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



MA. Martha Viveros
Responsable del
CIDEN

ANEXO 3. Evidencia de investigación



Figura 7. Materiales y productos



Figura 8. Presencia de síntomas incidencia en campo



Figura 9. Presencia de síntomas incidencia en florero



Figura 10. Presencia de síntomas severidad en campo



Figura 11. Presencia de severidad en florero

ANEXO 4. Tablas de Normalidad

Tabla 15. Shapiro Will para la normalidad de incidencia en campo

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
Semana 1	25	38,40	17,24	0,82	0,0002
Semana 2	25	36,00	11,55	0,73	<0,0001
Semana 3	25	28,80	10,13	0,59	<0,0001
Semana 4	25	41,60	15,19	0,77	<0,0001
Semana 5	25	43,20	13,76	0,77	<0,0001
Semana 6	25	27,20	11,37	0,64	<0,0001
Semana 7	25	41,60	12,81	0,76	<0,0001
Semana 8	25	39,20	14,70	0,79	<0,0001
Semana 9	25	30,40	14,28	0,82	0,0010
Semana 10	25	32,80	9,80	0,57	<0,0001
Semana 11	25	32,80	11,37	0,72	<0,0001
Semana 12	25	42,40	15,62	0,76	<0,0001
Semana 13	25	28,80	11,66	0,68	<0,0001
Semana 14	25	28,00	11,55	0,72	<0,0001

Tabla 16. Shapiro Will para la normalidad de incidencia en postcosecha

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
Semana 1	25	33,60	12,54	0,74	<0,0001
Semana 2	25	33,60	9,52	0,56	<0,0001
Semana 3	25	32,80	14,00	0,74	<0,0001
Semana 4	25	31,20	11,66	0,72	<0,0001
Semana 5	25	27,20	12,75	0,60	<0,0001

Tabla 17. Shapiro Will para la normalidad de incidencia en postcosecha

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
Semana 1	25	3,52	1,45	0,76	<0,0001
Semana 2	25	3,60	1,29	0,76	<0,0001
Semana 3	25	4,00	1,53	0,77	<0,0001
Semana 4	25	4,16	1,28	0,76	<0,0001
Semana 5	25	3,28	0,98	0,57	<0,0001
Semana 6	25	4,24	1,20	0,74	<0,0001
Semana 7	25	3,36	1,11	0,71	<0,0001
Semana 8	25	2,40	1,29	0,78	<0,0001
Semana 9	25	3,36	1,50	0,73	<0,0001
Semana 10	25	3,76	1,56	0,76	<0,0001
Semana 11	25	3,28	1,51	0,85	0,0022
Semana 12	25	4,08	1,78	0,83	0,0010
Semana 13	25	3,44	1,23	0,74	<0,0001
Semana 14	25	3,28	0,98	0,57	<0,0001

Tabla 18. Shapiro Will para la normalidad de severidad de postcosecha

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
Semana 1	25	1,92	0,43	0,88	0,0170
Semana 2	25	2,30	0,70	0,97	0,8457
Semana 3	25	2,74	2,08	0,51	<0,0001
Semana 4	25	2,03	0,28	0,77	<0,0001
Semana 5	25	1,70	0,57	0,78	<0,0001

ANEXO 5. Ficha técnica Producto comercial 1

FICHA TÉCNICA



PRODUSIL GOLD® - SUELO **ALGAS DIATOMEAS**

1.- GENERALIDADES:

- a) NOMBRE COMERCIAL: **PRODUSIL GOLD®**
- b) FORMULACIÓN: **SOLIDO**
- c) REGISTRO AGROCALIDAD: **221-F-AGR-P**
- d) COMPOSICIÓN QUÍMICA:

INGREDIENTES	VALORES
Diatomeas – Si biodisponible	74 %
Mas 42 microminerales y oligoelementos	

2. PROPIEDADES FÍSICO- QUÍMICAS:

- a) ASPECTO: Sólido
- b) COLOR: blanco
- c) ESTABILIDAD EN ALMACEN: Estable durante 3 años, bajo condiciones normales de almacenamiento.

3.- DESCRIPCIÓN:

PRODU-SIL® es el resultado de la mineralización de depósitos geológicos de algas unicelulares fosilizadas y sedimentadas, llamadas Diatomeas. Su forma porosa y su composición de 74% de silicio lo convierten en un insumo indispensable para la agricultura; que mezclado con otros productos le confiere diversas funciones. La forma del alga fosilizada aumenta la capacidad de retención de agua, optimiza el plan de fertilización de manera que potencializa su acción y suministra en forma de liberación lenta. Aumenta la concentración de coloides, logrando atraer a los nutrientes y minerales presentes en el suelo.

PRODUSIL GOLD® es un PROTECTOR NATURAL de factores bióticos y abióticos: puede incrementar la resistencia al estrés, aumentar la fotosíntesis y el contenido de la clorofila, mejorar la resistencia a la sequía, contribuir a minimizar los daños por heladas, aumentar la tolerancia a la salinidad, mejorar la fertilidad del suelo y disminuir el volcamiento.

Promueve un efecto repelente para las plagas. Por su forma de alga diatomea es una esponja con grado de absorción de humedad que funciona como potencializador y dosificador de los insumos agrícolas, generando una estabilidad en la fórmula, que lo hace de lenta liberación y mejor asimilada optimizando el

Fábrica: San Antonio de Pichincha Av. Huailpungo De 530 y 29 de Mayo
Telf: 022993541 0990761848/0992502221
Email: info@coagrominerales.com
www.coagrominerales.com

TILIZANTES, BIOESTIMULANTES, REGULADORES

MANVERT SILIKON



Nanofertilizante de silicio

DESCRIPCIÓN: MANVERT SILIKON es una solución líquida de Silicio que actúa como bioactivador del sistema natural de autodefensa de la planta.

COMPOSICIÓN QUÍMICA:

	% p/v
(Ácido orto silícico: H_4SiO_4)	36.0

CARACTERÍSTICAS: MANVERT SILIKON protege a la planta contra el ataque de microorganismos patógenos, ya que la acumulación de silicio en los tejidos de la epidermis en forma polimérica, orgánica y cristalina, permite proteger y fortalecer mecánica y bioquímicamente a los tejidos de la planta.

MANVERT SILIKON favorece la mejor absorción de Fósforo (P) y Hierro (Fe) presentes en el suelo, por parte de la planta. Incrementando así la productividad y calidad de las cosechas agrícolas.

Tiene acción sinérgica con el Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Hierro (Fe), Zinc (Zn) y Molibdeno (Mo), optimizando el desarrollo del cultivo y producción de cosechas, también se mejora la vida media de las cosechas percederas.

MANVERT SILIKON favorece el desarrollo radicular de las plantas y con ello mejora la adaptabilidad de éstas al medio, les protege frente a periodos de estrés y potencia su desarrollo y crecimiento. Promueve la colonización de las raíces por algas, líquenes, bacterias y micorrizas, mejorando la fijación y asimilación de Nitrógeno y Fósforo entre otros minerales.

Incrementa la resistencia de la planta a la salinidad.

MANVERT SILIKON incrementa la resistencia de las plantas a la sequía. La fertilización con silicio puede optimizar el aprovechamiento del agua de riego en un 30 a 40 % y ampliar los intervalos de riego sin efectos negativos sobre las plantas. Adicionalmente al sistema irrigación-drenaje la fertilización con minerales de silicio activo, permiten completar la rehabilitación de suelos afectados por sales, compactación y bajos niveles de pH.

CROPTOLOGY DE MANVERT SILIKON: