

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA



**“Efecto del silicio en el control de *Botrytis cinerea* en *Fragaria ananassa*
“fresa” variedad San Andreas en Vinzos, Santa, Ancash – 2021”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGRÓNOMO

AUTORES:

Bach. Cuba Naveda, Yoryi Josimar

Bach. Villar Huaripata, Juana Paola

ASESOR:

Ing. Mg. Sc. Pérez Cotrina, José Ismael

Nuevo Chimbote – Perú

2023

”

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA



HOJA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR

La presente tesis titulada: “Efecto del silicio en el control de *Botrytis cinerea* en *Fragaria ananassa* “fresa” variedad San Andreas en Vinzos, Santa, Ancash – 2021”.

Ha contado con el asesoramiento del Ms. Pérez Cotrina José Ismael, designado mediante Resolución Decanal N° 247 – 2021 – UNS – FI, de fecha 24 de mayo del 2021, como asesor de los bachilleres: Yoryi Josimar Cuba Naveda y Juana Paola Villar Huaripata, quien deja constancia de su aprobación. Por tal motivo, firma el presente trabajo en calidad de Asesor.

Ms. José Ismael Pérez Cotrina
DNI. N°: 27540418
Código ORCID: 0000-0002-3426-5360
ASESOR

”

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**



HOJA DE CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR

La presente tesis titulada: “Efecto del silicio en el control de *Botrytis cinerea* en *Fragaria ananassa* “fresa” variedad San Andreas en Vinzos, Santa, Ancash – 2021”. Tiene la aprobación del jurado evaluador, designado mediante Resolución Decanal N° 456 – 2023 – UNS – CFI, de fecha 24 de julio del 2023, quienes consideran aprobados a los bachilleres: Yoryi Josimar Cuba Naveda y Juana Paola Villar Huaripata; firmando en señal de conformidad.

Ms. Walver Keiser Lázaro Rodríguez
DNI. N°: 40320788
Código ORCID: 0000-0002-2626-5010
PRESIDENTE

Ms. Wilmer Aquino Minchán
DNI. N°: 26602902
Código ORCID: 0000-0002-2624-1174
SECRETARIO

Ms. José Ismael Pérez Cotrina
DNI. N°: 27540418
Código ORCID: 0000-0002-3426-5360
INTEGRANTE



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA
CHIMBOTE - PERÚ

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA AGRÓNOMA
epagronoma@uns.edu.pe

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 21 días del mes de setiembre del año dos mil veintitres, siendo las 06:10 pm. en la Sala de Docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma-FI-UNS, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante Resolución . N° 456-2023-UNS-CFI, integrado por los docentes: **Mg. Walver Keiser Lázaro Rodríguez (Presidente)**, **Ms. Wilmer Aquino Minchán (Secretario)** y **Ms. José Ismael Pérez Cotrina (Integrante)**, y de expedito según Resolución Decanal N° 634 -2023-UNS-FI para la sustentación de la Tesis titulada: **“EFECTO DEL SILICIO EN EL CONTROL DE *Botrytis cinerea* En *Fragaria ananassa* “FRESA” VARIEDAD SAN ANDREAS EN VINZOS, SANTA, ANCASH – 2021”**, perteneciente a los bachilleres : **CUBA NAVEDA YORYI JOSIMAR**, con código de matrícula N° 0201115036 y **VILLAR HUARIPATA JUANA PAOLA**, con código de matrícula N° 0201115021 de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma, quien es asesorado por el docente: **Ms. José Ismael Pérez Cotrina**.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General de Grados y Títulos, vigente, declaran aprobar:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
CUBA NAVEDA YORYI JOSIMAR	<i>16</i>	<i>REGULAR</i>

Siendo las 07:00 pm del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, setiembre 21 de 2023


Mg. Walver Keiser Lázaro Rodríguez
PRESIDENTE


Ms. Wilmer Aquino Minchán
SECRETARIO


Ms. José Ismael Pérez Cotrina
INTEGRANTE



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA AGRÓNOMA
epagronoma@uns.edu.pe

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 21 días del mes de setiembre del año dos mil veintitres, siendo las 06:10 pm. en la Sala de Docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma-FI-UNS, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante Resolución . N° 456-2023-UNS-CFI, integrado por los docentes: **Mg. Walver Keiser Lázaro Rodríguez (Presidente)**, **Ms. Wilmer Aquino Minchán (Secretario)** y **Ms. José Ismael Pérez Cotrina (Integrante)**, y de expedito según Resolución Decanal N° 634 -2023-UNS-FI para la sustentación de la Tesis titulada: **“EFECTO DEL SILICIO EN EL CONTROL DE *Botrytis cinerea* En *Fragaria ananassa* “FRESA” VARIEDAD SAN ANDREAS EN VINZOS, SANTA, ANCASH – 2021”**, perteneciente a los bachilleres : **CUBA NAVEDA YORYI JOSIMAR**, con código de matrícula N° 0201115036 y **VILLAR HUARIPATA JUANA PAOLA**, con código de matrícula N° 0201115021 de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma, quien es asesorado por el docente: **Ms. José Ismael Pérez Cotrina**.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General de Grados y Títulos, vigente, declaran aprobar:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
VILLAR HUARIPATA JUANA PAOLA	16	REGULAR

Siendo las 07:00 pm del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, setiembre 21 de 2023


Mg Walver Keiser Lázaro Rodríguez
PRESIDENTE


Ms. Wilmer Aquino Minchán
SECRETARIO


Ms. José Ismael Pérez Cotrina
INTEGRANTE



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Yoryi Cuba Naveda
Título del ejercicio: informe final de tesis
Título de la entrega: EFECTO DEL SILICIO EN EL CONTROL DE *Botrytis cinerea* En F...
Nombre del archivo: TESIS-2023.pdf
Tamaño del archivo: 4.8M
Total páginas: 121
Total de palabras: 22,129
Total de caracteres: 118,992
Fecha de entrega: 17-ago.-2023 05:56p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre... 2147256330

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA



INFORME DE TESIS

"EFECTO DEL SILICIO EN EL CONTROL DE *Botrytis cinerea* EN *Fragaria ananassa* "FRESA" VARIEDAD SAN ANDREAS EN VINZOS, SANTA, ANCASH - 2021"

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO

AGRÓNOMO

AUTORES:

Bach. CUBA NAVEDA, Yoryi Josimar

Bach. VILLAR HUARIPATA, Juana Paola

ASESOR:

Ing. Mg. Sc. PEREZ COTRINA, José Ismael

Nuevo Chimbote - Perú

2023

EFECTO DEL SILICIO EN EL CONTROL DE Botrytis cinerea En Fragaria ananassa "FRESA" VARIEDAD SAN ANDREAS EN VINZOS, SANTA, ANCASH – 2021"

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%	22%	2%	7%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
2	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	bosques.ciren.cl Fuente de Internet	1%
4	docplayer.es Fuente de Internet	1%
5	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	1%
6	www.hortalizas.com Fuente de Internet	1%
7	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	1%
8	idoc.pub Fuente de Internet	1%

DEDICATORIA

Al Dios altísimo que es la fuente del conocimiento, perdón y amor, por enseñarme el camino correcto guiándome y fortaleciéndome cada día de mi vida.

A mis padres y hermanos, por estar a mi lado en todo momento, motivándome en mi formación profesional y personal.

A mis queridos amigos, Shirley y David, por el apoyo incondicional, paciencia y conocimientos brindados durante todo el proceso de la tesis.

A la Ing. Gloria Patricia Quispe Silva, en memoria y agradecimiento infinito a sus enseñanzas y amistad.

Juana Paola Villar Huaripata

DEDICATORIA

Dedico este trabajo:

A Dios primero, por darme las fuerzas y entregarme sus bendiciones durante este largo camino

A mis padres Juan y Reyna por su apoyo incondicional y consejos que me impulsan a ser mejor cada día, así como a todos mis hermanos por su constante confianza.

A mis amigos que siempre estuvieron apoyándome y sobre todo a mi compañera de tesis Paola Villar por su interés y compromiso en el desarrollo de la presente tesis

Yoryi Josimar Cuba Naveda

AGRADECIMIENTOS

El desarrollo del presente informe no hubiera sido posible sin la desinteresada colaboración de las siguientes personas, para las cuales va mi agradecimiento y consideración:

A Dios por la vida y oportunidad que nos brinda para cada día ser mejores.

A nuestros padres por su sacrificio desmedido, porque con ejemplo y esfuerzo me educaron y enseñaron a superar todos los obstáculos.

Al Sr. Fredi García Vidal, quien nos brindó la oportunidad de realizar el proyecto en sus predios, depositando así su confianza y compartiendo con nosotros sus conocimientos.

Al Ing. Martin Augusto Delgado Junchaya, por su apoyo incondicional, consejos y por ser partícipe de esta etapa de crecimiento profesional.

Al Ms. Pedro Antonio Vargas Linares, por compartir sus conocimientos y enseñanzas, en el desarrollo de este trabajo.

Al Ms. José Ismael Pérez Cotrina, asesor del presente trabajo de tesis, porque en todo momento nos dio su apoyo compartiendo con nosotros sus enseñanzas y sus consejos para llevar a adelante el proyecto.

Al Ing. Pilar Ventura Grados, por sus enseñanzas y amistad.

A mis profesores de la UNS, quienes con sus enseñanzas enriquecieron nuestra formación académica y profesional.

A todos ellos, muchas gracias de todo corazón.

Villar Huaripata Juana Paola

Cuba Naveda Yoryi Josimar

INDICE

DEDICATORIA	8
DEDICATORIA	9
AGRADECIMIENTOS	10
LISTA DE TABLAS.....	16
LISTA DE FIGURAS	17
LISTA DE ANEXOS.....	18
I. INTRODUCCIÓN	22
1.1. Antecedentes	23
1.2. Formulación del problema	28
1.3. Objetivos	29
1.3.1. Objetivo general.....	29
1.3.2. Objetivos específicos.....	29
1.4. Formulación de la hipótesis	30
1.4.1. Hipótesis general.....	30
1.4.2. Hipótesis nula.....	30
1.5. Justificación	30
1.6. Limitaciones del trabajo.....	31
II. Marco referencial	32
2.1. Bases teóricas.....	32

2.1.1.	Origen del cultivo de <i>Fragaria ananassa</i>	32
2.1.2.	Taxonomía.....	33
2.1.3.	Clasificación.....	33
2.1.4.	Morfología.....	34
2.2.	Requerimientos edafoclimáticos.....	36
2.2.1.	Fotoperiodo	37
2.2.2.	Temperatura	37
2.2.3.	Agua	38
2.2.4.	Suelo.....	39
2.3.	Fenología.....	39
2.3.1.	Etapa vegetativa:	39
2.3.2.	Etapa reproductiva:	39
2.3.3.	Etapa productiva:.....	39
2.4.	Variedades.....	40
2.4.1.	Descripción de la variedad en estudio.....	42
2.5.	Manejo agronómico	43
2.5.1.	Preparación del suelo.	43
2.5.4.	Fertilización.....	43
2.6.	Plagas y enfermedades.....	45
2.6.1.	Descripción de la enfermedad en estudio <i>Botrytis cinérea</i>	45

2.6.1.2.	<i>Taxonomía.</i>	46
2.6.1.3.	<i>Morfología.</i>	47
2.6.1.4.	<i>Ciclo de infección.</i>	48
2.6.1.5.	<i>Sintomatología.</i>	52
2.6.1.6.	<i>Epidemiología.</i>	54
2.6.1.7.	<i>Control.</i>	55
2.7.	El silicio (Si) elemento benéfico.	57
2.7.1.	Importancia del Silicio.	57
2.7.2.	El silicio en las plantas.	58
2.7.3.	El silicio y su acción fungicida.	60
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	62
3.1.	Ubicación del experimento	62
3.2.	Materiales.	63
3.2.1.	Material vegetal.	63
3.2.2.	Materiales de laboratorio.	63
3.2.3.	Materiales de campo.	63
3.2.4.	Materia prima e insumos.	63
3.2.5.	Materiales de escritorio.	64
3.2.6.	Equipos.	64
3.2.7.	Software.	64

3.3.	Variable y tratamiento de estudios.....	65
3.3.1.	Variable independiente.....	65
3.3.2.	Variable dependiente.....	65
3.3.3.	Tratamiento en estudios.	66
3.3.4.	Mapa de los tratamientos y repeticiones de la investigación.....	66
3.4.	Diseño experimental	67
3.5.	Población y muestra.....	68
3.5.1.	Población.....	68
3.5.2.	Muestra.....	68
3.6.	Parámetros evaluados.....	68
3.6.1.	Evaluación en campo.	68
3.6.2.	Toma y selección de muestras.....	68
3.7.	Metodología	69
3.7.1.	Instalación y manejo.....	69
3.7.3.	Control fitosanitario.	81
3.7.4.	Aislamiento de <i>Botrytis cinérea</i>	84
3.7.4.1.	<i>Inoculación del patógeno en campo</i>	85
3.7.5.	Cosecha.	85
3.7.6.	Recolección de muestras para la toma de datos.	86
3.7.7.	Técnicas e instrumentos.....	87

3.7.8. Análisis de datos	89
IV. RESULTADOS	90
4.1. Determinación del mejor producto y la dosis precisa a base de Silicio en el control de <i>Botrytis cinerea</i> en el cultivo de <i>Fragaria ananassa</i> “fresa”, variedad San Andreas.	90
4.2. Análisis de varianza	96
V. DICUSIONES	102
VI. CONCLUSIONES	107
VII. RECOMENDACIONES	108
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	109
ANEXOS.....	118

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Crecimiento y desarrollo de <i>Fragaria ananassa</i> “fresa”	38
Tabla 2 Variedades comerciales de <i>Fragaria ananassa</i> “fresa”	41
Tabla 3 Descripción de la variedad San Andreas.....	42
Tabla 4 Parámetros de fertilización en el cultivo de fresa.	44
Tabla 5 Fertilización de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo de fresa.....	44
Tabla 6 Tratamientos de la investigación.....	66
Tabla 7 Tratamientos de la investigación.....	66
Tabla 8 Resultados de textura de suelo	69
Tabla 9 Resultados macronutrientes del suelo	70
Tabla 10 Resultados micronutrientes del suelo.....	70
Tabla 11 Resultados metales del suelo.....	70
Tabla 12 Plan de fertirriego.....	73
Tabla 13 Tabla composición de DIATOMIX	74
Tabla 14 Descripción de las dosis por tratamiento de DIATOMIX	76
Tabla 15 Composición del MISSOURI	77
Tabla 16 Descripción de las dosis por tratamiento de MISSOURI.....	78
Tabla 17 Descripción de las dosis por tratamiento de MAGNEKLIN	81
Tabla 18 Productos usados en el control fitosanitario.....	82
Tabla 19 Escala numérica de severidad de <i>Botrytis cinerea</i>	88

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Fases del cultivo de <i>Fragaria ananassa</i> “fresa”	40
Figura 2 <i>Conidióforos y conidias del hongo Botrytis cinerea.</i>	47
Figura 3 Ciclo de infección de <i>Botrytis cinerea.</i>	51
Figura 4 <i>Ciclo de la enfermedad de Botrytis cinerea en fresa.</i>	52
Figura 5 <i>Síntomas de infección por Botrytis cinerea en fresa.</i>	53
Figura 6 <i>Formación de una capa de silicio insoluble que evita la penetración de hongos....</i>	60
Figura 7 <i>Ubicación geográfica del proyecto experimental.</i>	62
Figura 8 <i>Diseño experimental.</i>	67
Figura 9 <i>Control y reconocimiento de plagas y enfermedades en cultivo de fragaria ananassa “fresa”</i>	83
Figura 10 <i>Escala pictográfica de severidad Botrytis cinérea en Fragaria ananassa “fresa”</i>	88

INDICE DE ANEXOS

<i>Anexo 1. Recolección de muestra de suelo</i>	118
<i>Anexo 2. Preparación del terreno</i>	118
<i>Anexo 3. Delimitación del campo experimental e instalación del sistema de riego.....</i>	119
<i>Anexo 4. Plantines de Fragaria ananassa “fresa” variedad San Andreas</i>	119
<i>Anexo 5. trasplante de plantines de Fragaria ananassa “fresa” variedad San Andreas en el área experimental.</i>	120
<i>Anexo 6. Señalización de los tratamientos en campo</i>	120
<i>Anexo 7. Fertirriego de Fragaria ananassa “fresa” variedad San Andreas en el área experimental.....</i>	120
<i>Anexo 8. Desmalezado de Fragaria ananassa “fresa” variedad San Andreas en el área experimental.....</i>	121
<i>Anexo 9. Diatomix 92% (SiO₂) en el campo experimental.</i>	121
<i>Anexo 10. MISSOURI 30%(SiO₂) en el campo experimental.</i>	122
<i>Anexo 11. MAGNEKLIN 35%(SiO₂) en el campo experimental.....</i>	122
<i>Anexo 12. Recolección de frutos de Fragaria ananassa “fresa” variedad San Andreas afectados con síntomas y signos de Botrytis cinerea encontrados en el tratamiento cero T0 del campo experimental de Vinzos.....</i>	123
<i>Anexo 13. Suspensión de conidias de Botrytis cinérea e inoculación por aspersión en plantas de Fragaria ananassa “fresa” variedad San Andreas en el área experimental.</i>	123
<i>Anexo 14. Recolección de muestras para la toma de datos de Fragaria ananassa “fresa” variedad San Andreas en el área experimental.</i>	124
<i>Anexo 15. Vista microscópica de Botrytis cinerea.....</i>	125

<i>Anexo 16. Cartilla de evaluación de Botrytis cinerea</i>	<i>126</i>
<i>Anexo 17. Etiqueta de identificación de muestra</i>	<i>127</i>

RESUMEN

El trabajo de investigación, tuvo por objetivo general determinar el efecto del silicio en el control de *Botrytis cinerea* en el cultivo de *Fragaria ananassa* “fresa”, variedad San Andreas en el sector de Vinzos, distrito Chimbote, provincia del Santa, departamento de Ancash. Para lo cual se evaluó la incidencia y severidad para cada uno de los tratamientos utilizando una escala numérica y pictográfica, en cuanto a la metodología se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, con tres repeticiones y nueve tratamientos más un testigo; se usó los siguientes productos y dosis respectivas: Missouri 0.5(T1), 0.8 (T2) y 1.0 (T3)L/cil, Magneclin 100(T4), 150(T5) y 200(T6) kg/ha y Diatomix: 8(T7), 16(T8) y 22(T9) kg/ha. Respecto a los resultados concluimos que DIATOMIX 92% (SiO₂) tuvo un efecto control del 12% en severidad y 50% de incidencia en *Botrytis cinerea*.

Palabras claves: Fresa, silicio, *Botrytis*.

ABSTRACT

The general objective of the research work was to determine the effect of silicon on the control of *Botrytis cinerea* in the cultivation of *Fragaria ananassa* "strawberry", San Andreas variety in the Vinzos sector, Chimbote district, Santa province, Ancash department. For which the incidence and severity for each of the treatments was evaluated using a numerical and pictographic scale, in terms of methodology, a randomized complete block experimental design was used, with three repetitions and nine treatments plus a control; The following products and respective doses were used: Missouri 0.5(T1), 0.8 (T2) and 1.0 (T3)L/cil, Magneclin 100(T4), 150(T5) and 200(T6) kg/ha and Diatomix: 8 (T7), 16(T8) and 22(T9) kg/ha. Regarding the results, we conclude that Diatomix 92% (SiO₂) had a control effect of 12% in severity and 50% incidence in *Botrytis cinerea*.

Keywords: *Strawberry, silicon, Botrytis.*

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de fresa de género *fragaria ananassa*, pertenece a la familia Rosaceae. Su identificación se le atribuye al botánico francés Antoine Nicolás Duchesne y son frutos de importancia económica a nivel mundial.

Considerando que *Fragaria ananassa* “fresa” es un cultivo muy rentable; pero altamente perecible y susceptible a *Botrytis cinerea* dado que es una enfermedad que reduce la superioridad y el valor comercial del producto. Por ello, se buscan nuevas alternativas de solución para el control de *Botrytis cinerea*. Por lo que, el presente trabajo de investigación se basó en el uso del silicio para controlar o mitigar la incidencia de *Botrytis cinerea* y mejorar la calidad y producción de *Fragaria ananassa* “fresa”.

Las plantas absorben silicio en forma de ácido monosilícico Si (OH)_4 , el transporte de Si se da solamente por el xilema y su distribución dentro de la planta depende de la velocidad de transpiración. Mengel & Kirkby (1987), el silicio actúa como un elemento beneficioso para el crecimiento de las plantas y brinda protección contra el estrés abiótico y biótico, además muestra actividad antifúngica. Por ello basamos la investigación en el efecto del silicio para el control de *Botrytis cinérea* en *Fragaria ananassa* “fresa”.

1.1. Antecedentes

Collaguazo (2021) la finalidad de su estudio fue evaluar el efecto control de *Trichoderma spp.* y *Bacillus amyloliquefaciens* en *Botrytis cinerea* en frutos de *Fragaria ananassa* “fresa”. Usando un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial para los tratamientos experimentales. El ensayo mostró que: *Trichoderma spp.* y *Bacillus amyloliquefaciens* disminuyeron la presencia de *Botrytis cinerea* en *Fragaria ananassa* “fresa” según su estado de madurez.

Ahamad & Siddiqui (2021) en su investigación tuvieron como objetivo estudiar los efectos de nanopartículas de pulverización foliar de dióxido de silicio (SiO_2), óxido de zinc (ZnO) y dióxido de titanio (TiO_2) en el manejo de *Meloidogyne incognita*, *Alternaria dauci* y *Rhizoctonia solani*, en *Daucus carota*, con las siguientes dosis: dióxido de silicio al: 0,10 mg/ml y 0,05 mg/ml, óxido de zinc al: 10 mg/ml y 0,05 mg/ml, dióxido de titanio al: 0,10 mg/ml y 0,05 mg/ml. Obteniendo como resultado que la pulverización foliar de nanopartículas de dióxido de silicio disminuyó los índices de nematodos y enfermedades, seguido de las nanopartículas de óxido de zinc y de dióxido de titanio.

Khan & Siddiqui (2020) con el objetivo de evaluar el potencial de las nanopartículas de dióxido de silicio (SiO_2) para el manejo de *Meloidogyne incognita*, *Pectobacterium betavascularum* y *Rhizoctonia solani*, en *Beta vulgaris* usaron nanopartículas de dióxido de silicio (SiO_2) en dos concentraciones: 100 mg/L y 200 mg/L, que se impregnaron en semillas y en aspersion foliar bajo condiciones de invernadero. Dando como resultado que las

nanopartículas de SiO₂, en semillas así como en aspersión foliar, provocaron una reducción en los índices de agallas, multiplicación de nematodos y enfermedades.

Peris, et al. (2020) en su investigación tuvieron como objetivo evaluar los efectos beneficiosos del silicio sobre el rendimiento, la calidad y la vida útil de *Fragaria* “fresa” variedad Fortuna en diferentes sustratos y en condiciones de invernadero bajo las siguientes dosis de hierro: (20 µM y 5 µM). Demostrando que la aplicación de silicio de forma radicular mejoro la calidad, rendimiento y firmeza de la fruta.

Han Yong qiang, et al. (2018) su investigación tuvo como objetivo evaluar los efectos de la enmienda de silicio en la aparición de las principales plagas y enfermedades en el rendimiento del arroz. Los resultados indicaron que la enmienda de Si a 300 kg SiO₂/ha, proporciona una protección sustancial contra algunas de las plagas del arroz en condiciones de campo. Estos hallazgos apoyan la recomendación de enmienda de silicio como un componente clave del manejo integrado de plagas de arroz

Chen et al. (2020) en su investigación tuvieron como objetivo aislar *Lactobacillus plantarum* CM-3 endofíticas y evaluar su control biológico contra *Botrytis cinerea*. Las unidades formadoras de colonias *Lactobacillus plantarum* CM-3 tuvieron las siguientes concentraciones de 10^8 m/L y 10^9 m/L, las cuales disminuyeron la incidencia de *Botrytis cinerea* en un 48,23% y 75%, después de seis días del almacenamiento a 20°C. Los resultados del presente estudio sugirieron que *Lactobacillus plantarum* CM-3 podría ser un agente de control biológico prometedor para su aplicación durante el almacenamiento postcosecha y la comercialización de productos hortícolas.

Swett et al. (2020) en su investigación tenían como objetivo evaluar el uso de un programa de fungicidas para controlar eficazmente la pudrición de la fruta por *Botrytis cinerea* y *Colletotrichum acutatum* en los campos de *Fragaria* “fresas” del Atlántico medio, luego de dos años los resultados indicaron que las aplicaciones de fungicidas mermaron en un 50% para el control de *Botrytis cinerea* y del 58% para el control de *Colletotrichum acutatum*. Se concluyó que la programación de aspersion basadas en el Sistema de Asesoramiento de la *Fragaria* “fresa” en modelos calendarios tiene un control efectivo en *Botrytis cinerea*.

Mekawi et al. (2019) en su investigación tuvieron como propósito evaluar el impacto del estudio antes de la cosecha con ciertos ácidos orgánicos (ácido salicílico, ácido cítrico) y aceites vegetales (aceites de clavo y oliva), sobre las propiedades antioxidantes y la resistencia a *Botrytis cinerea* en frutos de pimiento se obtuvo como resultado que la pulverización de plantas de pimiento en condiciones de casas de plástico con salicílico, ácido cítrico y clavo con aceite de oliva a diferentes concentraciones ácido salicílico a 8 mM y ácido cítrico a 30 mM, mientras que

los aceites de clavo con oliva a razón de 5 ml/L) redujeron el desarrollo de *Botrytis cinerea* en frutos de pimiento durante el almacenamiento en frío.

Cumplido et al. (2019) tuvieron como objetivo determinar el efecto de la aplicación de nanopartículas de cobre y silicato de potasio sobre el control de *Clavibacter michiganensis* en tomate. Las nanopartículas de cobre y silicato de potasio mostraron un control eficaz para controlar *Clavibacter michiganensis*. Asimismo la aplicación conjunta de nanopartículas de cobre y silicato de potasio modificó los niveles de compuestos enzimáticos y no enzimáticos clave en la defensa de las plantas de tomate, aumentando la tolerancia a *Clavibacter michiganensis*.

Elsherbiny & Mohamed (2018) investigaron el potencial inhibidor del silicio (Si) contra *Sclerotinia sclerotiorum*, agente causal de la pudrición de la zanahoria poscosecha, en condiciones in vitro e in vivo, y se evaluaron los posibles modos de acción del silicio. Obteniendo como resultado que el silicio a concentración de 10 mM reduce en un 60,6% los daños causados por *Sclerotinia sclerotiorum* en los frutos de zanahoria.

Ayoub et al. (2018) tuvieron como objetivo determinar un nuevo programa de Manejo Integrado de Plagas basado en la combinación de pesticidas sintéticos con un desinfectante para el control de *Botrytis cinerea* en condiciones de campo, para la investigación se usó dos fungicidas SWITCH y SIGNUM con las siguientes concentraciones: 1, 1/2 y 1/4 de la dosis recomendada y un desinfectante orgánico PERACLEAN®5 a concentración de: 0.5, 1 y 1.5 %. Finalmenete encontraron que la mezcla de 1/4 de la concentración recomendada de SWITCH (15

g/L) con 0.5% de PERACLEAN®5 logro reducir el 85% las infestaciones causadas por *Botrytis cinerea* y disminuyó en un 75% la cantidad usada de este pesticida.

Cáceres (2020) su trabajo de investigación incluye evaluar los efectos de cuatro fuentes químicas de fungicidas; Captan (0.25%), Propineb (0.25%), Fludioxonil + Cyprodinil (0.05%) e Iprodione (0.15%), y una fuente biológica a base de extracto de *Melaleuca alternifolia* (0.1%), el rendimiento de la producción se estimó basándose en el método de recuento de frutos. Los resultados en condiciones de campo mostraron que Fludioxonil + Cyprodinil e Iprodione muestran porcentajes de control en *Botrytis cinerea*.

Llanos (2017) tuvo como objetivo evaluar los efectos de los siguientes cinco fungicidas químicos: Tryfloxistrobin (0.0625%), Pirimetanil + Fluopyram (0.1%), Pirimetanil (0.1%), Fenhexamid (0.75 l/ha) y Carbendazim (0.125%), y dos biológico; *Bacillus subtilis* Cepa QST713 (0.75%) y *Bacillus pumilus* Cepa QST2808 (0.75%) contra *Botrytis cinerea*. El ensayo mostró que: Tryfloxystrobin, Pirimetanil + Fluopyram, Pirimetanil, Fenhexamidc y el fungicida biológico *Bacillus subtilis* Cepa QST713 tuvieron un efecto control sobre *Botrytis cinerea*.

Bartra, (2017) en su investigación tuvo el objetivo de evaluar la eficacia de tres agentes para el control de *Botrytis cinerea Pers.* en *Passiflora ligularis Juss.* Los tratamientos fueron: Caldo bordalés, *Trichoderma*, Epoxiconazole + Pyraclostrobin, y el tratamiento control. El estudio empleo el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con cuatro tratamientos y tres repeticiones teniendo mejores rendimientos en frutos sanos con el uso de: Epoxiconazole + Pyraclostrobin (T3) y *Trichoderma* (T2).

1.2. Formulación del problema

Fragaria ananassa “fresa” es un cultivo de gran valor económico para los productores del sector de Vinzos en la región Áncash. En la zona la época de siembra (trasplante) se realiza entre los meses de abril y mayo. En la actualidad se tiene un área sembrada de diez hectáreas aproximadamente beneficiando a más de cincuenta familias, el costo de producción en promedio es de veinticinco mil soles por hectárea. El cultivo presenta una fenología de 4 fases: desarrollo vegetativo, floración, maduración de fruto y cosecha. Presentando problemas de incidencia de *Botrytis cinerea* en la fase de floración hasta finalizar la campaña, por lo cual los productores emplean el uso desmedido de fungicidas químicos aplicados directamente al fruto para el control del patógeno, realizando más de cuatro aplicaciones preventivas a lo largo de la campaña, sin considerar las aplicaciones correctivas que se presentan cuando se tiene una humedad relativa del 95% y una temperatura entre 17°C y 23°C, los cuales son las condiciones óptimas del desarrollo del patógeno. Esto genera un incremento del 35% de los costos de producción, también afecta la salubridad e inocuidad del producto y la salud de los consumidores. Además, el uso desmedido de fungicidas causa impactos negativos en el ecosistema.

Considerando que *Fragaria ananassa* “fresa” es un cultivo muy rentable; pero altamente perecible y susceptible a *Botrytis cinerea* dado que es una enfermedad que reduce la superioridad y el valor comercial del producto. Por ello que se buscan nuevas alternativas de solución para el control de *Botrytis cinerea*. Frente a esta problemática se considera necesario la elaboración de un proyecto basado en el uso del silicio para controlar o mitigar la incidencia de *Botrytis cinerea* y así mejorar la calidad y producción de *Fragaria ananassa* “fresa”.

A la fecha, no se conoce el efecto del silicio en el control de *Botrytis cinerea* bajo las condiciones del sector Vinzos, por lo tanto, este trabajo se propone como una alternativa importante.

Considerando la problemática de la investigación nos formulamos lo siguiente:

¿Cuál será el efecto del silicio en el control de *Botrytis cinerea* en cultivo de *Fragaria ananassa* “fresa” variedad San Andreas en el Sector de Vinzos, Santa, Ancash?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general.

- Determinar el efecto del silicio en el control de *Botrytis cinerea* en el cultivo de *Fragaria ananassa* “fresa”, variedad San Andreas en el Sector de Vinzos, Santa, Ancash.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Determinar el mejor producto a base de Silicio en el control de *Botrytis cinerea* en el cultivo de *Fragaria ananassa* “fresa”, variedad San Andreas.
- Precisar la dosis de aplicación adecuada de los productos a base de silicio en el control de *Botrytis cinerea* en cultivo de *Fragaria ananassa* “fresa”, variedad San Andreas.

1.4. Formulación de la hipótesis

1.4.1. Hipótesis general.

- El uso del silicio tendrá un efecto en el control de *Botrytis cinerea* en *Fragaria ananassa* “fresa” variedad San Andreas en Vinzos, provincia del Santa, departamento de Ancash.

1.4.2. Hipótesis nula.

- El uso del silicio no tendrá ningún efecto en el control de *Botrytis cinerea* en *Fragaria ananassa* “fresa” variedad San Andreas en Vinzos, provincia del Santa, departamento de Ancash.

1.5. Justificación

Con el presente trabajo de investigación se busca nuevas alternativas de solución que puedan incorporarse en un plan fitosanitario para disminuir los daños ocasionados por *Botrytis cinerea*. Así mismo, evitar la resistencia creada por el uso excesivo de fungicidas químicos, disminuir los costos de producción generando mayor rentabilidad. Por ello se realizará el siguiente trabajo de investigación.

Asimismo, con los resultados de este trabajo se propone controlar o reducir de forma significativa los daños causados por *Botrytis cinerea*, mejorando el nivel de control siendo más amigable con el ecosistema, ambiente y la salud de los consumidores.

Finalmente servirá de guía para productores y profesionales dedicados al campo, que busquen desarrollar alternativas de solución innovadoras y rentables en el manejo de control de *Botrytis cinerea*.

1.6. Limitaciones del trabajo

Las limitaciones durante el desarrollo de la investigación fueron las siguientes:

- La falta de una estación meteorológica en la zona que nos ayude a obtener datos exactos sobre la temperatura y humedad relativa.
- La escasez de laboratorios de análisis en la provincia.
- Escases de productos a base de silicio en el mercado.
- Carencia de proyectos relacionados al objetivo del estudio.

II. Marco referencial

2.1. Bases teóricas

2.1.1. Origen del cultivo de *Fragaria ananassa*

El género *fragaria* pertenece a la familia Rosaceae. La historia del registrador de las fragas se remonta con los primeros colonos en América del norte donde cultivan la fresa nativa, *Fragaria virginiana*, que era una planta resistente con la capacidad de soportar el frío y la sequía a principios del 1600, *Fragaria virginiana* se importó a Europa desde América del Norte.

En los años 1700, se encontró una fresa silvestre en Chile, *Fragaria chiloensis*, que producía frutos grandes, pero no se adaptaba bien a los diferentes climas. En el Norte de Europa y Francia, cultivaban la fresa de bosque, *Fragaria vesca* (L), que era apreciada tanto por sus flores como por su fruto, además, las fresas almizcladas, *Fragaria moschata*, también se cultivaron en Europa y Rusia durante siglos.

Las fresas almizcladas son de color rojo claro a morado y tienen un fuerte sabor vinoso como las uvas Moscatel. En 1714 tuvo lugar el acontecimiento más importante de la historia de la fresa moderna. Amedée-Francois Frézier, miembro del ejército francés, regresó del Perú y Chile con algunas plantas de *F. chiloensis*. cuando llegó distribuyó sus plantas, uno de ellos se plantó junto con *F. virginiana* en Brest, Francia. Un híbrido natural que comprende una planta resistente con frutos grandes desarrollados por cruzamiento natural y por lo tanto se notó este híbrido natural se llamó *Fragaria x ananassa Duch.*, y muchas especies anteriores han sido suplantadas por su cultivo desde entonces. Amjad M. & Davide (2016).

2.1.2. Taxonomía

Al botánico francés Antoine Nicolás Duchesne se le atribuye la identificación del híbrido natural *Fragaria x ananassa*. La fresa cultivada *Fragaria x ananassa Duch.* es un miembro de la familia de las Rosáceas, subfamilia Rosoideae, junto con las moras y frambuesas.

Hay alrededor de 34 especies de *Fragaria* que se encuentran en Asia, América (norte y sur) y Europa, de las cuales dos se cultivan comercialmente por su fruto: *Fragaria moschata*, la fresa almizclada o Hautboy, y *Fragaria vesca*, las especies fueron cultivado durante siglos, pero hoy en día hay muy poca producción, debido al éxito de *Fragaria ananassa*. Amjad M. & Davide (2016).

2.1.3. Clasificación.

CABI, (2019), presenta la siguiente clasificación botánica

Dominio	:	Eukaryota
Reino	:	Plantae
Phylum	:	Espermatophyta
Subfilo	:	Angiospermas
Clase	:	Dicotyledonae
Orden	:	Rosales
Familia	:	Rosaceae
Género	:	Fragaria
Especie	:	Fragaria ananassa

El cultivo de fresa de género *fragaria x ananassa*, son frutos de color rojo con importancia económica a nivel mundial. Poling, (2012) afirma. “La planta de fresa tiene un tallo corto y engrosado (llamado “corona”) que tiene un punto de crecimiento en el extremo superior y que forma raíces en su base (..). Las hojas nuevas y los racimos de flores emergen de los “brotes carnosos” de la copa (...)” (p. 1).

2.1.4. Morfología

A continuación, se describe la morfología de *Fragaria ananassa* “fresa” con base en la literatura encontrada.

a) Raíz

Presenta raíces adventicias con cambium y además existe un sistema de raicillas secundarias de color claro, encargadas de absorber nutrientes y almacenar sustancias de reserva. Las raíces se sitúan entre los primeros 30-35 cm de profundidad.

Además de las funciones normales de los sistemas radiculares, almacenan almidón en el período de latencia invernal para el posterior desarrollo y floración de la planta (López Aranda, 2008).

b) Corona

La corona es un tallo que sobresale del suelo, se alarga lentamente formando entrenudos muy cortos y nudos en donde se insertan las hojas y las yemas axilares. La corona original se ramifica formando coronas secundarias. (Lavín & Maureira, 2002, p. 17)

c) Hojas

Las hojas son compuestas y la mayoría tiene tres folíolos, con estípulas en su base, de color verde oscuro, con muchas estomas para poder realizar una intensa transpiración. En las axilas se forman yemas vegetativas o productivas, dando origen las primeras a estolones y las segundas a las inflorescencias que van a producir los frutos (Añez & Cedeño, s.f.).

d) Tallo

El tallo es aéreo, comúnmente llamado estolón que sencillamente es un tallo rastrero desarrollándose de forma horizontal y produce raíces adventicias al estar en contacto con el suelo originando a una nueva planta. Rodríguez & Lozano, (2014) afirma que: “El tallo está constituido por un eje corto cónico denominado corona que contiene escamas foliares” (p. 188).

e) Flores

Las flores son hermafroditas Barclay Poling (s. f.) afirma que los sépalos son pequeñas estructuras de color verde en forma de hoja debajo de los pétalos de color blanco que encierran la flor en la etapa de yema. La flor está formada por cinco sépalos, los estambres son las partes "masculinas" de la flor que descargan polen para fertilizar las partes "femeninas" de la flor, llamadas pistilos. los Numerosos pistilos nacen en un tallo de soporte de flores redondeado o cónico llamado el "receptáculo". En la madurez, el receptáculo se convierte en la "baya" jugosa y agrandada.

f) Fruto

El fruto es un agregado, lo que quiere decir, que proviene de una sola flor que tiene los carpelos separados y de cada ovario sale un pequeño fruto, en el caso de la fresa el fruto está formado por varios aquenios dispuestos sobre un receptáculo carnoso. El aquenio es un fruto monocárpico, indehisciente, seco y de una sola semilla. Después de realizada la fecundación, los óvulos al transformarse en aquenios estimulan el engrosamiento del receptáculo, el cual al transformarse en carnoso forma el fruto. Se pueden presentar frutos con corazón lleno o corazón vacío. (Angulo, R. 2009)

2.2. Requerimientos edafoclimáticos

Es importante conocer cuales son las condiciones edafoclimaticas favorables para el cultivo de fresas por lo tanto Morales et al. (2017) afirma que la frutilla se adapta a diferentes climas, adaptandose mejor a climas cálidos, sin heladas y vientos, sin precipitaciones en periodo de cosecha ni altas temperaturas. En la Costa el cultivo puede producir fuera de estación, permitiendo abastecer los mercados en época de escasez de fruta.

Las diferentes variedades responden a las horas luz, y al frío recibido antes de la plantación, temperatura durante el desarrollo vegetativo y floración, que incidirá en el rendimiento final.

Por otra parte, la Cámara de Comercio de Bogotá (2015) da a conocer las condiciones agroclimáticas para el desarrollo de la fruta:

- Altura sobre el nivel del mar: 0 – 3000 m.s.n.m
- Temperatura: en el día entre 18 – 25°C, por la noche entre 8 – 13°C
- Humedad relativa: entre 60% y 75%
- Requerimiento hídrico: 400 – 600 mm/año

- Tipo de suelo: arenoso o franco arenoso con contenido de arena superior a 50%
- Rango de pH: moderadamente ácido, valores entre 5,7 – 6,5
- Luminosidad: las variedades de día corto requieren entre 8 y 12 horas luz.

A continuación, se describe los factores más importantes para su desarrollo:

2.2.1. Fotoperiodo

El cultivo de fresa de acuerdo con las horas luz según Cámara de Comercio de Bogotá (2015) se denominan:

- Plantas de día neutro: días con más de 12 horas de luz. Fomentan el crecimiento y desarrollo de yemas asexuales o vegetativas. Por lo tanto, con 12 a 14 horas de luz fomentan la producción de estolones peciolos y láminas foliares más grandes y disminuyen con menos de 10 horas.
- Plantas de día corto: entre 8 a 11 horas de luz al día favorece el crecimiento de yemas sexuales o fructíferas. La niebla simula como fotoperiodos cortos que, junto con temperaturas frías, permiten cosechas más extensas.

En cuanto a las condiciones específicas de Perú se adaptan tanto los cultivares de día corto como los de día neutro (Olivera Soto, 2003).

2.2.2. Temperatura

En cuanto a la temperatura en condiciones específicas de Perú, la fresa es un cultivo que se adapta muy bien a muchos tipos de clima. El crecimiento de la planta depende de las condiciones de luz y temperatura.

Este cultivo se adapta a diferentes condiciones de temperaturas, pero prefiere climas templados con temperaturas de 18 a 22 °C durante la fructificación y de 23 a 28 °C para el buen crecimiento vegetativo, (...) en los cultivares de día corto. (Olivera, 2012, p.11).

Tabla 1

Crecimiento y desarrollo de Fragaria ananassa “fresa”

Estaciones	Condiciones climáticas	Estado de la planta
Otoño	Fotoperiodo y temperaturas disminuyendo.	Planta disminuye su desarrollo e inicia periodo de latencia
Invierno	Fotoperiodo corto y temperaturas bajas.	Latencia foliar y desarrollo radicular.
Primavera	Fotoperiodo más largo, temperaturas medias.	Desarrollo vegetativo, crecimiento de yemas florales y fructificación.
Verano	Fotoperiodo largo mayor a 12 horas. Temperaturas altas.	Disminución de floración gran emisión de estolones.

Morales et al. (2017, p. 22)

2.2.3. Agua

El cultivo requiere un abastecimiento hídrico constante además es una planta sensible a la salinidad por lo cual (Morales, Riquelme, Hirzel , & France, 2017) indica que la calidad del agua es fundamental, ya que la planta de frutilla es muy sensible a elementos químicos.

El agua debe tener una conductividad eléctrica no mayor a 0,8 dS/m. Por lo cual se debe controlar y ajustar el fertirriego a una conductividad no superior a 1,5 – 2,0 dS/m de la solución aportada controlando la conductividad eléctrica en la solución del suelo no elevado a 2,0dS/m (Cajamar Caja Rural, 2016).

2.2.4. Suelo

Aproximadamente el 80% del sistema radicular de la planta de fresa se ubica en los primeros 15 cm del suelo, los suelos no tienen que ser muy profundos; deben ser livianos, preferiblemente arenosos y con muy buen drenaje (Ministerio de agricultura y ganadería, 2007).

2.3. Fenología

ITSC (2018) indican que las etapas del desarrollo del cultivo de *Fragaria ananassa* “fresa” son: vegetativa y productiva. El proceso es el siguiente:

2.3.1. Etapa vegetativa:

- Brotes, las yemas principales comienzan a crecer.
- Desarrollo de las hojas: de las primeras hojas emergentes, primeras hojas desplegadas hasta nueve o más hojas desplegadas.
- Desarrollo de las partes vegetativas cosécales: comienzo de la formación de estolón (de 2 cm de longitud), brotes de hijos de la planta para ser trasplantados.

2.3.2. Etapa reproductiva:

- Aparición de órgano floral: primeras yemas florales salidas.
- Floración: primeras flores abiertas, plena floración y caída de pétalos.

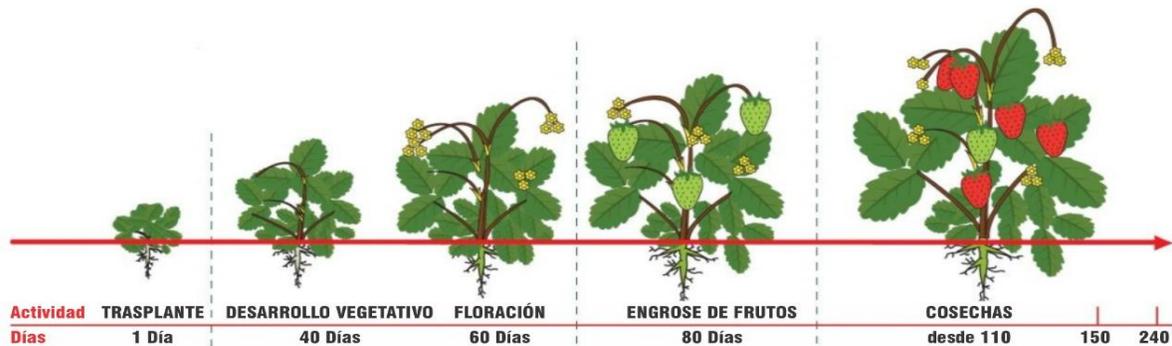
2.3.3. Etapa productiva:

- Formación del fruto.
- Maduración del fruto.

- Senescencia y comienzo del reposo vegetativo. En la figura1, se visualiza el proceso fenológico de la planta.

Figura 1

Fases del cultivo de Fragaria ananassa “fresa”.



Amezquita, (2018).

2.4. Variedades

El cruce entre *Fragaria chiloensis* y *Fragaria virginiana* dio como origen el híbrido *Fragaria ananassa*. Es importante anotar que los híbridos octaploides son los de mejor calidad y productividad, con frutos grandes y de muy buen sabor, con abundante producción de estolones, en algunos casos tolerantes al ataque de ciertos hongos como *Colletotrichum sp.*, y *Botrytis cinerea* y artrópodos plaga como es el caso de ácaros *Tetranychus sp.*, *Brevipalpus sp.* y *Steneotarsonemus pallidus*. Angulo Carmona (2009).

Tabla 2*Variedades comerciales de Fragaria ananassa “fresa”*

Variedad	Programa	Tipo
Camarosa	U. de California, EE.UU.	Día corto
Camino real	U. de California, EE.UU.	Día corto
Ventana	U. de California, EE.UU.	Día corto
Palomar	U. de California, EE.UU.	Día corto
Mojave	U. de California, EE.UU.	Día corto
Benicia	U. de California, EE.UU.	Día corto
Sabrosa	Huelva, España	Día corto
Sabrina	Huelva, España	Día corto
Sahara	Huelva, España	Día corto
Safari	Huelva, España	Día corto
Albión	U. de California, EE.UU.	Día neutro
San Andreas	U. de California, EE.UU.	Día neutro
Monterrey	U. de California, EE.UU.	Día neutro
Portola	U. de California, EE.UU.	Día neutro
Aromas	U. de California, EE.UU.	Día neutro
Cristal	Huelva, España	Día neutro
Amandine	Huelva, España	Día neutro

Morales et al. (2017, p. 12)

2.4.1. Descripción de la variedad en estudio

Tabla 3

Descripción de la variedad San Andreas

Variedad	Origen	Mercado	Planta	Fruto	Densidad de plantación	de Enfermedades	Observaciones
San Andreas	U. de California, EE. UU	Muy buena aptitud para el mercado fresco, ya que es la variedad que presenta el mayor tamaño y homogeneidad de frutos, también para agroindustria (congelado)	Tamaño intermedio de rápido crecimiento vegetativo inicial por lo que debe ser plantada con temperaturas adecuadas (sobre 12°C en suelo). Plantada con mucho frío presenta exceso de vigor y un periodo vegetativo más largo.	Color rojo extremo homogéneo y pulpa más clara fruto muy firme con excelencia de postcosecha.	62.000 plantas / ha (27cm entre plantas) 1.300g/planta	Variedad que ha presentado mayor resistencia a enfermedades de follaje y suelo.	Variedad moderadamente neutra con mayor precocidad, lo que representa una cualidad interesante para producción de frutos bajo cultivo forzado (túnel).
Morales		et	al.		(2017,	p.	15).

2.5. Manejo agronómico

2.5.1. Preparación del suelo.

De acuerdo a Morales et al. (2017) “el cultivo de la fresa requiere una adecuada preparación de suelo, que otorgue las condiciones favorables para el desarrollo de las raíces, circulación de agua y de aire, mejorar la capacidad de retención de humedad del suelo y drenaje” (p.23). Para realizar un adecuado manejo primero realizar un análisis de suelo el cual es fundamental para determinar las emmiendas aplicar (materia organica y otros), luego el arado y subsulado para evitar un suelo compacto (Pacheco, 2001).

2.5.2. Siembra.

El distanciamiento del cultivo a doble hilera, según la recomendación de Morales et al. (2017) “La distancia entre las hileras es de 30 cm y la distancia sobre hilera es de 25 o 30 cm” (p.32).

2.5.3. Riego.

Desde la posición de Black et al. (2008). afirma que el requerimiento de agua para el cultivo de fresa es alto, debido a que en clima cálido la planta transpira aproximadamente 5,08 cm de agua por semana, realizando de 3 a 5 riego por semana. Para evitar problemas radiculares causados por diferentes patógenos se recomienda el riego por goteo.

2.5.4. Fertilización.

Olivera Soto (2012) sugiere fertilizar la fresa de “forma general con 150 a 300 kg/ha de N, 50 a 150 kg/ha de P_2O_5 y 150 a 350 kg/ha de K_2O ”. (p. 22). Dicha recomendación es para un cultivo

por gravedad las recomendaciones generales pueden variar de acuerdo a los resultados de análisis de suelo.

Tabla 4

Parámetros de fertilización en el cultivo de fresa.

	Cosecha t/ha	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Extracción					
media (kg/t)	25-50	2 - 3	1 - 1.5	4 - 5	0.4 - 0.5
Recomendación					
de fertilización	25-35	100 - 150	50 - 100	100 - 200	20 - 30
(kg/ha)					
Recomendación					
de fertilización	35-50	150 - 260	90 - 150	150 - 300	30 - 50
(kg/ha)					

Olivera Soto, (2012, p. 22)

Tabla 5

Fertilización de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo de fresa.

Fase	Mes	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
Preparación del terreno (abonamiento de fondo)	Abril	50	54	60	
Trasplante – prendimiento	Mayo	30	24		12
Desarrollo radicular y vegetativo	Junio	30	24	20	12
Desarrollo vegetativo	Julio	30	24	20	10
Inicio de floración	Agosto	30	24	32	10
Floración – inicio de fructificación	Setiembre	30		44	10
Floración –fructificación	Octubre	30		44	10
Floración –fructificación	Noviembre	30		44	
Fructificación	Diciembre			36	
Total		260	150	300	66

Olivera Soto, (2012, p. 23)

2.6. Plagas y enfermedades

Es frecuente en el cultivo la presencia de plagas y enfermedades según la etapa de desarrollo del cultivo. Las plagas que generalmente se presentan en las primeras etapas son los cortadores y babosas, luego aparecen los chupadores y comedores de follaje, como trips, pulgones, mosca blanca, etc. Pacheco (2001).

De acuerdo con Yahia e Higuera (1992), “la fresa es altamente perecedera, pues su piel turgente la hace muy susceptible a daños mecánicos y a la invasión por algunos organismos putrefactos” (p. 183). Por lo cual es necesario un buen manejo del control para la calidad de fruta y rentabilidad del cultivo. Las enfermedades que atacan con más frecuencia al cultivo son Mancha de la hoja (*Mycosphaerella fragariae*), Podredumbre gris (*Botrytis cinerea*), Oídium (*Spheroteca macularis*), Podredumbre negra de la raíz (*Phytophthora sp Rhizoctonia sp*) Vergara, (2008).

2.6.1. Descripción de la enfermedad en estudio *Botrytis cinérea*.

2.6.1.1. Generalidades.

Botrytis cinerea es un patógeno polifago conocido normalmente como “pudrición gris” o “moho gris”, que se encuentra distribuida por todo el mundo siendo problemente una de las enfermedades mas comunes.

Para Leon (2020) “es un hongo filamentoso patogénico que posee una amplia variedad de huéspedes” (p.22).

Actuando como un patogeno necrotrofo, infectando tejidos del huésped e induciendo su necrosis, formando estructuras de resistencia (esclerocios) en el tejido infectado (Van Kan, 2006 citado en Leon, 2020).

“*Botrytis cinerea* ataca a diferentes especies, como cítricos, granadilla, uva, fresa, todas las hortalizas, flores, se estima que infecta a más de 200 especies de vegetales ocasionando pérdidas económicas tanto en pre y postcosecha”. (Cabezas, 2020, pág. 79).

En Agrios (2002), se afirma que “algunas de las enfermedades más importantes ocasionadas por *Botrytis cinerea* incluyen al moho gris de la fresa” (p. 420).

2.6.1.2. Taxonomía.

Botrytis se reconoce por primera vez como género en 1729 por Micheli, apareciendo en el año de 1832 en el Sistema Mycologicum. Por lo cual la especie se denomina *Botrytis cinerea* (Groves & Loveland, 1953, citado en Rojas, 2016).

De acuerdo con Elad et al., (2007) *Botrytis cinerea* es su estado anamorfo o conidial, mientras que su estado teleomorfo o sexual se ha denominado *Botryotinia fuckeliana*.

Siendo su posición taxonómica la siguiente:

Reino : Fungi
División : Ascomycota
Subdivision: Pezizomycotina
Clase : Leotiomycetes
Orden : Helotiales
Familia : Sclerotiniaceae
Género : *Botryotinia*
Especie : *Botryotinia fuckeliana*

En general, la mayoría de los taxónomos recomiendan que el nombre científico dado sea el del estado sexual, es decir *Botryotinia fuckeliana*, sin embargo, su estado asexual *Botrytis cinerea* es más común en el mundo (Cáceres, 2020).

2.6.1.3. Morfología.

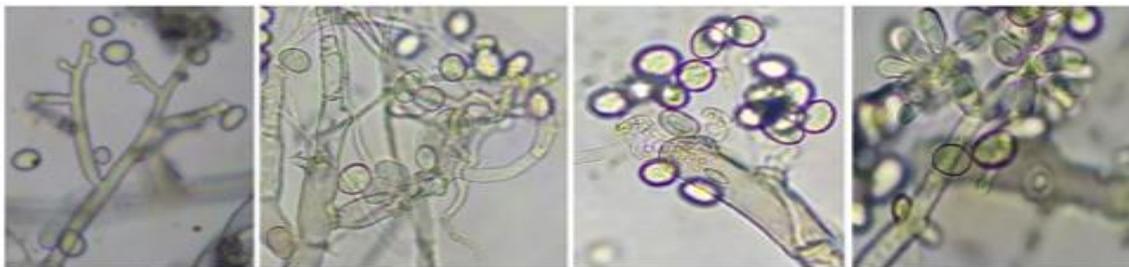
El patógeno *Botrytis cinerea* (teleomorfo o fase sexual, *Botryotinia fuckeliana* de Bary Whetz) es un ascomiceto filamentoso y un patógeno vegetal común, que causa la enfermedad del moho gris. (Samaras, et al., 2021)

El hongo está formado por conidióforos largos que se ramifican en el ápice. La parte terminal de cada una de las ramas del conidióforo tiene una especie de hinchamiento provisto de pequeños dentículos, sobre las que se forman sucesivamente los conidios, las cuales forman conglomerados a manera de cabezuelas (Figura 2). Los conidios son unicelulares, elipsoidales u ovales, de pared lisa, ligeramente coloreadas de marrón oliváceo. En conjunto las conidios forman masas grisáceas; individualmente son hialinas o de color marrón amarillento (Ames, 1997, pág. 28).

Este patógeno forma esclerocios, que son estructuras capaces de sobrevivir durante largos períodos en condiciones ambientales adversas. (Samaras et al., 2021)

Figura 2

Conidióforos y conidias del hongo Botrytis cinerea.



Trujillo, la Libertad, agosto 2022.

2.6.1.4. Ciclo de infección.

El ciclo de infección de *Botrytis cinerea* se inicia con la dispersión de esclerocios, que son estructuras capaces de sobrevivir durante largos periodos en condiciones ambientales adversas (Samaras, et al., 2021).

Estas estructuras se dispersan a través del aire, la lluvia o los insectos hasta entrar en contacto con una superficie vegetal e iniciar su ciclo de infección.

Los esclerocios se desarrollan dentro de los tejidos del huésped infectado, son de tamaño variable, y no son evidentes en todos los cultivos susceptibles.

La corteza melanizada y los β -glucanos que recubren el micelio interno protegen los esclerocios de la desecación, la radiación UV y el ataque microbiano durante períodos prolongados (Backhouse y Willets, 1984 citado en Williamson et al., 2007).

Para facilitar su descripción y estudio, Benito et al. (2000) considera algunas fases para el proceso de infección las cuales requiere diferentes estadios de desarrollo e implica la participación de diferentes “determinantes” o “factores” de patogenicidad, las cuales describimos a continuación:

a. Adhesión y germinación de las esporas sobre la superficie del huésped.

Los conidios generados en las fuentes de inóculo primario siguen un ciclo bien definido de iniciación, producción y difusión que está regulado por fluctuaciones de temperatura y humedad.

Botrytis cinerea, muestra una notable flexibilidad en el uso de diferentes ambientes para germinar y obtener nutrientes de una planta hospedante. El micelio requiere de un clima húmedo y moderadamente frío (18 a 23°) para que se desarrolle adecuadamente, esporule,

libere y germine sus esporas y para que produzca infección (Williamson et al., 2007, pág. 564).

Una vez que la espora ha alcanzado la superficie del hospedante se inicia el ciclo de infección cuyas dos primeras fases consisten en la adhesión y germinación de las esporas (Rebollar, 2011 citado en Llanos, 2017).

La primera fase es la adhesión de las estructuras de propagación como los conidios. Ésta se lleva a cabo en dos etapas:

En la primera etapa, el conidio se hidrata para establecer interacciones hidrofóbicas y permitir su germinación mediada por diversos factores como la disponibilidad de la superficie, la fuente de carbono, los nutrientes y la producción de etileno por parte de la planta.

La segunda etapa, se presenta cuando el conidio ha germinado y se forma una matriz compuesta de lípidos, polisacáridos y melanina que le permite al hongo adherirse a la superficie al huésped.

La segunda etapa, germinación, comienza con la hinchazón de los conidios y formación del tubo germinativo para posteriormente formar el apresorio. (Espinosa, 2006, citado en Llanos, 2017).

b. Penetración en el tejido vegetal

La fase de penetración inicia en el tejido vegetal a través de lesiones o de aberturas naturales, directamente mediante la participación de distintas actividades enzimáticas o mediante la participación de diversos procesos mecánicos (Benito, et al., 2000).

Es así que el apresorio o el tubo germinativo inicia la penetración. Sin embargo, *Botrytis cinerea* es capaz de producir sustancias que tienen la capacidad de degradar el material vegetal y facilitar la penetración. Estas son enzimas como la cutinasa la que destruye la cutina, la primera barrera de protección de la planta. La pectinasa es otra enzima que degrada la pectina de la pared celular y las lipasas, enzimas que hidrolizan esteroides de ácidos insaturados de cadena larga que forman parte de la cutícula y la cera presente en este tejido (Espinosa, 2006, citado en Llanos, 2017).

c. Establecimiento del patógeno en la zona de penetración

Una vez establecido el patógeno en el tejido vegetal determina la muerte de las células adyacentes al punto de penetración y da lugar a la formación de una lesión primaria como consecuencia de la expresión de los mecanismos de defensa de la planta. (Benito et al., 2000).

d. Fase de latencia

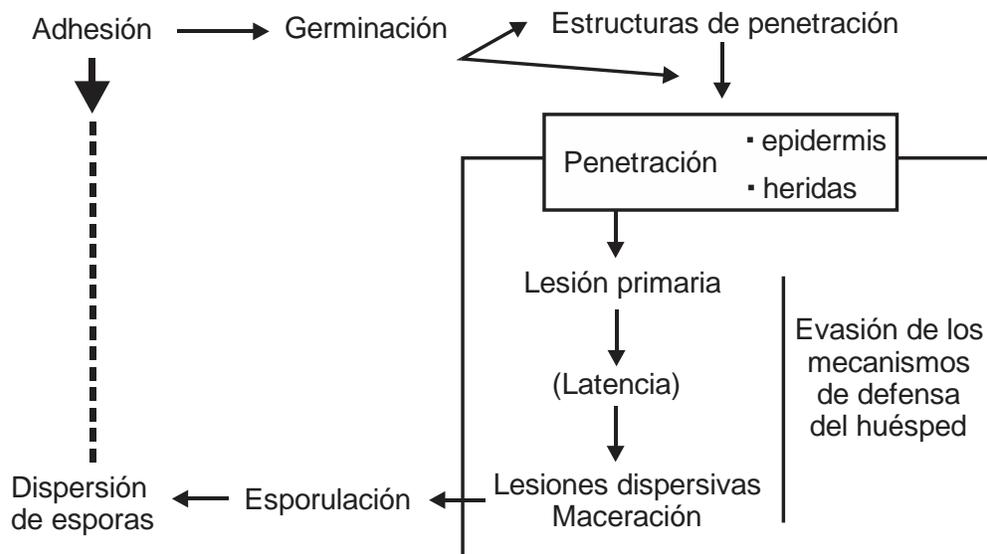
Durante esta fase los mecanismos de defensa de la planta parecen controlar al patógeno que permanece localizado en las áreas de necrosis correspondientes a las lesiones primarias (Benito et al., 2000).

e. Diseminación en el tejido vegetal

Botrytis cinerea, inicia su desaminación en el tejido vegetal adyacente, determinando la colonización y la maceración del tejido infectado en un breve periodo de tiempo. Sobre el tejido infectado el patógeno produce una nueva generación de esporas que pueden iniciar un nuevo ciclo de infección (Benito et al., 2000).

Figura 3

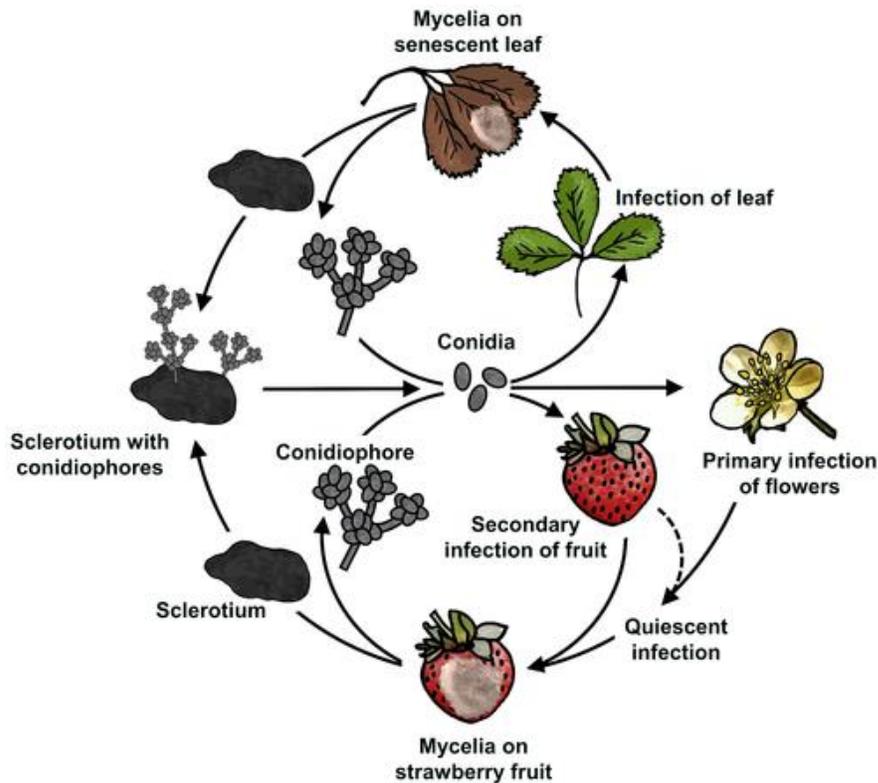
Ciclo de infección de *Botrytis cinerea*.



Benito et al. (2000, p. 44)

Figura 4

Ciclo de la enfermedad de Botrytis cinerea en fresa.



Petrasch, et al. (2019, p. 879).

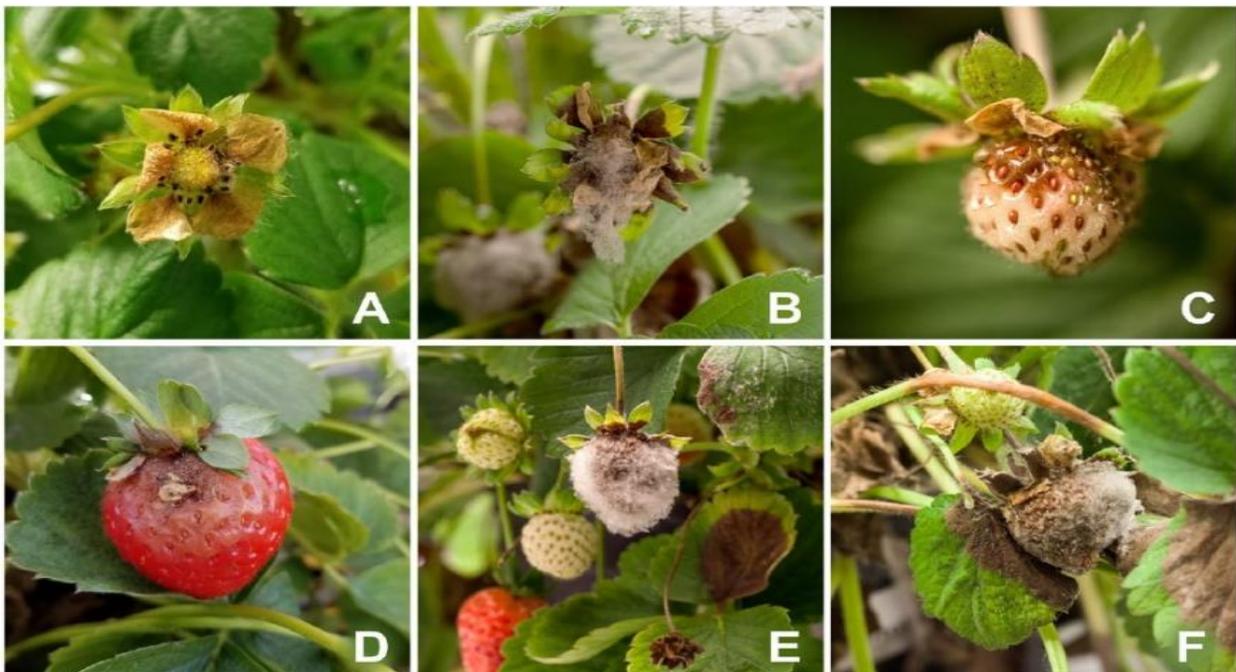
2.6.1.5. Sintomatología.

La enfermedad produce manchas en el fruto de color marrón claro, presentándose de forma más frecuente en la zona del cáliz, pero también aparece en otras partes del fruto que se encuentran en contacto con el suelo (Giménez et al., 2003). La pudrición puede extenderse a todo el fruto, el cual rápidamente queda cubierto por un moho gris que corresponde a las esporas del hongo. Las características más comunes causada por *Botrytis cinerea* son principalmente los tizones de inflorescencias y las pudriciones del fruto (Agrios, 2002).

Los síntomas de infecciones por *Botrytis cinerea* en fresa son descritas por (Petrasch, et al., 2019), en la figura 5, donde se muestra las siguientes características: (A) muestra una flor senescente con crecimiento de micelio de *Botrytis cinerea*, (B) muestra una infección floral avanzada, (C y D) muestran infecciones de frutos en diferentes etapas. (D) un pétalo infectado puede verse como la fuente de infección de la fruta. (E y F) El color café de las hojas debido a infecciones por *Botrytis cinerea*.

Figura 5

Síntomas de infección por Botrytis cinerea en fresa.



Daños en flores y frutos (A y B), inicio de los síntomas de infección por Botrytis cinerea (C y D) y por ultimo inicio de la esporulación de Botrytis cinerea en fruto verde (E y F). Petrasch et al. (2019, p. 478).

2.6.1.6. Epidemiología.

Considerando a Tello & Camacho, (2010), *Botrytis cinerea*, puede permanecer como saprofito sobre restos vegetales y tejidos muertos de la planta, hasta que encuentra condiciones óptimas de desarrollo de 95% de humedad relativa, y una temperatura entre 17°C y 23°C.

Según Chávez, (2016), los rangos de temperatura para el desarrollo de la enfermedad son:

- Formación de esclerocios: 11 – 15°C
- Germinación: 17 – 23°C
- Esporulación: 15 – 20°C (optimo 18°C)
- Germinación de esporas: 20°C
- Humedad relativa: 94 – 100 %

El ciclo se desarrolla en menos de 24 horas desde que ocurre la inoculación hasta el desarrollo de los síntomas, sin condiciones favorables puede invernarse como esclerocios y micelio resistente. El micelio resistente tendrá capacidad de reproducción, resistencia y diseminación, convirtiéndolo en una fuente de inóculo muy importante. (Angel, s.f.)

Según Agrios, (2002), en condiciones favorables los esclerocios pueden evolucionar de dos formas:

- En forma de apotecios que encierran los ascos y ascosporas (propagación sexual)
- En forma de conidióforos (portador de conidios) que es la evolución más frecuente (reproducción asexual).

2.6.1.7. Control.

De acuerdo con Elad & Evensen, (1995), *Botrytis cinerea* Pers.:Fr., es el agente causal del moho gris, causa graves pérdidas de alimentos y cultivos ornamentales, particularmente después de la cosecha.

Siendo difícil el control de la enfermedad, debido a que el patógeno puede atacar los cultivos en cualquier etapa de crecimiento y puede infectar todas las partes de la planta.

Elad & Evensen, (1995), consideran que *Botrytis cinerea*, es especialmente importante como patógeno poscosecha, debido a que las condiciones ambientales y la susceptibilidad del cultivo tienden a favorecer su desarrollo.

a. Control cultural

Tal como (Petrasch, et al., 2019), destaca que las las infecciones por *Botrytis cinerea*, se maneja mediante prácticas agronómicas y hortícolas, por ejemplo:

- La eliminación de material vegetal senescente (para evitar la acumulación de inóculo).
- La prevención del contacto de la fruta con el suelo
- La selección del sistema de riego

En resumen, las prácticas culturales son esenciales para limitar las infecciones de *Botrytis cinerea*, antes de la cosecha.

b. Control biológico

Como señala Bernardo & Latorre.(s.f), el control biológico con microorganismos antagonistas, es una alternativa para el manejo de las enfermedades en especies frutales producidas por *Botrytis cinerea*, siendo los microorganismos antagónicos más importantes para

el control, *Bacillus spp.* y *Trichoderma spp.* Actualmente existen otros microorganismos en estudio como posibles potenciales antagonistas.

c. Control químico

Según Stuebler & Rosslenbroich, (2000), el control químico surgió en los mercados a mediados de 1990, con una gama de compuestos para el control de *Botrytis cinerea*, como por ejemplo, las anilino pirimidinas (ciprodinil, pirimetanil y mepanipirim), el fenilpirrol (fudioxonil) y recientemente la hidroxianilida fenhexamida, la diversidad de compuestos permiten evitar resistencia al patógeno.

Las anilino pirimidinas no afectan la germinación de las esporas, pero inhiben el alargamiento del tubo germinativo y el crecimiento micelial de *Botrytis cinerea*, teniendo en cuenta este perfil de inhibición y alguna translocación sistémica en tejidos vegetales, las anilino pirimidinas poseen propiedades de actividad protectora como se dice también alguna actividad curativa.

El Fudioxonil, es un fungicida perteneciente a la clase química de fenilpirrol, derivado del antibiótico pirrolnitrina, que es producido por varias especies de *Pseudomonas*. Por tanto, fudioxonil se puede utilizar como un fungicida foliar contra patógenos como *Botrytis cinerea*, y hongos relacionados.

El fudioxonil es no sistémico y protector que induce a las alteraciones morfológicas de los tubos germinativos del patógeno.

Actualmente existe una nueva sustancia química perteneciente al grupo de las hidroxianilidas, para el control de *Botrytis cinerea*, llamada fenhexamid de

La fenhexamida es inhibidora del micelio en crecimiento de *Botrytis cinerea*.

2.7. El silicio (Si) elemento benéfico.

Como dice Khan, et al. (2021) el Silicio (Si) es el segundo elemento más rico en el suelo con diferentes funciones positivas en suelo – planta.

Como lo hace notar Azcón & Talón (2008) en la agricultura tenemos 17 elementos esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas, pero existen otros elementos adicionales que no son necesarios, pero son requeridos por algunas plantas a esos elementos se les denomina elementos benéficos; ya que dichos elementos van a sustituir de forma parcial la deficiencia de algún elemento esencial o aumentar la tolerancia en los excesos de absorción de otros elementos. Por ejemplo, el silicio reduce los síntomas de toxicidad frente a concentraciones elevadas de Manganeseo (Mn) o Hierro (Fe), generalmente en suelos ácidos. Considerando lo señalado por Ahammed & Yang (2021) el silicio actúa como un elemento benéfico para el crecimiento de las plantas y brinda protección contra el estrés abiótico y biótico, además muestra actividad antifúngica.

2.7.1. Importancia del Silicio.

El silicio es un microelemento muy importante en los cultivos, en la última década su uso se ha incrementado por su importancia en el control de plagas y enfermedades, al respecto Bidwell (1979) afirma que:

Se ha descubierto que ciertos cereales, como el arroz, el maíz, se desarrollan mejor con suplementos de sílice; este puede constituir hasta el 20% del peso seco de estas plantas.

Se afirma que el silicio minimiza la transpiración y mejora la resistencia a los patógenos, debido a que se deposita en las paredes celulares y las heridas. (p. 289).

Sin embargo, Ahammed & Yang (2021) mencionan que la resistencia mejorada a las enfermedades inducida por el Si se manifiesta en parte por la formación de una obstrucción mecánica polimerizada con silicio debajo de la cutícula y en las paredes celulares, lo que evita la entrada de hongos. Los beneficios más importantes del Si en las plantas son:

- ✓ La producción rápida de compuestos de defensa a través de vías metabólicas secundarias es un mecanismo clave de la defensa química inducida por silicio contra patógenos fúngicos más allá de la barrera física.
- ✓ La nutrición mineral mejorada asegura el estado saludable de las plantas que reciben silicio y una planta saludable exhibe un mejor potencial fotosintético, capacidad antioxidante y resistencia a enfermedades.

2.7.2. El silicio en las plantas.

De acuerdo con Klotzbücher, et al. (2018) el silicio se ha vuelto ampliamente reconocido por ser un nutriente vegetal crucial. Especies importantes de cultivos, como el trigo, el maíz y el arroz, se encuentran entre los denominados "acumuladores de Si", es decir, plantas que absorben activamente ácido silícico disuelto de la solución del suelo. En las plantas, el ácido silícico disuelto precipita formando los llamados "fitolitos", que son cuerpos amorfos de óxido de Si. El silicio apoya la resistencia de las plantas contra un amplio espectro de estres, que incluyen plagas, enfermedades y estres abióticos, como la salinidad y los metales tóxicos.

Desde el punto de vista Mengel & Kirkby (1987). Las plantas absorben el silicio en forma de ácido monosilícico $\text{Si}(\text{OH})_4$, algunos experimentos indican que la forma de absorción puede ser pasiva o metabólicamente controlada lo cual va depender de la especie vegetal y de la

concentración de ácido monosilícico en la superficie de la raíz. El transporte de Si se da solamente por el xilema y su distribución dentro de la planta depende de la velocidad de transpiración.

Las especies vegetales pueden ser acumuladoras y no acumuladoras de silicio, en el grupo de acumuladoras están las gramíneas que contienen entre el 10 y el 15% de SiO_2 en la materia seca también hay algunos cereales y dicotiledóneas que contienen entre el 1 a 3 % SiO_2 . en el grupo de las no acumuladoras se encuentran las leguminosas y la mayoría de las dicotiledóneas con menos de 0.5 a 1% de SiO_2 .

De acuerdo con Epstein (1991), citado en agromit (2013), el Silicio en la planta realiza un movimiento basipetal y se acumula en grandes cantidades en las células epidérmicas que en cualquier otro tipo de célula encontrada en las hojas. Por lo tanto, Azcón & Talón (2008) se afirma que el silicio “se acumula en la pared aumentando su impermeabilidad y la resistencia al ataque de los hongos, no sólo por constituir una barrera física, sino también por configurar compuestos silicoorgánicos que son muy estables frente a las enzimas de los patógenos” (p. 118).

Según Rivas (2015) la fertilización mineral con silicio tiene un doble efecto en el sistema suelo-planta. Primeramente, la nutrición con silicio al cultivo refuerza en la planta su capacidad de almacenamiento y distribución de carbohidratos requeridos para el crecimiento y producción de cosecha, la autoprotección contra enfermedades causadas por hongos y bacterias, el ataque de insectos y ácaros y de las condiciones desfavorables de clima, al estimular el desarrollo y la actividad de estructuras poliméricas en la cutícula, los tricomas y tolos en las superficies de las hojas. Cabe destacar que en el caso de realizar aplicaciones foliares, el silicio permanece en las

hojas creando una capa protectora (silicificación), que produce un efecto repelente al cristalizarse y se vuelve urticante para los estiletes y partes bucales de los insectos plagas.

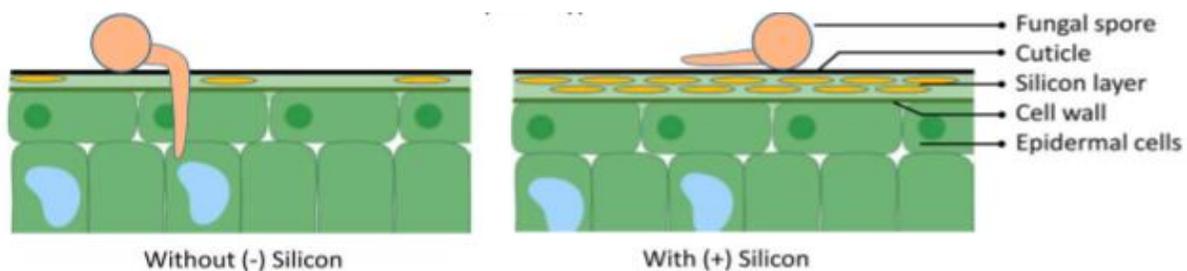
2.7.3. El silicio y su acción fungicida.

Para Bokor, et al. (2021) la aplicación de silicio (Si), tiene un efecto supresor de diversas enfermedades ocasionadas en las plantas de diferentes cultivos. El silicio es fundamental en la defensa vegetal contra plagas y diferentes patologías, gracias a la activación y regulación positiva de los mecanismos de resistencia relacionadas con las defensas de las plantas.

Según Ahammed & Yang (2021) es posible que la acumulación de Si no evite plenamente la penetración de hongos, pero puede retrasar la incubación y el periodo latente de los hongos hasta cierto punto. Por consiguiente, las barreras físicas debidas a la silicificación de las células epidérmicas de las hojas no solo disminuyen la penetración de hongos, sino que además retrasan la penetración del apresorio, la colonización de hongos y la producción de inóculo o esporulación entre huésped-patógeno.

Figura 6

Formación de una capa de silicio insoluble que evita la penetración de hongos.



Ahammed & Yang. (2021, p. 202).

El silicio confiere resistencia a las plantas a través de diferentes mecanismos:

- 1) Mediante la formación de barreras mecánicas o físicas que previenen la aparición de hongos.
- 2) Mejorando la actividad de enzimas relacionadas con la defensa como la fenilalanina amonialasa, polifenoloxidasa, peroxidasa, quitinasa y β -1,3-glucanasa.
- 3) A través de la producción y acumulación de compuestos antifúngicos como fitoalexinas, fenoles, flavonoides y proteínas en las plantas durante la infección por patógenos.
- 4) Activando múltiples vías de señalización y transcripción de genes relacionados con la resistencia de las plantas.

De acuerdo con Ahammed & Yang (2021) el silicio también tiene un papel directo en las vías de señalización asociadas a la defensa molecular. Así, diferentes tipos de fertilizantes de silicio que provienen tanto de fuentes orgánicas como inorgánicas, se puede utilizar para el tratamiento de enfermedades fúngicas. Además, las nanopartículas de SiO_2 que liberan lentamente silicio mejoran la resistencia de las plantas durante un período prolongado.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del experimento

La parte experimental se desarrolló en un área del terreno perteneciente del señor Fredi García Vidal, ubicado en el sector de Pampa de Vinzos aproximadamente a unos 800 metros de la carretera Santa - Chuquicara. Políticamente localizado en el distrito de Chimbote, provincia de Santa, departamento de Ancash. Geográficamente nuestro proyecto se ubica en las siguientes coordenadas (UTM):

Latitud sur : 9020025.21m S

Longitud este: 769626.39 m E

Altitud : 173 msnm

- Duración del experimento

El proyecto se inició en el mes de abril y culminó en el mes de octubre del 2022, con una duración de 174 días considerando 140 días desde la siembra hasta la ejecución de las aplicaciones de los fertilizantes y la inoculación, y 34 días de evaluaciones de la presencia del patógeno en campo.

Figura 7

Ubicación geográfica del proyecto experimental.



Google Earth.

3.2. Materiales

3.2.1. Material vegetal.

- Plantines de *Fragaria ananassa* “fresa” variedad San Andreas.

3.2.2. Materiales de laboratorio.

- Cajas Petri

3.2.3. Materiales de campo.

- Palana
- Rastrillo
- Wincha
- Estacas
- Palos de 5m
- Manta 18m
- Carteles de señalización
- Balde de 20 litros
- Jeringa 1ml
- Mochila a palanca JACTO
- Jabas RPC
- Clamshell de 1kg

3.2.4. Materia prima e insumos.

- Magnekling
- Missouri
- Diatomix

- Otros fertilizantes
- Fungicidas
- Insecticidas

3.2.5. Materiales de escritorio.

- Hojas de papel bond A4
- Lapiceros
- Lápices
- Lapicero indeleble

3.2.6. Equipos.

- Balanza digital
- Balanza gramera
- Laptop
- Cámara fotográfica
- Impresora

3.2.7. Software.

- Microsoft Excel
- IBM SPSS versión 24

3.3. Variable y tratamiento de estudios

3.3.1. Variable independiente.

Productos (P) a base de silicio

- P1: Missouri a 30% (SiO₂)
 - Dosis 1: 0.5 L/cil
 - Dosis 2: 0.8 L/cil
 - Dosis 3: 1 L/cil
- P2: Diatomix a 92% (SiO₂)
 - Dosis 1: 8 kg/ha
 - Dosis 2: 16 kg/ha
 - Dosis 3: 22 kg/ha
- P3: Magneclin a 35% (SiO₂)
 - Dosis 1: 100 kg/ha
 - Dosis 2: 150 kg/ha
 - Dosis 3: 200 kg/ha

3.3.2. Variable dependiente.

Control (C) expresado en:

- Nivel de severidad de *Botrytis cinerea* en *Fragaria ananassa* “fresa”
- Nivel de incidencia de *Botrytis cinerea* en *Fragaria ananassa* “fresa”

3.3.3. Tratamiento en estudios.

Tabla 6

Tratamientos de la investigación.

TRATAMIENTOS	DESCRIPCION	DOSIS
T0	Tratamiento control	0
T1	Producto DIATOMIX 92% (SiO ₂)	8 kg/ha
T2	Producto MISSOURI 30% (SiO ₂)	0.5 L/cil
T3	Producto MAGNEKLIN 35% (SiO ₂)	100 kg/ha
T4	Producto DIATOMIX 92% (SiO ₂)	16 kg/ha
T5	Producto MISSOURI 30% (SiO ₂)	0.8 L/cil
T6	Producto MAGNEKLIN 35% (SiO ₂)	150 kg/ha
T7	Producto DIATOMIX 92% (SiO ₂)	22 kg/ha
T8	Producto MISSOURI 30% (SiO ₂)	1 L/cil
T9	Producto MAGNEKLIN 35% (SiO ₂)	200 kg/ha

3.3.4. Mapa de los tratamientos y repeticiones de la investigación

Tabla 7

Tratamientos de la investigación.

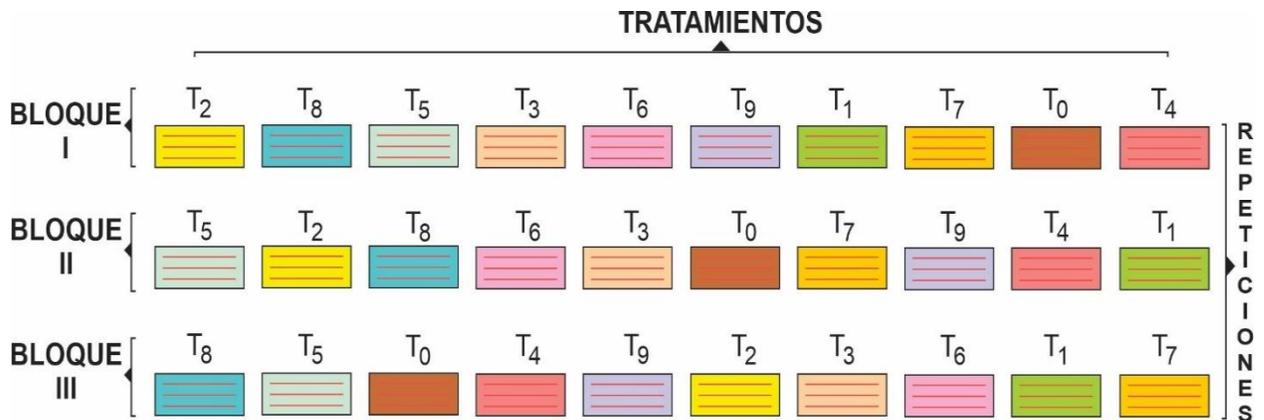
Repeticiones	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9		
I	T2	T8	T5	T3	T6	T9	T1	T7	T0	T4	1.8m	
II	T5	T2	T8	T6	T3	T0	T7	T9	T4	T1	1.8m	5.4m
III	T8	T5	T0	T4	T9	T2	T3	T6	T1	T7	1.8m	
	5m											

3.4. Diseño experimental

Para la constatación de la hipótesis se utilizó un Diseño Experimental de Bloques Completo al Azar (DBCA), constituido por nueve tratamientos y un testigo absoluto (sin aplicación), con tres repeticiones haciendo un total de 30 unidades. Cada unidad experimental tuvo 3 surcos a un distanciamiento entre cada uno de 0.9 m y 0.3 m entre plantas, teniendo como área 9 m² por cada unidad experimental. Se tuvo tres bloques conformados por 30 surcos o líneas de plantas de 1.8 m x 5 m siendo un área total de 270 m² por cada bloque experimental, dado que se tiene tres bloques, el área total del proyecto fue de 810 m². Los tratamientos fueron conformados por fertilizantes a base de silicio aplicados al cultivo de *Fragaria ananassa* “fresa” variedad San Andreas.

Figura 8

Diseño experimental.



3.5. Población y muestra

3.5.1. Población.

- El número de plantas de *Fragaria ananassa* “fresa” variedad San Andreas, en Vinzos, provincia del Santa, departamento de Ancash.

3.5.2. Muestra.

- Conformada por 1350 plantas de *Fragaria ananassa* “fresa” variedad San Andreas sometidas a los tratamientos experimentales, para evaluación de los parámetros establecidos.

3.6. Parámetros evaluados

3.6.1. Evaluación en campo.

Se realizó seis evaluaciones fitosanitarias en campo, teniendo en cuenta el efecto borde (consistió en realizar la toma de datos en la fila central). Las evaluaciones fueron completamente al azar tomando siete plantas por unidad experimental, evaluando flores y frutos con sintomatología del patógeno en estudio (*Botrytis cinérea*).

3.6.2. Toma y selección de muestras.

Se realizó tres evaluaciones de fruta de *Fragaria ananassa* “fresa” variedad San Andreas, seleccionando cinco plantas y se recolectó dos frutos por cada planta, finalmente se obtuvo diez frutos por cada unidad experimental. Después de la recolección los frutos fueron sometidos 72 horas a cámaras húmedas con el objetivo de dar las condiciones al patógeno para su desarrollo. Cabe resaltar que dichas muestras fueron recolectadas luego de la inoculación de *Botrytis cinérea* en el campo experimental.

Las evaluaciones se realizaron de la siguiente manera:

- A los diez días después del cuajado
- A los veinte días después de la primera evaluación
- A los treinta días después de la segunda evaluación

3.7. Metodología

3.7.1. Instalación y manejo.

3.7.1.1. Análisis de suelo.

El análisis de suelo se realizó en el laboratorio SLab en la ciudad de Lima, con el objetivo de poder conocer el tipo de textura de suelo, sus componentes (macronutrientes, micronutrientes) y la cantidad de Silicio (Si) que posee el suelo, siendo necesario para ello, una muestra del campo experimental, mediante el empleo del método zigzag, se obtuvo un kilo de muestra, esta fue mezclada para llegar a obtener una muestra representativa de 500g del campo experimental (*anexo I*), dicha muestra fue tomada a la profundidad de 30cm. (capa arable). Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 8

Resultados de textura de suelo

Arena	Arena	Limo	Clase textura
%p/p	%p/p	%p/p	Sin unidad
52.50	27.50	20.00	Franco arcilloso arenoso

Nota: Los resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio SLab

Tabla 9*Resultados macronutrientes del suelo*

Parámetro	Unidad	Resultado
Fósforo disponible, P	mg/kg	24.09
potasio disponible, K	mg/kg	132.83
Nitrógeno total, N	mg/kg	213.06

*Nota: Los resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio SLab***Tabla 10***Resultados micronutrientes del suelo*

Parámetro	Unidad	Resultado
Hierro, Fe	mg/kg	16.38
Cobre, Cu	mg/kg	1.96
Manganeso, Mn	mg/kg	19.37
Zinc, Zn	mg/kg	9.32

*Nota: Los resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio SLab***Tabla 11***Resultados metales del suelo*

Parámetro	Unidad	Resultado
Silicio, Si	mg/kg	31.50

Nota: Los resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio SLab

3.7.1.2. Preparación del terreno.

Se limpio el terreno de la siembra anterior, luego se realizó un riego de machaco, después de tres días pasó la maquinaria con la grada y la surcadora (*anexo 2*), dejando el terreno nivelado y trazado en base al diseño experimental descrito en el punto (3.4)

3.7.1.3. Delimitación del campo experimental.

Se delimito las 30 unidades experimentales, luego con el uso de palos de 2.5m, un kilo de alambre y una manta de 18m, se colocó una cortina para delimitar el campo experimental del campo colindante. También se realizó la instalación del cabezal y cintas de riego (*anexo 3*).

3.7.1.4. Plantines.

Los plantines de *Fragaria ananassa* “fresa” variedad San Andreas, utilizados para este experimento fueron obtenidos de un vivero ubicado en Huará (2 millares). Los plantines pasaron treinta días en vivero para luego ser trasplantados a campo definitivo (campo experimental), (*anexo 4*).

3.7.1.5. Trasplante.

Antes del trasplante se realizó un riego para obtener una humedad uniforme para los plantines de *Fragaria ananassa* “fresa” variedad San Andreas, se realizó con un distanciamiento entre plantas de 0.3m y entre surcos de 0.9m, trasplantando un total de 1350 plantines, distribuidos entre los diversos tratamientos del proyecto descritos en la Tabla 7, dejando con un área de cultivo de 810 m². (*anexo 5*)

3.7.1.6. Señalización de los tratamientos.

Se realizó la señalización de los tratamientos con carteles por cada unidad experimental, según el diseño experimental (*anexo 6*).

3.7.1.7. Fertirriego.

Se realizó mediante el sistema de riego por goteo instalado en el campo experimental, cada ciclo fue de 20 minutos, iniciándose inmediatamente después de la siembra, para luego realizarse dos ciclos de riegos al día (previa evaluación de humedad en suelo) por un periodo de cinco meses. El fertirriego se ejecutó de acuerdo al plan de riego por goteo detallado en la (Tabla 12).

3.7.1.8. Control de malezas.

Se realizó el retiro de las malezas (plantas no deseadas) del campo experimental, teniendo en cuenta el desarrollo del cultivo *Fragaria ananassa* “fresa” variedad San Andreas, el objetivo fue evitar la competencia de nutrientes y la absorción de los tratamientos a base de silicio, esta actividad se realizó a los treinta días después de la siembra, y cada quince días después de cada desmalezado realizando un total de diez jornadas laborales en un periodo de cinco meses, (*anexo 8*).

Tabla 12*Plan de fertirriego*

FECHA	MES	# SEM.	UNIDADES						PPM				
			N	P	K	Mg	Ca	S	N	P	K	Mg	Ca
14-May	May	20	4.1	2.9	6.8	1.9	1.7	3.9	55	39	90	25	113
21-May	May	21	5.7	3.5	8.6	2.6	2.5	5.2	57	35	86	26	124
28-May	May	22	5.7	3.5	8.6	2.6	2.5	5.2	57	35	86	26	124
4-Jun	Junio	23	6.5	3.7	9.5	3.0	2.9	5.8	65	37	95	30	144
11-Jun	Jun	24	6.5	3.7	9.5	3.0	2.9	5.8	65	37	95	30	144
18-Jun	Jun	25	7.7	4.1	10.9	3.6	3.5	6.8	77	41	109	36	173
25-Jun	Jun	26	7.7	4.1	10.9	3.6	3.5	6.8	77	41	109	36	173
2-Jul	Jul	27	8.9	4.5	12.3	4.1	4.1	7.7	89	45	123	41	203
9-Jul	Jul	28	8.9	4.5	12.3	4.1	4.1	7.7	89	45	123	41	203
16-Jul	Jul	29	11.2	5.3	15.0	5.2	5.2	9.7	112	53	150	52	262
23-Jul	Jul	30	13.6	6.6	15.9	5.6	5.6	10.3	136	66	159	56	281
30-Jul	Jul	31	13.6	6.6	15.9	5.6	5.6	10.3	109	53	128	45	225
6-Ago	Ago	32	16.7	6.6	23.3	8.6	8.8	15.5	134	53	186	69	351
13-Ago	Ago	33	16.7	6.6	23.3	8.6	8.8	15.5	134	53	186	69	351
20-Ago	Ago	34	19.1	7.9	24.2	9.0	9.2	16.1	153	63	194	72	366
27-Ago	Ago	35	19.1	7.9	24.2	9.0	9.2	16.1	153	63	194	72	366
3-Set	Set	36	19.1	7.9	24.2	9.0	9.2	16.1	153	63	194	72	366
10-Set	Set	37	19.1	7.9	24.2	9.0	9.2	16.1	153	63	194	72	366
17-Set	Set	38	16.7	6.6	19.6	7.1	7.2	12.9	112	44	131	47	240
24-Set	Set	39	16.7	6.6	19.6	7.1	7.2	12.9	112	44	131	47	240
1-Oct	Oct	40	13.6	6.6	19.6	7.1	7.2	12.9	91	44	131	47	240
8-Oct	Oct	41	13.6	6.6	19.6	7.1	7.2	12.9	91	44	131	47	240
15-Oct	Oct	42	8.1	4.8	13.2	4.5	4.4	8.4					
22-Oct	Oct	43	8.1	4.8	13.2	4.5	4.4	8.4					
29-Oct	Oct	44	6.5	3.2	7.7	2.2	2.1	4.5					
5-Nov	Nov.	45	6.5	3.2	7.7	2.2	2.1	4.5					
			300.0	140.0	400.0	140.0	140.0	258.00					

3.7.2. Aplicación de los productos en estudio a base de silicio.

Se utilizó tres productos a base de silicio con tres dosis distintas por producto, aplicadas en diferentes etapas fenológicas realizando un total de ocho aplicaciones por tratamiento. El inicio de la aplicación de los productos inicio a los 15 días después del trasplante, la segunda aplicación fue a los 20 días después de la primera aplicación y las posteriores aplicaciones fueron cada quince días hasta completar los ocho ciclos de aplicación por tratamiento.

A continuación, se describe los productos utilizados en el campo experimental, modo de aplicación y su respectiva dosis según los tratamientos:

3.7.2.1. Producto Diatomix 92% (SiO₂).

Descripción: Este producto está descrito por Agroactivo (2022), como un compuesto natural de algas diatomeas unicelulares fosilizadas, su característica física es un polvo fino de color blanco, tiene forma porosa y está compuesta por el 92% de silicio biodisponible y cumple con diversas funciones, principalmente en: mejorador de suelos, nutrición vegetal, función carrier, antiapelmazante, protección vegetal. A continuación, se muestra su composición:

Tabla 13

Tabla composición de Diatomix

SiO ₂ (Silicio amorfo)	92%
Otros elementos (Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Hierro)	8%

a) Cálculos para la aplicación de DIATOMIX 92% (SiO₂) en el campo experimental:

Se hizo un cálculo de conversión de la dosis/ha (*tabla 6*) a la dosis requerida para el área del ensayo correspondiente a la cantidad de plantas por unidad experimental (45 plantas) en 3 repeticiones haciendo un total de 135 plantas. Se hizo una regla de tres simple para cada dosis:

➤ **Para la dosis 8kg/ha**

8 kg -----> 37000 plantas

x kg -----> 135 plantas

$$x = \frac{135 \text{ plantas} \times 8 \text{ kg}}{37,000 \text{ plantas}}$$

$$x = 0.029 \text{ kg} \equiv 29 \text{ gr} \dots T_1$$

➤ **Para la dosis 16kg/ha**

16 kg -----> 37000 plantas

x kg -----> 135 plantas

$$x = \frac{135 \text{ plantas} \times 16 \text{ kg}}{37,000 \text{ plantas}}$$

$$x = 0.058 \text{ kg} \equiv 58 \text{ gr} \dots T_4$$

➤ **Para la dosis 22kg/ha**

22 kg -----> 37000 plantas

x kg -----> 135 plantas

$$x = \frac{135 \text{ plantas} \times 22 \text{ kg}}{37,000 \text{ plantas}}$$

$$x = 0.080 \text{ kg} \equiv 80 \text{ gr} \dots T_7$$

b) Modo de aplicación de DIATOMIX 92% (SiO₂) en el campo experimental:

Del producto Diatomix 92% (SiO₂), se tomó una fracción y se pesó en una balanza gramera las siguientes dosis 29gr, 58gr y 80gr, (*anexo 9*), para los tratamientos T1, T4 y T7 respectivamente, el modo de aplicación fue por drench.

Tabla 14

Descripción de las dosis por tratamiento de Diatomix

TRATAMIENTOS	DESCRIPCION	DOSIS (ha)	Dosis por Tratamiento	Modo de Aplicación
T1	Producto DIATOMIX 92% (SiO ₂)	8 kg/ha	29 gr	drench
T4	Producto DIATOMIX 92% (SiO ₂)	16 kg/ha	58 gr	drench.
T7	Producto DIATOMIX 92% (SiO ₂)	22 kg/ha	80 gr	drench.

3.7.2.2. Producto MISSOURI 30% (SiO₂).

a) Descripción:

Este producto está descrito según la ficha técnica por MONTANA S.A., (2020) quien considera que es un fertilizante mineral cuyos componentes actúan de forma sinérgica para la protección de los diferentes órganos de la planta, ya que actúa como un activador de las defensas contra hongos e insectos gracias a su alto contenido de silicio.

Tabla 15

Composición del MISSOURI

Silicio (SiO ₂)	30%
Ingredientes inertes c.s.p	1L

b) Cálculos para la aplicación de MISSOURI 30% (SiO₂) en el campo experimental:

Para el uso del producto MISSOURI 30% (SiO₂), se hizo un cálculo de conversión de la dosis/ha (*tabla 6*) a la dosis requerida para el área del ensayo, correspondiente a la cantidad de plantas por unidad experimental (45 plantas) en 3 repeticiones haciendo un total de 135 plantas. Se hizo una regla de tres simple para cada dosis:

➤ Para la dosis 0.5L/cil

$$0.5 L \text{ --- --- ---} \rightarrow 37000 \text{ plantas}$$

$$x L \text{ --- --- ---} \rightarrow 135 \text{ plantas}$$

$$x = \frac{135 \text{ plantas} \times 0.5 L}{37,000 \text{ plantas}}$$

$$x = 0.0018 L \equiv 1.8 \text{ ml} \dots T_2$$

➤ **Para la dosis 0.8L/cil**

0.8 L -----> 37000 plantas

x L -----> 135 plantas

$$x = \frac{135 \text{ plantas} \times 0.8 \text{ L}}{37,000 \text{ plantas}}$$

$$x = 0.0029 \text{ L} \equiv 2.9 \text{ ml} \dots T_5$$

➤ **Para la dosis 1L/cil**

1 L -----> 37000 plantas

x L -----> 135 plantas

$$x = \frac{135 \text{ plantas} \times 1 \text{ L}}{37,000 \text{ plantas}}$$

$$x = 0.0036 \text{ L} \equiv 3.6 \text{ ml} \dots T_8$$

c) Forma de aplicación en el campo experimental:

El producto MISSOURI 30% (SiO₂), se aplicó a los tratamientos T2, T5 y T8; con una jeringa tuberculina de 1ml se midió las siguientes dosis 1.8 ml, 2.9 ml y 3.6 ml, (*anexo10*), respectivamente; el modo de aplicación fue foliar se usó una mochila a palanca marca Jacto.

Tabla 16

Descripción de las dosis por tratamiento de MISSOURI

TRATAMIENTOS	DESCRIPCION	DOSIS (L/cil)	Dosis por Tratamiento	Modo de Aplicación
T2	Producto MISSOURI 30% (SiO ₂)	0.5 L/cil	1.8 ml	foliar
T5	Producto MISSOURI 30% (SiO ₂)	0.8 L/cil	2.9 ml	foliar
T8	Producto MISSOURI 30% (SiO ₂)	1 L/cil	3.6 ml	foliar

3.7.2.3. *Producto MAGNEKLIN GRANULAR 35% (SiO₂).*

a) **Descripción:**

Según la ficha técnica descrita por TQC S.A, (2020) dicho producto al entrar en contacto con el suelo genera ácido monosilícico, que es la forma soluble que actúa en el suelo y la única forma química como la planta puede tomar Silicio del suelo. Al contener Silicio el producto tiene los siguientes beneficios: promueve mayor producción de materia seca, resistencia a enfermedades, contribuye a la economía del agua, promueve una arquitectura de la planta que incrementa la eficiencia en la utilización de la luz.

Tabla 17

Composición de MAGNEKLIN GRANULAR

Silicio (SiO ₂)	35%
Magnesio (MgO)	31%

b) **Cálculos para la aplicación de MAGNEKLIN GRANULAR 35% (SiO₂) en el campo experimental:**

Para el uso del producto MAGNEKLIN GRANULAR 35% (SiO₂), se hizo un cálculo de conversión de la dosis/ha a la dosis requerida para el área del ensayo, correspondiente a la cantidad de plantas por unidad experimental (45 plantas) en 3 repeticiones haciendo un total de 135 plantas. Se hizo una regla de tres simple para cada dosis:

Para la dosis 100 kg/ha

100 kg -----> 37000 plantas

x kg -----> 135 plantas

$$x = \frac{135 \text{ plantas} \times 100 \text{ kg}}{37,000 \text{ plantas}}$$

$$x = 0.365 \text{ kg} \equiv 365 \text{ gr} \dots T3$$

➤ **Para la dosis 150kg/ha**

150 kg -----> 37000 plantas

x kg -----> 135 plantas

$$x = \frac{135 \text{ plantas} \times 150 \text{ kg}}{37,000 \text{ plantas}}$$

$$x = 0.547 \text{ kg} \equiv 547 \text{ gr} \dots T6$$

➤ **Para la dosis 200kg/ha**

200 kg -----> 37000 plantas

x kg -----> 135 plantas

$$x = \frac{135 \text{ plantas} \times 200 \text{ kg}}{37,000 \text{ plantas}}$$

$$x = 0.730 \text{ kg} \equiv 730 \text{ gr} \dots T9$$

c) Forma de aplicación en el campo experimental:

Del producto MAGNEKLIN GRANULAR 35% (SiO₂), se tomó una fracción y se pesó en una balanza gramera las siguientes dosis 100kg/ha, 150kg/ha y 200kg/ha, (*anexo 11*), para los tratamientos T3, T6 y T9 respectivamente, el modo de aplicación fue por drench..

Tabla 18

Descripción de las dosis por tratamiento de MAGNEKLIN GRANULAR 35% (SiO₂)

TRATAMIENTOS	DESCRIPCION	DOSIS (ha)	Dosis por Tratamiento	Modo de Aplicación
T1	Producto MAGNEKLIN GRANULAR 35% (SiO ₂)	100 kg/ha	365 gr	drench.
T4	Producto MAGNEKLIN GRANULAR 35% (SiO ₂)	150 kg/ha	547 gr	drench.
T7	Producto MAGNEKLIN GRANULAR 35% (SiO ₂)	200 kg/ha	730 gr	drench.

3.7.3. Control fitosanitario.

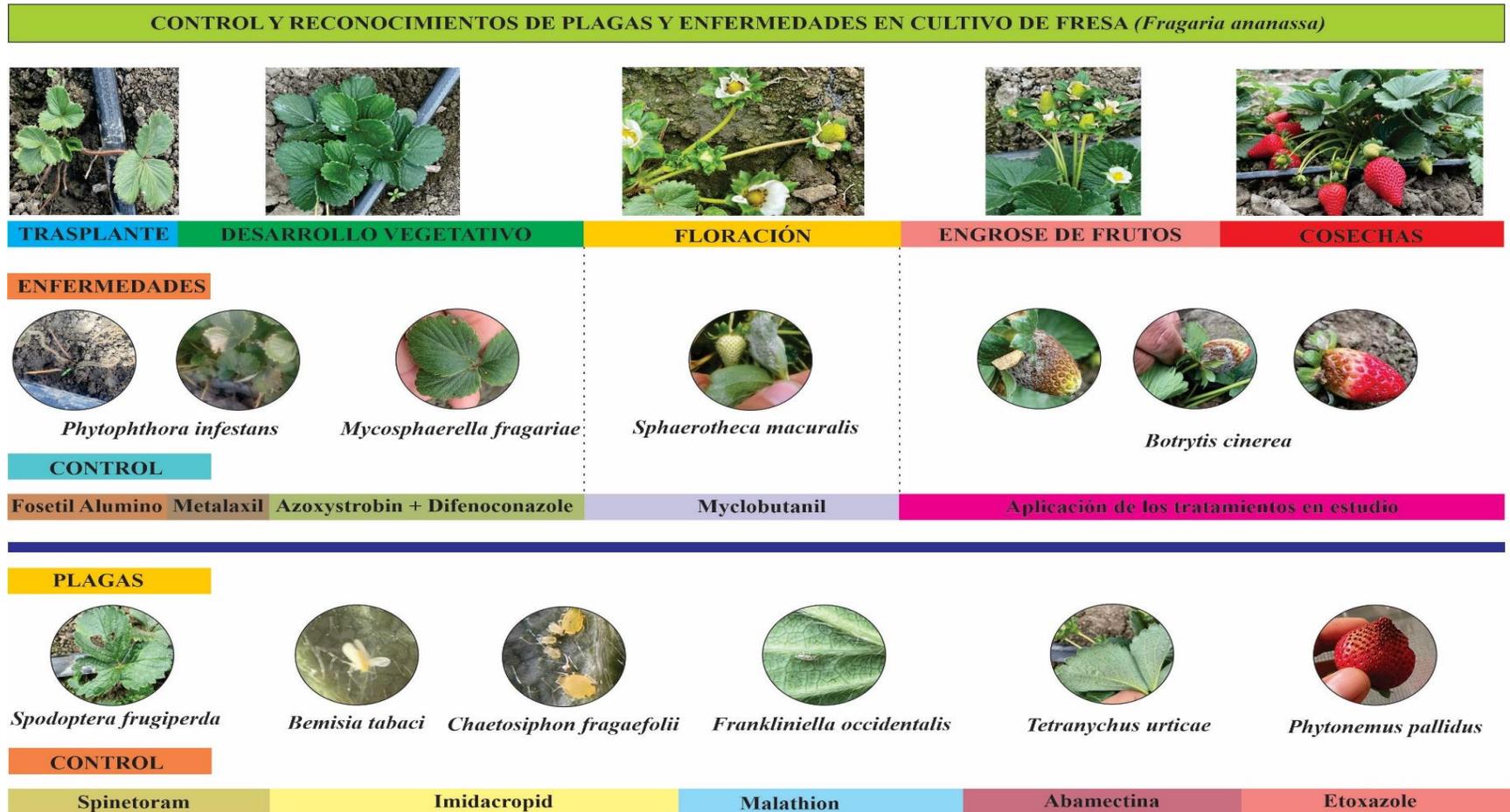
El control fitosanitario se realizó mediante el método químico, para evitar la infestación de plagas y/o enfermedades, evitando usar productos químicos para el control de *Botrytis cinerea*, durante el ciclo biológico del cultivo y periodo de investigación. A continuación, se muestra la (tabla 19) con los productos empleados:

Tabla 19*Productos usados en el control fitosanitario*

Nombre comercial	Ingrediente activo	Tipo de producto	Uso o control	Dosis (cil o ha)
FITOKLIN	Metalaxil	Fungicida	<i>Phytophthora infestans</i>	200ml/cil
TRASLATE 80 WP	Fosetil Aluminio	Fungicida	<i>Phytophthora infestans</i> <i>Bemisia tabaco/</i>	0.5kg/cil
LANCER®	Imidacloprid	Insecticida	<i>Chaetosiphon fragaefolii</i>	200ml/cil
ABSOLUTE™ 60 SC	Spinetoram	Insecticida	<i>Spodoptera frugiperda</i>	0.08L/ha
BAMECTÍN	Abamectina	Insecticida-Acaricida	<i>Tetranychus urticae</i>	150ml/cil
ACARISIL® 110 SC	Etoxazole	Acaricida	<i>Phytonemus pallidus</i>	60ml/cil
EXTRATHION 57% EC	Malathion	Insecticida	<i>Thrips tabaci</i>	700ml/cil
CONFIEE PLUS® 500 SC	Azoxystrobin + Difenconazole	Fungicida	<i>Mycosphaerella fragariae</i>	0.4L/ha
ESTRUENDO	Myclobutanil	Fungicida	<i>Sphaerotheca macuralis</i>	0.15L/ha

Figura 9

Control y reconocimiento de plagas y enfermedades en cultivo de Fragaria ananassa “fresa”



Datos obtenidos del campo experimental, año 2022

3.7.4. Aislamiento de *Botrytis cinérea*.

Para este procedimiento seguimos la propuesta descrita por (Muñoz et al., s.f.):

a) Recolección del material vegetal

Se recolectó los frutos de *Fragaria ananassa* “fresa” variedad San Andreas afectados con síntomas y signos de *Botrytis cinerea* encontrados en el tratamiento cero T0 del campo experimental de Vinzos. Posteriormente, estos fueron llevados al laboratorio de Fitopatología de la Universidad Privada Antenor Orrego para su respectivo aislamiento.

b) Aislamiento

Se extrajo una pequeña porción de la parte infectada del fruto utilizando una aguja estéril para ser sembradas en tres placas Petri, el cual tuvo como medio de cultivo PDA (Papa Dextrosa Agar) previamente esterilizadas con hipoclorito de sodio al 1%. Luego fueron incubados a una temperatura de 25°C por cuatro días para permitir el crecimiento del hongo. Después que el patógeno alcanzó un crecimiento mayor al 50% dentro del medio de cultivo, se realizó la observación en microscopio para el reconocimiento y confirmación de la colonia del micelio en crecimiento. Posteriormente se realizó un cultivo puro, que fue almacenado a una temperatura de 8.5°C, que permitió la conservación del hongo.

c) Preparación del inóculo de *Botrytis cinerea*

La preparación de los inóculos se realizó a partir de los aislamientos obtenidos en la purificación del cultivo. Se tomó una caja Petri con muestra del crecimiento del hongo de 5 días y con ayuda de un bisturí estéril se realizó el desprendimiento del micelio y se colocó en un

mortero estéril. Posteriormente se agregó 100 ml de agua estéril hasta obtener una suspensión, a la cual se le realizó un recuento de conidios en cámara de Neubauer. De acuerdo a este resultado se obtuvo la concentración de 1×10^4 conidios/ml de agua.

Para el cálculo de la concentración Cañedo & Ames, (2004), propone las siguientes formulas:

Conidios/ml = # de conidios contadas x 25,000 x factor de dilución

Conidias total = conidios/ml x Vol. de la suspensión original de conidias.

3.7.4.1. Inoculación del patógeno en campo.

Se obtuvo 100 ml de suspensión, con una concentración de 1×10^4 conidios/ml, dicha concentración fue diluida en 10 L de agua destilada, para luego realizar la inoculación en el campo experimental de Vinzos.

La suspensión del inóculo de *Botrytis cinerea* se realizó por aspersión sobre las plantas de *Fragaria ananassa* “fresa” a los sesenta días después del trasplante, la aspersión fue mediante una mochila de fumigación para la cobertura de la planta.

3.7.5. Cosecha.

La cosecha inicio aproximadamente a los 70 días con la recolección de las muestras para el estudio de cada tratamiento, realizando pequeños desmanches de fruta para evitar que la fruta perezca, aproximadamente a los 110 días se dio inicio a la cosecha cada tres días.

3.7.6. Recolección de muestras para la toma de datos.

Las muestras recolectadas fueron frutos maduros de *Fragaria ananassa* “fresa” variedad San Andreas, tomados completamente al azar por cada tratamiento y colocadas en Clamshell de 1kg, previamente identificadas al momento de la recolección con toda la información solicitada en la etiqueta de identificación por tratamiento. Las muestras se sellaron y fueron llevados a un ambiente acondicionado, para ser puestos por 72h en cámaras húmedas y posteriormente evaluar el grado de incidencia y severidad de forma visual.

a) Selección y toma de las muestras

La primera evaluación se realizó a los 10 días después de la inoculación, la segunda evaluación se realizó a los 20 días después de la primera evaluación y la última evaluación se realizó a los 30 días después de la segunda evaluación, en etapa de cosecha. Se seleccionaron 5 plantas al azar por tratamiento y por repetición, tomando 2 frutos por cada planta, hasta recolectar 10 frutos por cada unidad experimental.

b) Traslado de muestras

Previamente identificado cada Clamshell de 1kg, fue llevado el mismo día a una zona acondicionada para ser sometidos primero a una desinfección con agua destilada e hipoclorito de sodio al 1%, luego se trasladaron las muestras a cámaras húmedas.

c) Cámaras húmedas

La cámara humedad se armó con Clamshell con un cierre hermético, correctamente desinfectados cuyo interior contenía papel toalla humedecida con agua destilada, con el objetivo de dar las condiciones al patógeno para su desarrollo y posterior evaluación, diferenciando cada Clamshell por la etiqueta y el tipo de muestra que se sacó de campo.

3.7.7. Técnicas e instrumentos.

Luego de pasar 72 horas en las cámaras húmedas, se procedió a realizar el análisis de cada una de las muestras. Se usó la técnica de escala cuantitativa para la obtención de datos del nivel de incidencia y severidad de la enfermedad de *Botrytis cinerea* en *Fragaria ananassa* “fresa”, esta consistió en una toma de datos mediante una evaluación de los frutos afectados (observación visual), esta toma de datos se registró en una cartilla de evaluación de elaboración propia.

A continuación, se describe las variables evaluadas

a) Nivel de incidencia

Se observaron los frutos que presentaron síntomas de pudrición mediante un moho de color grisáceo en el fruto. La incidencia de *Botrytis cinerea* fue calculada con la siguiente fórmula propuesta por (Quitoa, 2015).

$$\% \text{ de incidencia} = \frac{\text{Número de frutos infestados}}{\text{Número de frutos recolectados}} \times 100$$

b) Severidad

Se observó el porcentaje de la superficie del fruto enfermo en relación al área de la superficie total. Una vez determinado el nivel de daño por unidad experimental, a los datos generados se les aplicó la fórmula descrita por (Forgueras, et al., 2011) para determinar el porcentaje de severidad.

$$\% \text{ severidad} = \left[\frac{\sum n * v}{CM * N} \right] * 100$$

Donde:

n = número de frutos por cada clase en la escala

v = valor numérico de cada clase

CM = categoría mayor

N = número total de frutos en la muestra

Tabla 20

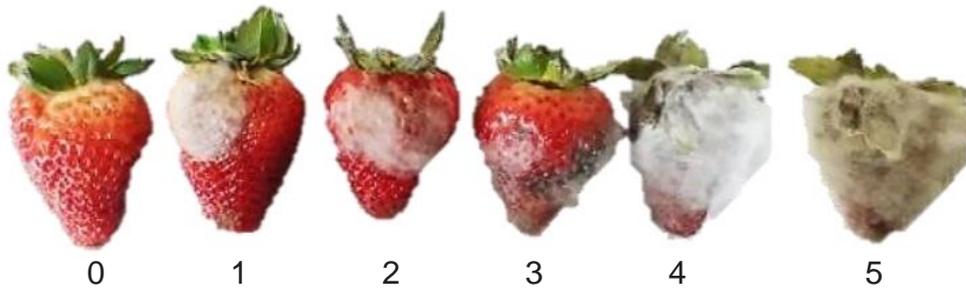
Escala numérica de severidad de Botrytis cinerea.

Categoría	Área afectada (%)	Descripción
0	0	Sin cambios visibles.
1	20	Ligera coloración marrón.
2	40	Decoloración marrón moderada.
3	60	Crecimiento micelial de leve a moderado.
4	80	Crecimiento micelial de moderado a intenso.
5	100	Esporulación característica, fuerte crecimiento de micelio.

Fuente: (Collaguazo Tatayo , 2021, p. 19)

Figura 10

Escala pictográfica de severidad Botrytis cinérea en Fragaria ananassa “fresa”



Collaguazo Tatayo , (2021, p. 20)

3.7.8. Análisis de datos

Los datos recolectados se irán registrando en el programa Excel, posteriormente se tabularán todos los datos necesarios serán sometidos a un análisis de varianza (ANOVA). Para el análisis e interpretación de datos se usará el software IBM SPSS versión 25. en caso de obtenerse diferencias significativas se empleará la prueba de comparación TUKEY con un nivel de determinación de 0.5.

IV. RESULTADOS

4.1. Determinación del mejor producto y la dosis precisa a base de Silicio en el control de

Botrytis cinerea en el cultivo de *Fragaria ananassa* “fresa”, variedad San Andreas.

4.1.1. Determinación del mejor producto y la dosis precisa a base de Silicio en el control

de *Botrytis cinerea* en el cultivo de *Fragaria ananassa* “fresa”, variedad San

Andreas.

Tabla 21

Promedio de escala numérica de severidad de Botrytis cinerea en su primera y segunda evaluación luego de 72 horas en cámaras húmedas a los 10 días después de la inoculación

TRATAMIENTO	PRODUCTO	DOSIS	PROMEDIO DE ESCALA POR BLOQUE					
			BLOQUE I		BLOQUE II		BLOQUE III	
			1era	2da	1era	2da	1era	2da
0	CONTROL	CONTROL	1.8	2.5	2.3	2.9	3.7	4.2
1	DIATOMIX 92%(SiO ₂)	8kg/ha	1.5	2.1	2.1	2.8	2.6	3.8
2	MISSOURI 30%(SiO ₂)	0.5L/cil	3.4	4.0	4.3	5.0	4.0	4.7
3	MAGNEKLIN 35%(SiO ₂)	100kg/ha	1.9	2.5	2.8	3.1	3.8	4.3
4	DIATOMIX 92%(SiO ₂)	16kg/ha	4.4	4.7	4.0	4.5	1.8	2.2
5	MISSOURI 30%(SiO ₂)	0.8L/cil	2.2	2.9	3.2	3.7	3.3	4.0
6	MAGNEKLIN 35%(SiO ₂)	150kg/ha	3.1	4.0	2.7	3.5	2.3	2.8
7	DIATOMIX 92%(SiO ₂)	22kg/ha	0.6	0.9	2.2	3.0	1.7	2.6
8	MISSOURI 30%(SiO ₂)	1L/cil	1.7	2.6	3.3	3.8	3.5	3.7
9	MAGNEKLIN 35%(SiO ₂)	200kg/ha	2.5	2.9	3.3	3.8	2.8	4.0

Nota, se aplicó en dosis diferenciada por tratamiento y se realizó una 1era y 2da evaluación por bloque.

4.1.2. Porcentaje de severidad de *Botrytis cinérea* a los 10 días después de la inoculación.

Tabla 22

Porcentaje de severidad de Botrytis cinerea en su primera y segunda evaluación luego de 72 horas en cámaras húmedas a los 10 días después de la inoculación.

TRATAMIENTO	PRODUCTO	DOSIS	SEVERIDAD POR BLOQUE EN %					
			BLOQUE I		BLOQUE II		BLOQUE III	
			1era	2da	1era	2da	1era	2da
0	CONTROL	CONTROL	36	50	46	58	74	84
1	DIATOMIX 92%(SiO2)	8kg/ha	30	42	42	56	52	76
2	MISSOURI 30%(SiO2)	0.5L/cil	68	80	86	100	80	94
3	MAGNEKLIN 35%(SiO2)	100kg/ha	38	50	56	62	76	86
4	DIATOMIX 92%(SiO2)	16kg/ha	88	94	80	90	36	44
5	MISSOURI 30%(SiO2)	0.8L/cil	44	58	64	74	66	80
6	MAGNEKLIN 35%(SiO2)	150kg/ha	62	80	54	70	46	56
7	DIATOMIX 92%(SiO2)	22kg/ha	12	18	44	60	34	52
8	MISSOURI 30%(SiO2)	1L/cil	34	52	66	76	70	74
9	MAGNEKLIN 35%(SiO2)	200kg/ha	50	58	66	76	56	80

Nota, se aplicó en dosis diferenciada por tratamiento y se realizó una 1era y 2da evaluación por bloque.

4.1.3. Porcentaje de incidencia de *Botrytis cinérea* a los 10 días después de la inoculación.

Tabla 23

Porcentaje de incidencia de Botrytis cinerea en su primera y segunda evaluación luego de 72 horas en cámaras húmedas a los 10 días después de la inoculación.

TRATAMIENTO	PRODUCTO	DOSIS	INCIDENCIA POR BLOQUE EN %					
			BLOQUE I		BLOQUE II		BLOQUE III	
			1era	2da	1era	2da	1era	2da
0	CONTROL	CONTROL	80	60	90	90	100	100
1	DIATOMIX 92%(SiO2)	8kg/ha	60	60	80	80	100	100
2	MISSOURI 30%(SiO2)	0.5L/cil	90	90	100	100	100	100
3	MAGNEKLIN 35%(SiO2)	100kg/ha	60	60	80	80	90	90
4	DIATOMIX 92%(SiO2)	16kg/ha	100	100	100	100	50	50
5	MISSOURI 30%(SiO2)	0.8L/cil	90	90	100	100	100	100
6	MAGNEKLIN 35%(SiO2)	150kg/ha	100	100	90	90	70	70
7	DIATOMIX 92%(SiO2)	22kg/ha	50	50	90	90	60	60
8	MISSOURI 30%(SiO2)	1L/cil	80	80	90	90	90	90
9	MAGNEKLIN 35%(SiO2)	200kg/ha	70	70	90	90	100	100

Nota, se aplicó en dosis diferenciada por tratamiento y se realizó una 1era y 2da evaluación por bloque.

4.1.4. Promedio de escala numérica de severidad de *Botrytis cinérea* a los 20 días después de la primera evaluación.

Tabla 24

Promedio de escala numérica de severidad de Botrytis cinerea en su primera y segunda evaluación luego de 72 horas en cámaras húmedas a los 20 días después de la primera evaluación.

TRATAMIENTO	PRODUCTO	DOSIS	PROMEDIO DE ESCALA POR BLOQUE					
			BLOQUE I		BLOQUE II		BLOQUE III	
			1era	2da	1era	2da	1era	2da
0	CONTROL	CONTROL	0.8	1.5	1.2	1.6	0.1	1.6
1	DIATOMIX 92%(SiO2)	8kg/ha	0.4	1.4	1.3	2.6	0.7	1.4
2	MISSOURI 30%(SiO2)	0.5L/cil	0.5	1.8	1.1	1.9	1.2	2.0
3	MAGNEKLIN 35%(SiO2)	100kg/ha	1.1	1.2	0.1	0.7	0.9	1.5
4	DIATOMIX 92%(SiO2)	16kg/ha	1.4	2.4	0.6	1.6	0.8	3.2
5	MISSOURI 30%(SiO2)	0.8L/cil	1.4	2.6	0.8	1.8	1.4	1.5
6	MAGNEKLIN 35%(SiO2)	150kg/ha	1.1	1.6	1.3	2.7	1.2	1.7
7	DIATOMIX 92%(SiO2)	22kg/ha	1.3	2.0	0.8	1.5	0.9	1.5
8	MISSOURI 30%(SiO2)	1L/cil	0.8	1.9	0.7	2.5	0.8	1.8
9	MAGNEKLIN 35%(SiO2)	200kg/ha	1.1	2.0	0.6	1.4	0.7	2.2

Nota, se aplicó en dosis diferenciada por tratamiento y se realizó una 1era y 2da evaluación por bloque.

4.1.5. Porcentaje de incidencia de *Botrytis cinérea* a los 20 días después de la primera evaluación.

Tabla 25

Porcentaje de incidencia de Botrytis cinerea en su primera y segunda evaluación luego de 72 horas en cámaras húmedas a los 20 días después de la primera evaluación

TRATAMIENTO	PRODUCTO	DOSIS	INCIDENCIA POR BLOQUE EN %					
			BLOQUE I		BLOQUE II		BLOQUE III	
			1era	2da	1era	2da	1era	2da
0	CONTROL	CONTROL	80	80	60	60	10	70
1	DIATOMIX 92%(SiO2)	8kg/ha	40	60	60	80	50	70
2	MISSOURI 30%(SiO2)	0.5L/cil	50	70	50	80	50	80
3	MAGNEKLIN 35%(SiO2)	100kg/ha	70	70	10	60	50	50
4	DIATOMIX 92%(SiO2)	16kg/ha	90	90	60	70	50	90
5	MISSOURI 30%(SiO2)	0.8L/cil	70	80	60	90	80	60
6	MAGNEKLIN 35%(SiO2)	150kg/ha	70	70	70	100	70	80
7	DIATOMIX 92%(SiO2)	22kg/ha	70	90	40	40	50	80
8	MISSOURI 30%(SiO2)	1L/cil	50	70	40	70	40	50
9	MAGNEKLIN 35%(SiO2)	200kg/ha	60	60	60	70	50	70

Nota, se aplicó en dosis diferenciada por tratamiento y se realizó una 1era y 2da evaluación por bloque.

4.1.6. Promedio de escala numérica de severidad de *Botrytis cinérea* a los 20 días después de la primera evaluación.

Tabla 26

Promedio de escala numérica de severidad de Botrytis cinerea en su primera y segunda evaluación luego de 72 horas en cámaras húmedas a los 30 días después de la segunda evaluación

TRATAMIENTO	PRODUCTO	DOSIS	PROMEDIO DE ESCALA POR BLOQUE					
			BLOQUE I		BLOQUE II		BLOQUE III	
			1era	2da	1era	2da	1era	2da
0	CONTROL	CONTROL	1.2	2.3	0.6	1.2	1.5	2.1
1	DIATOMIX 92%(SiO2)	8kg/ha	0.3	1.3	0.3	1.9	0.0	2.1
2	MISSOURI 30%(SiO2)	0.5L/cil	0.6	2.5	0.3	1.9	0.3	2.6
3	MAGNEKLIN 35%(SiO2)	100kg/ha	0.0	2.3	0.2	2.4	0.4	1.4
4	DIATOMIX 92%(SiO2)	16kg/ha	0.6	2.1	0.3	1.9	0.6	1.8
5	MISSOURI 30%(SiO2)	0.8L/cil	0.3	1.8	0.2	1.8	0.5	2.9
6	MAGNEKLIN 35%(SiO2)	150kg/ha	0.3	1.9	0.3	1.9	0.6	1.9
7	DIATOMIX 92%(SiO2)	22kg/ha	0.2	1.4	0.6	1.0	0.5	2.8
8	MISSOURI 30%(SiO2)	1L/cil	0.3	2.4	0.5	1.7	0.3	1.6
9	MAGNEKLIN 35%(SiO2)	200kg/ha	0.2	2.4	0.1	1.6	0.4	4.1

Nota, se aplicó en dosis diferenciada por tratamiento y se realizó una 1era y 2da evaluación por bloque.

4.1.7. Porcentaje de incidencia de *Botrytis cinérea* a los 30 días después de la segunda evaluación.

Tabla 27

Porcentaje de incidencia de Botrytis cinerea en su primera y segunda evaluación luego de 72 horas en cámaras húmedas a los 30 días después de la segunda evaluación

TRATAMIENTO	PRODUCTO	DOSIS	INCIDENCIA POR BLOQUE EN %					
			BLOQUE I		BLOQUE II		BLOQUE III	
			1era	2da	1era	2da	1era	2da
0	CONTROL	CONTROL	80	100	40	70	60	80
1	DIATOMIX 92%(SiO ₂)	8kg/ha	30	70	30	80	30	90
2	MISSOURI 30%(SiO ₂)	0.5L/cil	50	100	30	90	10	100
3	MAGNEKLIN 35%(SiO ₂)	100kg/ha	0	100	20	80	40	40
4	DIATOMIX 92%(SiO ₂)	16kg/ha	50	70	20	80	30	60
5	MISSOURI 30%(SiO ₂)	0.8L/cil	20	90	10	60	30	90
6	MAGNEKLIN 35%(SiO ₂)	150kg/ha	30	70	20	80	50	70
7	DIATOMIX 92%(SiO ₂)	22kg/ha	10	60	40	50	0	10
8	MISSOURI 30%(SiO ₂)	1L/cil	20	70	20	70	20	70
9	MAGNEKLIN 35%(SiO ₂)	200kg/ha	20	100	10	70	20	100

Nota, se aplicó en dosis diferenciada por tratamiento y se realizó una 1era y 2da evaluación por bloque.

4.2. Análisis de varianza

Tabla 28

Prueba de efectos inter-sujetos

Origen	Variable dependiente	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	Promedio de escala numérica de severidad en la primera evaluación	14,607 ^a	11	1,328	2,320	,055
	Promedio de escala numérica de severidad en la segunda evaluación	13,524 ^b	11	1,229	1,980	,096
Intersección	Promedio de escala numérica de severidad en la primera evaluación	228,528	1	228,528	399,188	,000
	Promedio de escala numérica de severidad en la segunda evaluación	343,408	1	343,408	553,025	,000
tratamientos	Promedio de escala numérica de severidad en la primera evaluación	11,545	9	1,283	2,241	,069
	Promedio de escala numérica de severidad en la segunda evaluación	10,162	9	1,129	1,818	,134
bloques	Promedio de escala numérica de severidad en la primera evaluación	3,062	2	1,531	2,674	,096
	Promedio de escala numérica de severidad en la segunda evaluación	3,363	2	1,681	2,708	,094
Error	Promedio de escala numérica de severidad en la primera evaluación	10,305	18	,572		
	Promedio de escala numérica de severidad en la segunda evaluación	11,177	18	,621		
Total	Promedio de escala numérica de severidad en la primera evaluación	253,440	30			
	Promedio de escala numérica de severidad en la segunda evaluación	368,110	30			
Total corregido	Promedio de escala numérica de severidad en la primera evaluación	24,912	29			
	Promedio de escala numérica de severidad en la segunda evaluación	24,702	29			

Nota, a. R al cuadrado = ,586 (R al cuadrado ajustada = ,334)

b. R al cuadrado = ,548 (R al cuadrado ajustada = ,271)

4.2.1. Comparaciones múltiples entre tratamientos

Tabla 29

Comparaciones múltiples entre tratamientos

HSD Tukey Variable dependiente	(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Promedio de escala numerica de severidad en la primera evaluación	0	1	.533	.6178	,996	-1.682	2.748
		2	-1.300	.6178	,546	-3.515	.915
		3	-.233	.6178	1,000	-2.448	1.982
		4	-.800	.6178	,942	-3.015	1.415
		5	-.300	.6178	1,000	-2.515	1.915
		6	-.100	.6178	1,000	-2.315	2.115
		7	1.100	.6178	,739	-1.115	3.315
		8	-.233	.6178	1,000	-2.448	1.982
		9	-.267	.6178	1,000	-2.482	1.948
	1	0	-.533	.6178	,996	-2.748	1.682
		2	-1.833	.6178	,157	-4.048	.382
		3	-.767	.6178	,955	-2.982	1.448
		4	-1.333	.6178	,514	-3.548	.882
		5	-.833	.6178	,928	-3.048	1.382
		6	-.633	.6178	,986	-2.848	1.582
		7	.567	.6178	,994	-1.648	2.782
		8	-.767	.6178	,955	-2.982	1.448
		9	-.800	.6178	,942	-3.015	1.415
	2	0	1.300	.6178	,546	-.915	3.515
		1	1.833	.6178	,157	-.382	4.048
		3	1.067	.6178	,768	-1.148	3.282
		4	.500	.6178	,997	-1.715	2.715
		5	1.000	.6178	,823	-1.215	3.215
		6	1.200	.6178	,644	-1.015	3.415
		7	2.400*	.6178	,028	.185	4.615
		8	1.067	.6178	,768	-1.148	3.282
		9	1.033	.6178	,796	-1.182	3.248
	3	0	.233	.6178	1,000	-1.982	2.448
		1	.767	.6178	,955	-1.448	2.982
		2	-1.067	.6178	,768	-3.282	1.148
		4	-.567	.6178	,994	-2.782	1.648
		5	-.067	.6178	1,000	-2.282	2.148
		6	.133	.6178	1,000	-2.082	2.348
		7	1.333	.6178	,514	-.882	3.548
		8	.000	.6178	1,000	-2.215	2.215
		9	-.033	.6178	1,000	-2.248	2.182
4	0	.800	.6178	,942	-1.415	3.015	
	1	1.333	.6178	,514	-.882	3.548	
	2	-.500	.6178	,997	-2.715	1.715	
	3	.567	.6178	,994	-1.648	2.782	
	5	.500	.6178	,997	-1.715	2.715	
	6	.700	.6178	,974	-1.515	2.915	
	7	1.900	.6178	,130	-.315	4.115	
	8	.567	.6178	,994	-1.648	2.782	
	9	.533	.6178	,996	-1.682	2.748	
5	0	.300	.6178	1,000	-1.915	2.515	
	1	.833	.6178	,928	-1.382	3.048	
	2	-1.000	.6178	,823	-3.215	1.215	
	3	.067	.6178	1,000	-2.148	2.282	
	4	-.500	.6178	,997	-2.715	1.715	
	6	.200	.6178	1,000	-2.015	2.415	
	7	1.400	.6178	,452	-.815	3.615	
	8	.067	.6178	1,000	-2.148	2.282	
	9	.033	.6178	1,000	-2.182	2.248	
6	0	.100	.6178	1,000	-2.115	2.315	
	1	.633	.6178	,986	-1.582	2.848	
	2	-1.200	.6178	,644	-3.415	1.015	
	3	-.133	.6178	1,000	-2.348	2.082	
	4	-.700	.6178	,974	-2.915	1.515	

	5	-.200	.6178	1,000	-2.415	2.015
	7	1.200	.6178	,644	-1.015	3.415
	8	-.133	.6178	1,000	-2.348	2.082
	9	-.167	.6178	1,000	-2.382	2.048
7	0	-1.100	.6178	,739	-3.315	1.115
	1	-.567	.6178	,994	-2.782	1.648
	2	-2.400*	.6178	,028	-4.615	-.185
	3	-1.333	.6178	,514	-3.548	.882
	4	-1.900	.6178	,130	-4.115	.315
	5	-1.400	.6178	,452	-3.615	.815
	6	-1.200	.6178	,644	-3.415	1.015
	8	-1.333	.6178	,514	-3.548	.882
	9	-1.367	.6178	,483	-3.582	.848
8	0	.233	.6178	1,000	-1.982	2.448
	1	.767	.6178	,955	-1.448	2.982
	2	-1.067	.6178	,768	-3.282	1.148
	3	.000	.6178	1,000	-2.215	2.215
	4	-.567	.6178	,994	-2.782	1.648
	5	-.067	.6178	1,000	-2.282	2.148
	6	.133	.6178	1,000	-2.082	2.348
	7	1.333	.6178	,514	-.882	3.548
	9	-.033	.6178	1,000	-2.248	2.182
9	0	.267	.6178	1,000	-1.948	2.482
	1	.800	.6178	,942	-1.415	3.015
	2	-1.033	.6178	,796	-3.248	1.182
	3	.033	.6178	1,000	-2.182	2.248
	4	-.533	.6178	,996	-2.748	1.682
	5	-.033	.6178	1,000	-2.248	2.182
	6	.167	.6178	1,000	-2.048	2.382
	7	1.367	.6178	,483	-.848	3.582
	8	.033	.6178	1,000	-2.182	2.248
Promedio de escala numerica de severidad en la segunda evaluación	0	.300	.6434	1,000	-2.007	2.607
	2	-1.367	.6434	,535	-3.674	.940
	3	-.100	.6434	1,000	-2.407	2.207
	4	-.600	.6434	,993	-2.907	1.707
	5	-.333	.6434	1,000	-2.640	1.974
	6	-.233	.6434	1,000	-2.540	2.074
	7	1.033	.6434	,829	-1.274	3.340
	8	-.167	.6434	1,000	-2.474	2.140
	9	-.367	.6434	1,000	-2.674	1.940
1	0	-.300	.6434	1,000	-2.607	2.007
	2	-1.667	.6434	,289	-3.974	.640
	3	-.400	.6434	1,000	-2.707	1.907
	4	-.900	.6434	,912	-3.207	1.407
	5	-.633	.6434	,990	-2.940	1.674
	6	-.533	.6434	,997	-2.840	1.774
	7	.733	.6434	,973	-1.574	3.040
	8	-.467	.6434	,999	-2.774	1.840
	9	-.667	.6434	,985	-2.974	1.640
2	0	1.367	.6434	,535	-.940	3.674
	1	1.667	.6434	,289	-.640	3.974
	3	1.267	.6434	,628	-1.040	3.574
	4	.767	.6434	,965	-1.540	3.074
	5	1.033	.6434	,829	-1.274	3.340
	6	1.133	.6434	,749	-1.174	3.440
	7	2.400*	.6434	,038	.093	4.707
	8	1.200	.6434	,690	-1.107	3.507
	9	1.000	.6434	,853	-1.307	3.307
3	0	.100	.6434	1,000	-2.207	2.407
	1	.400	.6434	1,000	-1.907	2.707
	2	-1.267	.6434	,628	-3.574	1.040
	4	-.500	.6434	,998	-2.807	1.807
	5	-.233	.6434	1,000	-2.540	2.074
	6	-.133	.6434	1,000	-2.440	2.174
	7	1.133	.6434	,749	-1.174	3.440
	8	-.067	.6434	1,000	-2.374	2.240
	9	-.267	.6434	1,000	-2.574	2.040
4	0	.600	.6434	,993	-1.707	2.907
	1	.900	.6434	,912	-1.407	3.207
	2	-.767	.6434	,965	-3.074	1.540
	3	.500	.6434	,998	-1.807	2.807

	5	.267	.6434	1,000	-2.040	2.574
	6	.367	.6434	1,000	-1.940	2.674
	7	1.633	.6434	,312	-.674	3.940
	8	.433	.6434	,999	-1.874	2.740
	9	.233	.6434	1,000	-2.074	2.540
5	0	.333	.6434	1,000	-1.974	2.640
	1	.633	.6434	,990	-1.674	2.940
	2	-1.033	.6434	,829	-3.340	1.274
	3	.233	.6434	1,000	-2.074	2.540
	4	-.267	.6434	1,000	-2.574	2.040
	6	.100	.6434	1,000	-2.207	2.407
	7	1.367	.6434	,535	-.940	3.674
	8	.167	.6434	1,000	-2.140	2.474
	9	-.033	.6434	1,000	-2.340	2.274
6	0	.233	.6434	1,000	-2.074	2.540
	1	.533	.6434	,997	-1.774	2.840
	2	-1.133	.6434	,749	-3.440	1.174
	3	.133	.6434	1,000	-2.174	2.440
	4	-.367	.6434	1,000	-2.674	1.940
	5	-.100	.6434	1,000	-2.407	2.207
	7	1.267	.6434	,628	-1.040	3.574
	8	.067	.6434	1,000	-2.240	2.374
	9	-.133	.6434	1,000	-2.440	2.174
7	0	-1.033	.6434	,829	-3.340	1.274
	1	-.733	.6434	,973	-3.040	1.574
	2	-2.400*	.6434	,038	-4.707	-.093
	3	-1.133	.6434	,749	-3.440	1.174
	4	-1.633	.6434	,312	-3.940	.674
	5	-1.367	.6434	,535	-3.674	.940
	6	-1.267	.6434	,628	-3.574	1.040
	8	-1.200	.6434	,690	-3.507	1.107
	9	-1.400	.6434	,504	-3.707	.907
8	0	.167	.6434	1,000	-2.140	2.474
	1	.467	.6434	,999	-1.840	2.774
	2	-1.200	.6434	,690	-3.507	1.107
	3	.067	.6434	1,000	-2.240	2.374
	4	-.433	.6434	,999	-2.740	1.874
	5	-.167	.6434	1,000	-2.474	2.140
	6	-.067	.6434	1,000	-2.374	2.240
	7	1.200	.6434	,690	-1.107	3.507
	9	-.200	.6434	1,000	-2.507	2.107
9	0	.367	.6434	1,000	-1.940	2.674
	1	.667	.6434	,985	-1.640	2.974
	2	-1.000	.6434	,853	-3.307	1.307
	3	.267	.6434	1,000	-2.040	2.574
	4	-.233	.6434	1,000	-2.540	2.074
	5	.033	.6434	1,000	-2.274	2.340
	6	.133	.6434	1,000	-2.174	2.440
	7	1.400	.6434	,504	-.907	3.707
	8	.200	.6434	1,000	-2.107	2.507

Nota, Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = ,621.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

Figura 11

Medias marginales estimadas de promedio de escala numérica de severidad en la primera evaluación

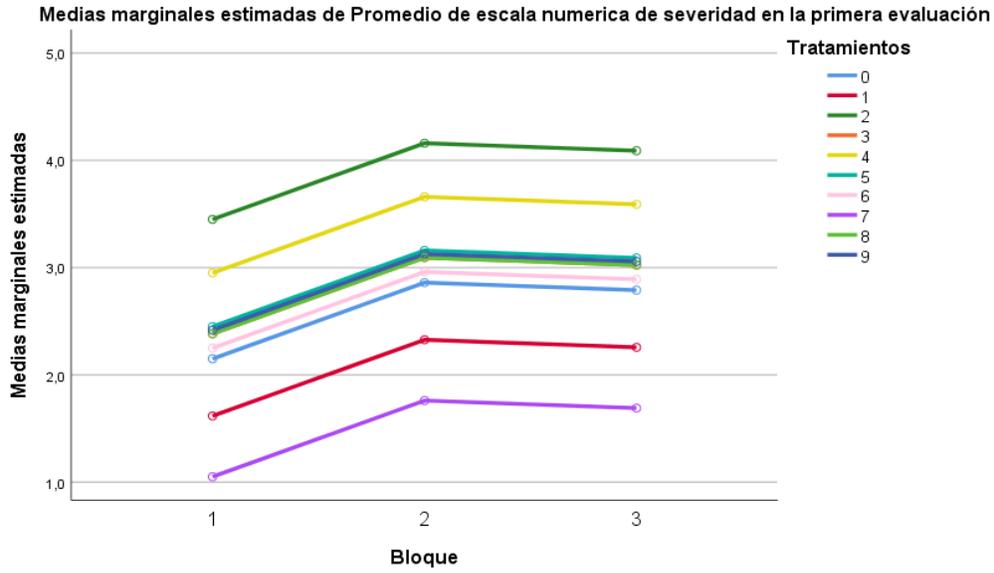


Figura 12

Medias marginales estimadas de promedio de escala numérica de severidad en la segunda evaluación

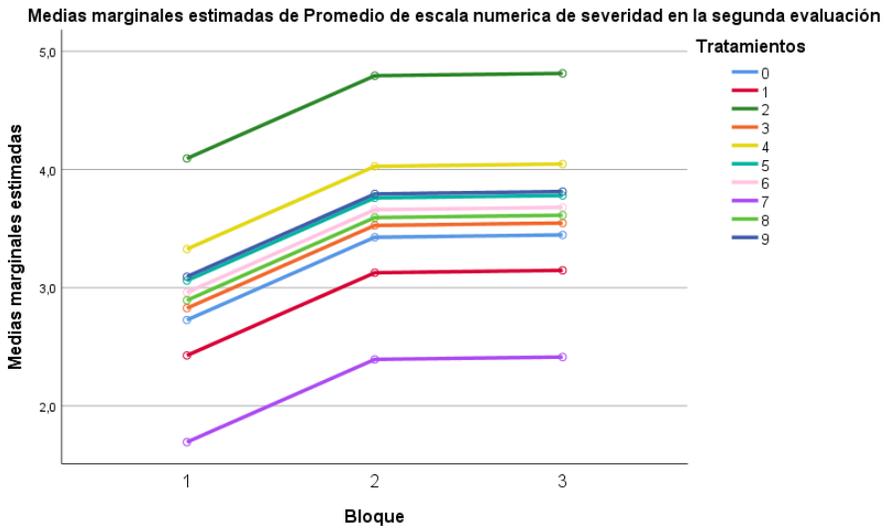
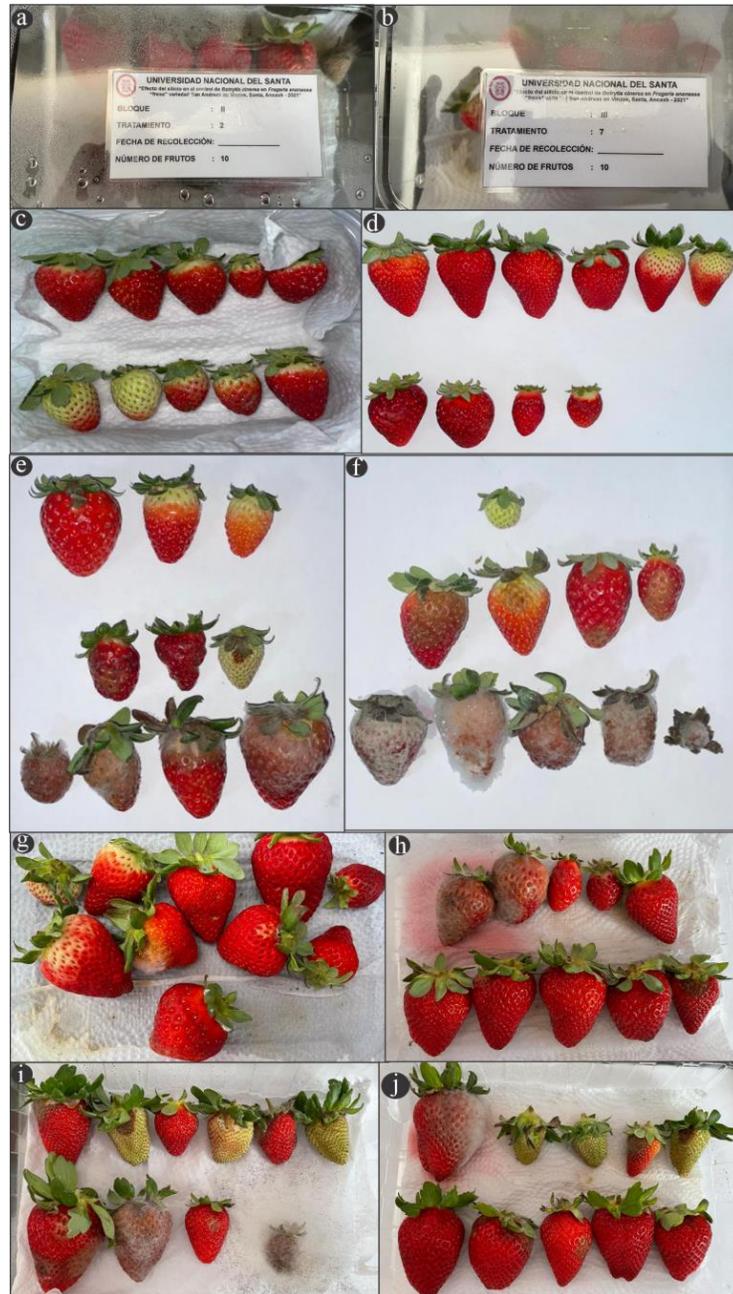


Figura 13

Recolección de muestras y observación de los signos y síntomas de *Botrytis cinerea*.



En la a y b se muestra la etiqueta de recolección, en c y d se muestra la fruta de *Fragaria ananassa* fruta en cámaras húmedas, en e,f,g, h, i, e j, se muestra los signos y síntomas de *Botrytis cinerea*.

V. DICUSIONES

En la tabla 21, se observa descriptivamente que el producto y dosis por bloque con menor promedio de escala numérica de severidad de *Botrytis cinerea* en su primera y segunda evaluación luego de 72 horas en cámaras húmedas a los 10 días después de la inoculación, coincidiendo que, en Bloque I, el producto Diatomix 92%(SiO₂) en su dosis 22 kg/ha se obtuvo una escala de 0,6 en la primera observación y 0,9 en la segunda. Así mismo en el Bloque II se observó que el producto Diatomix 92%(SiO₂) en su dosis de 8kg/ha obtuvo una escala de 2,1 y 2,8 respectivamente. En el Bloque III, el producto Diatomix 92%(SiO₂) en su dosis 22 kg/ha se obtuvo una escala de 1,7 en la primera observación y 2,6 en la segunda. Observándose que en la mayoría de los bloques el mejor producto y dosis es Diatomix 92%(SiO₂) en su dosis 22 kg/ha, según el promedio de escala numérica de severidad. Asimismo, Ahammed & Yang (2021), nos demuestra que el Si aumenta la resistencia a las enfermedades foliares y radicales en muchos cultivos de monocotiledóneas y dicotiledóneas. Observando los resultados obtenidos el menor promedio de escala numérica de severidad en el bloque I con el producto Diatomix 92%(SiO₂) en su dosis 22 kg/ha se demuestra que los tratamientos con Si restringen la proliferación de patógenos al impulsar distintas respuestas de defensa, según lo mencionado por Ahammed & Yang (2021).

En la tabla 22, se observa descriptivamente que el producto y dosis por bloque con menor severidad de *Botrytis cinerea* en su primera y segunda evaluación luego de 72 horas en cámaras húmedas a los 10 días después de la inoculación, coincidiendo que, en Bloque I, el producto Diatomix 92%(SiO₂) en su dosis 22 kg/ha se obtuvo un 12% de severidad en la primera observación y 18% en la segunda, que corresponde a una ligera coloración marrón en ambas observaciones. Así mismo en el Bloque II se observó que el producto Diatomix 92%(SiO₂) en su dosis de 8kg/ha obtuvo un 42% y 56% de severidad respectivamente, que corresponde a un crecimiento micelial de leve a moderado. En el Bloque III, el producto Diatomix 92%(SiO₂) en su dosis 22 kg/ha se obtuvo un 34% de severidad en la primera observación, que corresponde a una decoloración marrón moderada y en la segunda observación un 44% de severidad que corresponde a un crecimiento micelial de leve a moderado. Observándose que en la mayoría de bloques el mejor producto y dosis es Diatomix 92%(SiO₂) en su dosis 22 kg/ha, según el

porcentaje de severidad. Por lo cual se observa que el producto con mayor porcentaje de silicio y mayor dosis tiene un mayor control sobre *Botrytis cinera*, como Vargas, (2018) refiere que el silicio contenido en las cenizas de cascarilla de arroz muestra un efecto significativo y diferenciado en el control de manchas en las hojas de arroz, esto es debido a que Águila & Sosa, (2008) determinaron que la cenizas de cascarilla de arroz tiene una composición del 80% de sílice, por lo tanto Ahammed & Yang (2021) indican que los diferentes tipos de fertilizantes a base de Silicio que provienen tanto de fuentes orgánicas (ceniza de cáscara de arroz, biocarbón, estiércol y compost) como inorgánicas (gel de sílice, ácido silícico, escoria rica en Silicio, silicato de sodio, silicato de calcio, silicato de potasio amorfo y sílice) se puede utilizar para el control de enfermedades fúngicas. Además, las nanopartículas de SiO₂ que liberan lentamente Si mejoran la resistencia de las plantas durante un período prolongado.

En la tabla 23, se observa descriptivamente que el producto y dosis por bloque con menor porcentaje de incidencia de *Botrytis cinerea* en su primera y segunda evaluación luego de 72 horas en cámaras húmedas a los 10 días después de la inoculación, coincidiendo que, en Bloque I, el producto Diatomix 92%(SiO₂) en su dosis 22 kg/ha se obtuvo un porcentaje de incidencia de 50 en la primera y segunda observación, que corresponde la mitad de las muestras fueron afectadas. Así mismo en el Bloque II se observó que los productos Diatomix 92%(SiO₂) en su dosis de 8kg/ha y Magneclin 35%(SiO₂) en su dosis 100kg/ha obtuvieron un 80 % de los frutos de la muestra fueron afectados. En el Bloque III, el producto Diatomix 92%(SiO₂) en su dosis 16 kg/ha se obtuvo un porcentaje de severidad de 50 en la primera y segunda observación, que corresponde la mitad de las muestras que fueron afectadas. Hay una dispersión en las observaciones y no se puede precisar el mejor producto y dosis, según el porcentaje de incidencia. Por ello Islam, et. al (2020) expresa que las plantas difieren en el modo de absorción de silicio debido a que a su modo de respuesta ante el ataque de patógenos e insectos es variable, lo cual explicaría la dispersión de datos obtenidos.

En la tabla 24, se observa descriptivamente que el producto y dosis por bloque con menor promedio de escala numérica de severidad de *Botrytis cinerea* en su primera y segunda evaluación luego de 72 horas en cámaras húmedas a los 20 días después de la primera evaluación, en Bloque I, el producto Diatomix 92%(SiO₂) en su dosis 8 kg/ha se obtuvo una escala de 0,4 en la primera observación y en la segunda el producto Magneclin 35%(SiO₂) en su dosis 100kg/ha con un promedio de 1,2. Así mismo en el Bloque II se observó que el producto Magneclin 35%(SiO₂) en su dosis 100kg/ha coinciden con 0,1 y 0,7 respectivamente. En el Bloque III, en el grupo control se observó una escala de 0,1 en la primera observación y en la segunda con el producto Diatomix 92%(SiO₂) en su dosis 8 kg/ha se obtuvo una escala de 0,4. Observándose un resultado homogéneo en el producto Magneclin 35%(SiO₂) en su dosis 100kg/ha, según promedio de escala numérica de severidad de *Botrytis cinérea*. Lo que da a conocer (Yoshida et al., 1962, citado en Ahamad & Siddiqui, 2021) es que el silicio forma una capa gruesa debajo de la cutícula causando restricción a la penetración de fitopatógenos, también se indica que el silicio fuera de la célula forma una capa subcuticular entre la pared celular y los espacios intercelulares evitando la entrada de patógenos debido a la barrera física formada.

En la tabla 25, se observa descriptivamente que el producto y dosis por bloque con menor porcentaje de incidencia de *Botrytis cinerea* en su primera y segunda evaluación luego de 72 horas en cámaras húmedas a los 20 días después de la primera evaluación, coincidiendo que, en Bloque I, el producto Diatomix 92%(SiO₂) en su dosis 8 kg/ha se obtuvo un porcentaje de incidencia de 40% en la primera y 60% en la segunda observación, que corresponde la cantidad de muestras que fueron afectadas. Así mismo en el Bloque II no se observó resultados homogéneos, porque en la primera observación se obtuvo un 10 % de incidencia con el producto Magneclin 35%(SiO₂) en su dosis 100kg/ha y en la segunda un 40% de incidencia con el producto Diatomix 92%(SiO₂) en su dosis 8 kg/ha. En el Bloque III, en el grupo control se obtuvo un porcentaje de incidencia de 10% en la primera observación y en la segunda el producto Magneclin 35%(SiO₂) en su dosis 100kg/ha y Missouri 30%(SiO₂) en su dosis 1L/cil un 50% de incidencia, que corresponde la mitad de muestras fueron afectadas. Hay una dispersión en las observaciones y no se puede precisar el mejor producto y dosis, según el porcentaje de incidencia. Esto se puede explicar según lo mencionado por Cotoras & Silva, (2005) donde demostraron que este hongo con respecto a su crecimiento, esporulación y capacidad de infección es altamente variable, siendo esta variación reflejada en la dispersión de datos encontrados.

En la tabla 26, se observa descriptivamente que el producto y dosis por bloque con menor promedio de escala numérica de severidad de *Botrytis cinerea* en su primera y segunda evaluación luego de 72 horas en cámaras húmedas a los 30 días después de la segunda evaluación, en Bloque I, el producto Magneclin 35%(SiO₂) en su dosis 100kg/ha se obtuvo una escala de 0 en la primera observación y en la segunda el producto Diatomix 92%(SiO₂) en su dosis 8 kg/ha con un promedio de 1,3. Así mismo en el Bloque II se observó que el producto Magneclin 35%(SiO₂) en su dosis 200kg/ha con un promedio de 0,1 en la primera evaluación y el producto Diatomix 92%(SiO₂) en su dosis 22 kg/ha con un promedio de 1 en la segunda. En el Bloque III, se observó que el producto Diatomix 92%(SiO₂) en su dosis 8 kg/ha con un promedio de 0 en la primera evaluación y en la segunda Magneclin 35%(SiO₂) en su dosis 100kg/ha con un promedio de 1,4. Observándose un resultado no homogéneo en los productos y dosis, según promedio de escala numérica de severidad de *Botrytis cinérea*. Para Brent & Hollomon, (2007), *Botrytis cinérea* se clasifica como uno de los patógenos, por su alta variabilidad y flexibilidad genética, con mayor riesgo de resistencia debido a su abundante esporulación generada, lo cual podría explicar la homogeneidad de la severidad.

VI. CONCLUSIONES

El efecto del silicio en el control de *Botrytis cinerea* en el cultivo de *Fragaria ananassa* “fresa”, variedad San Andreas en el Sector de Vinzos, Santa, Ancash; dio como resultado al Diatomix 92% (SiO_2) con 12% en severidad y 50% de incidencia,

De los tratamientos investigados arrojó que el mejor producto fue Diatomix 92% (SiO_2) a la dosis de 22 kg/ha, seguido de MAGNEKLIN 35% (SiO_2) con la dosis 100 kg/ha y Missouri 30% (SiO_2) con dosis 1 L/cil.

Luego de la evaluación a 72 horas en cámaras húmedas, se obtuvo el menor porcentaje de incidencia a los 10 días después de la inoculación (50%), 20 días después de la primera evaluación (40%) y 30 días después de la segunda evaluación (10%), obteniéndose la dosis más adecuada a la presente investigación de 22 kg/ha para Diatomix 92% (SiO_2).

VII. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación se recomienda utilizar productos a base de silicio, los cuales tendrían un poder de acción que van a reforzar la pared celular con el fin de evitar el daño ocasionado por hongos fitopatógenos, otorgando nuevas alternativas para el productor.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se recomienda utilizar el producto Diatomix 92% (SiO_2), con la dosis de 22 kg/ha donde se logró un control de 12% sobre la severidad de la enfermedad en el cultivo.

Se recomienda usar la dosis de 22 kg/ha de acuerdo a los resultados de una evaluación de incidencia y severidad, y que de acuerdo al siguiente trabajo de investigación se obtuvo un control de 50 % a la incidencia y 12% a la severidad. Así mismo, se recomienda que esta dosis sea utilizada en futuros trabajos de acuerdo a las condiciones agrometeorológicas de cada zona de producción, además que sirva de complemento a un plan de fertilización balanceado, que permita una incorporación gradual del elemento dentro de los planes de manejo integrado de plagas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Klotzbücher, T., Klotzbücher, A., Kaiser, K., Merbach, I., & Mikutta, R. (2018). Impact of agricultural practices on plant-available silicon. *Geoderma*, 15-17.
- Agricultura, I. I. (2017). *Manual de buenas prácticas agrícolas y de producción para el cultivo de la fresa*. San José, Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería, Servicio Fitosanitario del Estado, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Agrios, G. (2002). *Fitopatología*. México: Limusa S.A.
- Agrios, G. N. (2004). *Plant Pathology*. USA: Elsevier Academic Press.
- Agroactivo. *Algas Naturales Diatomeas Diatomix*.
- agromit. (2013). *Ier Simposio Internacional Beneficios del Silicio en la Agricultura*. Ibagué - Colombia: agromit.
- Águila, I., & Sosa, M. (2008). *Evaluación físico química de cenizas de cascarilla de arroz, bagazo de caña y hoja de maíz y su influencia en mezclas de mortero, como materiales puzolánicos*. Venezuela: Universidad Central de Venezuela.
- Ahamad, L., & Siddiqui, Z. (2021). Effects of silicon dioxide, zinc oxide and titanium dioxide nanoparticles on *Meloidogyne incognita*, *Alternaria dauci* and *Rhizoctonia solani* disease complex of carrot. *Experimental Parasitology*.
- Ahamad, L., & Siddiqui, Z. (2021). Effects of silicon dioxide, zinc oxide and titanium dioxide nanoparticles on *Meloidogyne incognita*, *Alternaria dauci* and *Rhizoctonia solani* disease complex of carrot. *Experimental Parasitology*.
- Ahammed, G. J., & Yang, Y. (2021). Mechanisms of silicon-induced fungal disease resistance in plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 200-206.

- Ames de Icochea, T. (1997). *Enfermedades Fungosa y Bacterianas de Raices y Tubérculos Andinos*. Lima, Perú: Centro Internacional de la Papa.
- Amezquita, A. M. Niveles de “bocashi” y “microorganismos eficaces” en el rendimiento de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch) CV. Selva en condiciones de zonas áridas – irrigación Majes. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú.
- Amjad M., H., & Davide, N. (2016). *Strawberry growth, development and diseases*. USA: CAB International 2016.
- Angel, M. L. (s.f.). *Botrytis cinerea Pers. Bases epidemiológicas y control*.
- Angulo Carmona, R. (2009). *Fresa fragaria ananassa*. Bogotá, Colombia: Bayer CropScience S. A.
- Antoine , F., & Franche. (2019). Zinc-mediated reactions on salicylaldehyde for *Botrytis cinerea* control. *Chinese Chemical Letters*.
- Añez, B., & Cedeño , L. (s.f.). *La Fresa Contribución al conocimiento de su manejo y producción*.
- Ayoub, F., Ben Oujji, N., Ayoub, M., Hafidi, A., Salghi, R., & Jodeh, S. (2018). In field control of *Botrytis cinerea* by synergistic action of a fungicide and organic sanitizer. *ScienceDirect*, 1401-1408.
- Azcón-Bieto, J., & Talón, M. (2008). *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. Barcelona - España: McGraw-Hill - Interamericana de España, S. L.
- Azcón-Bieto, J., & Talón, M. (2008). *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. España: McGRAW-HILL.
- Barclay Poling. (s.f.). *Strawberry Plant Structure and Growth Habit*. Carolina del Norte.

- Bartra Lescano, A. Efecto de fungicidas orgánicos y químico en el control del moho gris (*Botrytis cinerea pers.*) de la granadilla (*Passiflora ligularis juss.*) en el distrito de molino de la región Huánuco . *tesis de pregrado*. Universidad Nacional Agraria De La Selva, Tingo María – Perú.
- Benito, E., Arranza, M., & Eslava, A. (2000). Factores de patogenicidad de *Botrytis cinerea*. *Iberoam Mico*, 46.
- Bernardo , A., & Latorre , G. (s.f.). *Control biológico de Botrytis cinerea en especies rea*. Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Bidwell, R. (1979). *Fisiología vegetal*. México, D.F.: AGT EDITOR, S.A.
- Black, B., Pace, M., & Goodspeed, J. (2008). *Strawberries in the Garden* . U.S: Cooperative Extension work.
- Bokor, B., Santos, C., Kostoláni, D., Machado, J., Nunes da Silva, M., Carvalho, S., y otros. (2021). Mitigation of climate change and environmental hazards in plants: Potential role of the beneficial metalloid silicon. *Journal of Hazardous Materials*, 126-193.
- BRENT, K., & HOLLomon, D. (2007). *Fungicide resistance in crop pathogens: how can it be managed?* Bristol: FRAC Monograph No. 1 (second, revised edition).
- Cabezas Huayllas, O. (2020). *Fitopatología Tropical: Enfermedades causadas por hongos y pseudohongos*. Tingo María - Perú : Cabezas Huayllas, Oscar.
- CABI. (22 de Noviembre de 2019). *Compendio de especies invasoras*. Obtenido de [Entrada de blog]: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/24406>
- Cáceres Candia, D. (2020). “*Control de Botrytis cinerea Pers. en mandarina Satsuma var. Okitsu Mediante fungicidas biológicos y químicos en Huaura*”. LIMA – PERÚ: Universidad Nacional Agraria La Molina.

- Cajamar Caja Rural. (2016). *Cultivos hortícolas al aire libre*. España: Escobar impresores.
- Cámara de Comercio de Bogotá. (2015). *Fresa*. Bogotá - Colombia: Núcleo Ambiental S.A.S.
- Cañedo, V., & Ames, T. (2004). *Manual de laboratorio para el manejo de hongos entomopatógenos*. Lima - Perú: Centro Internacional de la Papa (CIP).
- Chávez Infante, P. A. (2016). “Control Del Moho Gris (*Botrytis cinerea* Pers.) en *Begonia rex* con fungicidas químicos y biológicos”. Lima – Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Chen, C., Cao, Z., Li, J., Tao, C., Feng, Y., & Han, Y. (2020). A novel endophytic strain of *Lactobacillus plantarum* CM-3 with antagonistic activity against *Botrytis cinerea* on strawberry fruit. *Biological Control*.
- Collaguazo Tatayo, B. F. (2021). *Evaluación de dos antagonistas para el control de pudrición gris (*Botrytis cinerea*) en frutos de fresa (*Fragaria x ananassa*)*. Quito - Ecuador: Universidad Central del Ecuador.
- Cotoras, M., & Silva, E. (2005). Differences in the initial events of infection of *Botrytis cinerea* strains isolated from tomato and grape. *Mycologia*, 485-492.
- Cumplido, C. F., González, S., Ortega, H., Cadenas, G., Benavides, A., & Juárez, A. (2019). The application of copper nanoparticles and potassium silicate stimulate the. *Scientia Horticulturae*, 82-89.
- Elad, Y., & Evensen, K. (1995). Physiological Aspects of Resistance to *Botrytis cinerea*. *The American Phytopathological Society*, 637- 643.
- Elad, Y., Williamson, B., Tudzynski, P., & Delen, N. (2007). *Botrytis: Biology, Pathology and control*. Auckland, New Zealand: Springer.

- Elsherbiny , A. E., & Mohamed , A. T. (2018). Silicon induces resistance to postharvest rot of carrot caused by Sclerotinia. *Postharvest Biology and Technology*, 11-17.
- Forgueras, M., Rodriguez, S., Herrera, L., & Sanchez, S. (2011). Influencia de diferentes metodos de plantación en la incidencia de las pudriciones radicales de la yuca (Manihot esculenta crantz). *Cuaderno de fitopatología* , 23-27.
- Giménez, G., Paullier, J., & Maeso, D. (2003). *Identificación y manejo de las principales enfermedades y plagas en el cultivo de frutilla*. Montevideo - Uruguay: Unidad de Agronegocios y Difusión del INIA.
- Han, Y. q., Wen, J. h., Peng, Z. p., Zhang, D. y., & Hou, M. l. (2018). Effects of silicon amendment on the occurrence of rice insect pests . *Journal of Integrative Agriculture*, 2172–2181.
- <http://www.hort.cornell.edu/expo/proceedings/2012/Berries/Berry%20Plant%20Structure%20Polling.pdf>. (2012). Strawberry Plant Structure and Growth Habit. *New York State Berry Growers Association*, 6.
- INTAGRI S.C. (s.f.). *intagri*. Recuperado el 05 de Diciembre de 2020, de Manejo de Botrytis cinerea en el Cultivo de Fresa: <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/manejo-de-botrytis-cinerea-en-el-cultivo-de-fresa>
- Islam, W., Tayyab, M., Khalil, F., Hua, Z., Huang, Z., & Chen, H. (2020). Silicon-mediated plant defense against pathogens and insect pests. *Journal Pre-proof*.
- ITSC, I. e. (2018). *Manual de producción de fresa Coalcomán Michoacán*. México: Instituto Tecnológico Superior de Coalcomán.

- Khan, I., Awan, S. A., Rizwan, M., Ali, S., Hassan, M. J., Brestic, M., y otros. (2021). Effects of silicon on heavy metal uptake at the soil-plant interphase: A review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 112-510.
- Khan, M., & Siddiqui, Z. (2020). Use of silicon dioxide nanoparticles for the management of *Meloidogyne incognita*, *Pectobacterium betavasculorum* and *Rhizoctonia solani* disease complex of beetroot (*Beta vulgaris* L.). *Scientia Horticulturae*.
- Koike, S. T., & Bolda, M. (2016). *Guía de Producción*. California: UC Cooperative Extension.
- Laiza, J. enmienda – fertilizante. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Nacional del Santa, Trujillo - Perú.
- Lavín, A., & Maureira, M. (2002). *La frutilla nativa y su cultivo*. Chile: INIA Raihuén.
- Leatherwood, R., & Mattson, N. Adding Silicon to the Fertilizer Program in Poinsettia Production: *Postdoctora*. Cornell University, Ithaca, Estados Unidos.
- Leon de la Rocha, J. F. (2020). *Manual de enfermedades*. México: Universidad Tecnológica de Tehuacán.
- Linder, G. Fertilizantes foliares con contenido de sílice y calcio en la producción del. (*Tesis de pregrado*). Universidad Nacional De San Martin, Tarapoto - Perú.
- Livias, J. &. Efecto de incorporación de silicio en el rendimiento del cultivo de zapallo (*Cucúrbita máxima Dutch*.) variedad macre, en condiciones agroecológicas de panao, pachitea, huánuco. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco - Perú.
- LLANOS MELO, A. K. (2017). “Control de *Botrytis cinerea* Pers. en fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) cv. Aromas mediante fungicidas biológicos y químicos en Huaral”. Lima – Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.

- López Aranda, J. M. (2008). *Fisiología y Anatomía de la Planta de Frutilla*. España: Centro IFAPA.
- Mekawi, E., Khafagi, E., & Abdel-Rahman, F. (2019). Effect of pre-harvest application with some organic acids and plant oils on antioxidant properties and resistance to *Botrytis cinerea* in pepper fruits. *Scientia Horticulturae*.
- Mengel, K., & Kirkby, E. (1987). *Principios de Nutrición Vegetal*. Francia: International Potash Institute.
- Ministerio de agricultura y ganadería. (2007). *Agrocadena de fresa*. Grecia, Costa Rica: Dirección Regional Central Occidental.
- MONTANA S.A. (Abril de 2020). Obtenido de <https://www.corpmontana.com/wp-content/uploads/2019/03/Etiqueta-Missouri.-1.pdf>
- Morales, C. G., Riquelme, J., Hirzel, J., & France, A. (2017). *Manual de manejo agronómico de la frutilla*. Santiago, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA).
- Morales, J. “Efecto de la aplicación de dos dosis de silicio (Silicis – Perú) en tres densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de oryza sativa l.(arroz) en Tumbes”. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Nacional de Tumbes, Tumbes - Perú .
- Muñoz, V., Cisterna, V., & France, A. (s.f.). *Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA*. Chile: INIA.
- Olivera Soto, J. (2003). *Cultivo de Fresa (Fragaria x ananassa Duch.)*. Lima, Perú: Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA.
- Pacheco, E. (2001). *Guía para el manejo del cultivo de la fresa*. Bogotá - Colombia: Programa Nacional de transferencia de tecnología agropecuaria .

- Peris Felipe, F. J., Benavent Gilb, Y., & Hernández Apaolaza, L. (2020). Silicon beneficial effects on yield, fruit quality and shelf-life of strawberries. *Plant Physiology and Biochemistry*, 23-31.
- Petrasch, S., Knapp, S., Van Kan, J., & Blanco, B. (2019). Grey mould of strawberry, a devastating disease caused by the ubiquitous necrotrophic fungal pathogen *Botrytis cinerea*. *Molecular plant pathology*, 877-892.
- Quitoa Poauiza, N. (2015). “*Evaluación del control de Botrytis cinérea en el cultivo de mora (Rubus glaucus Benth) mediante el uso de Trichoderma y emas en la comunidad de misquillí de la parroquia Santa rosa, Provincia de tungurahua*”. Ambato - Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- Rivas Cancino, G. (15 de Enero de 2015). *Hortalizas*. Obtenido de Beneficios del silicio en fresas: <https://www.hortalizas.com/nutricion-vegetal/beneficios-del-silicio-en-fresas/>
- Rodriguez Cerna, C., & Lozano Garcia, S. (2014). *Siembra y trasplante de cultivos hortícolas y flor cortada*. España: Elearning S.L.
- Rojas Rojas, J. E. (2016). *Botrytis se reconoce por primera vez como genero en 1729 por Micheli, apareciendo en el año de 1832 en el Sistema Mycologicum*. Madrid - España: Universidad Politécnica de Madrid.
- Samaras, A., Karaoglanidis, G., & Tzelepis, G. (2021). Insights into the multitrophic interactions between the biocontrol agent *Bacillus subtilis* MBI 600, the pathogen *Botrytis cinerea* and their plant host. *Microbiological Research*, 248.
- Stuebler, D., & Rosslénbroich, H.-J. (2000). *Botrytis cinerea* history of chemical control and novel fungicides for its management. *Crop Protection*, 557-561.

- Swett, Butler, Peres, Koivunen, Hellman, & Beaulieu. (2020). Using model-based fungicide programming to effectively control Botrytis and Anthracnose fruit rots in Mid-Atlantic strawberry fields and co-manage strawberry sap beetle (*Stelidota geminata*) . *Crop Protection* .
- Tello Marquina, J. C., & Camacho, F. F. (2010). *Organismos para el control de patógenos en los cultivos protegidos Prácticas culturales para una agricultura sostenible*. Almería - España: Fundación Cajamar.
- TQC S.A. (Febrero de 2020). Obtenido de <https://www.tqc.com.pe/wp-content/uploads/2020/08/Ficha-tecnica-de-magnekling-granular-tqc-1.pdf>
- Vargas Salas, S. M. (2018). *Eficacia de la ceniza de cascarilla de arroz en el cultivo de plantones de Citrus*. Moyobamba: Universidad Nacional de San Martín .
- Vergara Cobian, S. (2008). *Estudio de la fresa en la Libertad*. Trujillo - Perú: [Monografía].
- Williamson, B., Tudzynsky, B., Tudznski, P., & Van Kan, J. (2007). *Molecular Plant Pathology*. Blackwell Publishing Ltd.
- Yahia, E., & Higuera, I. (1992). *Fisiología y Tecnología Postcosecha de Productos Hortícolas* . México: Limusa, S.A.

ANEXOS

Anexo 1

Recolección de muestra de suelo



Anexo 2

Preparación del terreno



Anexo 3

Delimitación del campo experimental e instalación del sistema de riego.



Anexo 4

Plantines de Fragaria ananassa “fresa” variedad San Andreas



Anexo 5

Trasplante de plantines de *Fragaria ananassa* “fresa” variedad San Andreas en el área experimental.



Anexo 6

Señalización de los tratamientos en campo



Anexo 7

Fertirriego de *Fragaria ananassa* “fresa” variedad San Andreas en el área experimental.



Anexo 8

Desmalezado de *Fragaria ananassa* “fresa” variedad San Andreas en el área experimental.



Anexo 9

Diatomix 92% (SiO_2) en el campo experimental.



Anexo 10

MISSOURI 30% (SiO₂) en el campo experimental.



Anexo 11

MAGNEKLIN 35% (SiO₂) en el campo experimental.



Anexo 12

Recolección de frutos de *Fragaria ananassa* “fresa” variedad San Andreas afectados con síntomas y signos de *Botrytis cinerea* encontrados en el tratamiento cero T0 del campo experimental de Vinzos.



Anexo 13

Suspensión de conidias de *Botrytis cinérea* e inoculación por aspersión en plantas de *Fragaria ananassa* “fresa” variedad San Andreas en el área experimental.



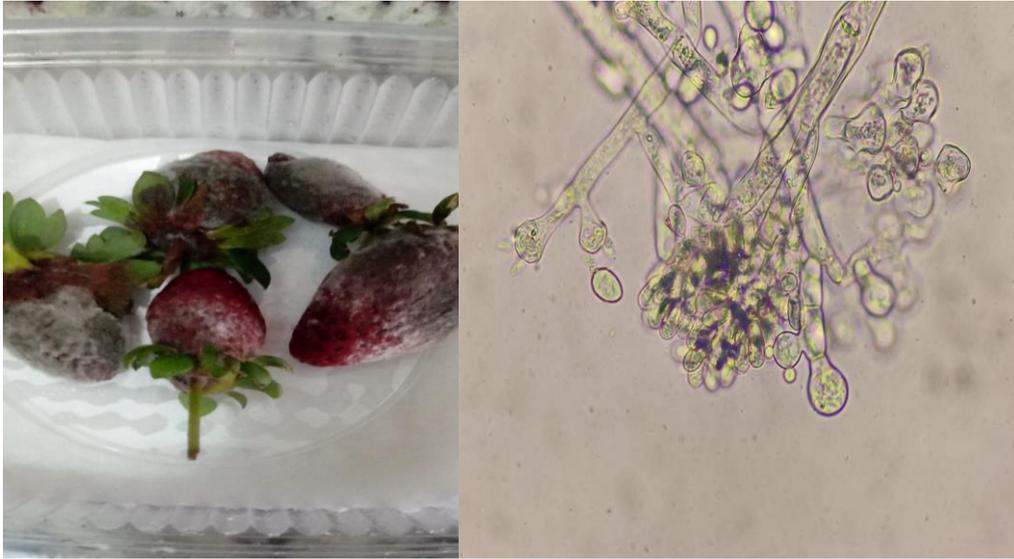
Anexo 14

Recolección de muestras para la toma de datos de *Fragaria ananassa* “fresa” variedad San Andreas en el área experimental.



Anexo 15

Vista microscópica de *Botrytis cinerea*.



La muestra desarrollo micelio blanco grisáceo, evidencio estructuras como conidióforos robustos, ramificados y formación de conidias en racimo correspondiente al hongo Botrytis cinerea.

Anexo 16

Cartilla de evaluación de *Botrytis cinerea*

CARTILLA DE EVALUACIÓN DE BOTRYTIS						
CULTIVO : _____			VARIEDAD: _____			
FECHA: _____			TRATAMIENTO: _____			
SECTOR: _____			EVALUADOR: _____			
	Botrytis		Otros patógenos		Fenología	
N°	N°de flores dañadas	N° de frutos dañados	N° de flores dañadas	N° de frutos dañados	N° flores	N° frutos
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
T						
X						
%						
OBSERVACIONES: _____						

Anexo 17

Etiqueta de identificación de muestra

 UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA “Efecto del silicio en el control de Botrytis cinerea en Fragaria ananassa “fresa” variedad San Andreas en Vinzos, Santa, Ancash – 2021”	
Tratamiento:	Nro. Bloque:
Repetición:	Número de frutos:
Fecha de recolección:	
Recolector:	