



**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**TESIS PARA OBTENER
EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO**

**EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA DE
PERÓXIDOS SOBRE BOTRYTIS (*Botrytis cinerea*) EN EL
CULTIVO DE FRESA (*Fragaria vesca* L.), BAJO
CONDICIONES DE CAMPO ABIERTO.**

Autor: Bach. Edwin Córdova Noriega

Asesor: Mg. Sc. Walter Daniel Sánchez Aguilar

Co-asesor: D. Sc. Pedro Javier Mansilla Córdova

Registro:

CHACHAPOYAS – PERÚ

2020



**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**TESIS PARA OBTENER
EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO**

**EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA DE
PERÓXIDOS SOBRE BOTRYTIS (*Botrytis cinerea*) EN EL
CULTIVO DE FRESA (*Fragaria vesca* L.), BAJO
CONDICIONES DE CAMPO ABIERTO.**

Autor: Bach. Edwin Córdova Noriega

Asesor: Mg. Sc. Walter Daniel Sánchez Aguilar

Co-asesor: D. Sc. Pedro Javier Mansilla Córdova

Registro:

CHACHAPOYAS – PERÚ

2020

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primeramente a Dios, por su infinito amor y por brindarme las fuerzas necesarias para superar los diferentes obstáculos de la vida; a mis padres Demetrio y Olga por su amor, paciencia y apoyo incondicional; a mis hermanos Luz, Haydee, Roger, Elser y Darwin por su cariño brindado y a todas aquellas personas quienes de cualquier forma contribuyeron en mi formación como profesional.

Edwin Córdova Noriega

AGRADECIMIENTO

A Dios, por haberme acompañado y guiado el en transcurso de mi vida, ayudándome a lograr mis objetivos.

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, por brindarme la oportunidad de pertenecer a esta prestigiosa institución, brindándome las condiciones óptimas durante mi formación.

A la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma y plana docente, que a través de sus enseñanzas y consejos obtuve los conocimientos necesarios para desarrollarme como profesional.

A mi asesor de tesis Mg.Sc. Walter Daniel Sánchez Aguilar y co-asesor D.Sc. Pedro Javier Mansilla Córdova, por el apoyo incondicional y contribución con sus conocimientos durante el desarrollo de este estudio de investigación.

De igual manera a mis familiares y ya todas aquellas personas que con su amistad, paciencia y apoyo me ayudaron a salir adelante.

Edwin Córdova Noriega

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS**

Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI

Rector

Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN

Vicerrector Académico

Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN

Vicerrectora de Investigación

Ing. MSc. ERICK ALDO AUQUIÑIVÍN SILVA

**Decano de la Facultad
de Ingeniería y Ciencias Agrarias**

VISTO BUENO DEL ASESOR

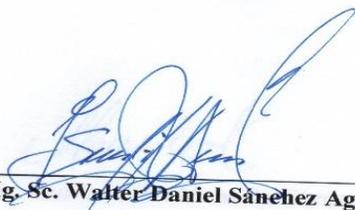
VISTO BUENO DEL ASESOR

El Mg. Sc. Walter Daniel Sánchez Aguilar, Docente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM-A), deja constancia que ha asesorado la tesis titulada: "Evaluación de la actividad antifúngica de peróxidos sobre botrytis (*Botrytis cinerea*) en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca* L.), bajo condiciones de campo abierto".

Asimismo, avalo al Bach. Edwin Córdova Noriega, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería agrónoma de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM-A) para la presentación del informe de tesis y me comprometo a orientarlo en el levantamiento de las observaciones y la sustentación de la tesis.

Se le expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Chachapoyas, octubre de 2019



Ing. Mg. Sc. Walter Daniel Sánchez Aguilar
Docente de la UNTRM-A

VISTO BUENO DEL CO-ASESOR

VISTO BUENO DEL CO-ASESOR

El D. Sc. Pedro Javier Mansilla Córdova, Docente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM-A), deja constancia que ha asesorado la tesis titulada: “Evaluación de la actividad antifúngica de peróxidos sobre botrytis (*Botrytis cinerea*) en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca* L.), bajo condiciones de campo abierto”.

Asimismo, avalo al Bach. Edwin Córdova Noriega, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería agrónoma de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM-A) para la presentación del informe de tesis y me comprometo a orientarlo en el levantamiento de las observaciones y la sustentación de la tesis.

Se le expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Chachapoyas, octubre de 2019

Ing. Guillermo Idrogo Vasquez

SECRETARIO



D. Sc. Pedro Javier Mansilla Córdova

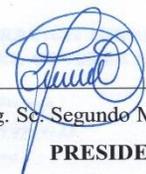
Docente de la UNTRM-A

Ing. Ms. C. Marlon Albaso Lara Castillo

VOCAL

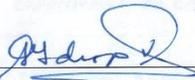
JURADO EVALUADOR DE TESIS

JURADO EVALUADOR DE TESIS



Ing. Mg. Sc. Segundo Manuel Oliva Cruz

PRESIDENTE



Ing. Guillermo Idrogo Vázquez

SECRETARIO



Ing. Ms. C. Marlon Alfonso Lara Castillo

VOCAL



ANEXO 3-K

**DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO DE TESIS
PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL**

Yo Edwin Córdova Noriega
identificado con DNI N° 44729723 Estudiante()/Egresado (X) de la Escuela Profesional de
Ingeniería Agrónoma de la Facultad de:
Ingeniería Y Ciencias Agrarias
de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

DECLARO BAJO JURAMENTO QUE:

1. Soy autor de la Tesis titulada: "EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA DE
PERÓXIDOS SOBRE BOTRYTIS (Botrytis cinerea) EN EL CULTIVO DE FRESA
(Fragaria vesca L.), BAJO CONDICIONES DE CAMPO ABIERTO"

que presento para
obtener el Título Profesional de: "INGENIERO AGRÓNOMO"

- La Tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, y para su realización se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
- La Tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
- La Tesis presentada no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- La información presentada es real y no ha sido falsificada, ni duplicada, ni copiada.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la Tesis para obtener el Título Profesional, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNTRM en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido de la Tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que la Tesis para obtener el Título Profesional haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Chachapoyas, 12 de diciembre de 2019

Firma del(a) tesista





ANEXO 3-N

**ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL**

En la ciudad de Chachapoyas, el día 16 de Enero del año 2020, siendo las 17:00 horas, el aspirante Edwin Córdova Noriega

defiende en sesión pública la Tesis titulada: Evaluación de la actividad antifúngica de peróxidos sobre Botrytis (Botrytis cinerea) en el cultivo de Jirca (Fragaria vesca L.) bajo condiciones de campo abierto

para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente : M. Sc. Segundo Manuel Oliva Cruz

Secretario : Ing. Guillermo Sotelo Vasquez

Vocal : M. Sc. Marlon Alfonso Lara Castillo



Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y método, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto, a fin de que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado () Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 18:15 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

[Signature]
SECRETARIO

[Signature]
VOCAL

[Signature]
PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	v
VISTO BUENO DEL ASESOR.....	vi
VISTO BUENO DEL CO-ASESOR.....	vii
JURADO EVALUADOR DE TESIS.....	viii
ÍNDICE GENERAL	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
I. INTRODUCCIÓN.....	18
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
2.1. Ubicación del área de estudios.....	21
2.2. Diseño de la investigación	21
2.3. Factores en estudio.....	21
2.4. Características del área experimental.....	22
2.5. Distribución de los tratamientos en campo experimental	22
2.6. Población, muestra y muestreo	23
2.7. Análisis estadísticos	23
2.8. Manejo general del experimento.....	25
2.9. Identificación de <i>B. cinerea</i>	27
III. RESULTADOS	28

3.1. Incidencia en fructificación.....	28
3.2. Severidad en fructificación	29
3.3. Incidencia en floración.....	30
3.4. Severidad en floración	31
3.5. Evaluación de incidencia y severidad en frutos antes de aplicar peróxidos	32
3.6. Evaluación de incidencia y severidad en flores antes de aplicar peróxidos.....	32
3.7. Rendimiento (kg/10 plantas).....	33
IV. DISCUSIÓN	34
V. CONCLUSIONES.....	38
VI. RECOMENDACIONES	39
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
ANEXO 1. Tablas de resultados.....	46
ANEXO 2. Ficha de evaluación	49
ANEXO 3. Panel fotográfico.....	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Factores de estudio.....	22
Tabla 2. Características del área experimental	22
Tabla 3. Índice de severidad por grados	25
Tabla 4. Análisis de varianza de la incidencia (%) de B. cinerea en fructificación en función al producto, dosis, densidad y la interacción.	46
Tabla 5. Análisis de varianza de la severidad (%) de B. cinerea en fructificación en función al producto, dosis, densidad y la interacción.	46
Tabla 6. Análisis de varianza de la incidencia (%) de B. cinerea en floración en función al producto, dosis, densidad y la interacción.	46
Tabla 7. Análisis de varianza de la severidad (%) de B. cinerea en floración en función al producto, dosis, densidad y la interacción.	47
Tabla 8. Análisis de varianza del rendimiento en función al producto, dosis, densidad y la interacción.....	47
Tabla 9. Análisis de varianza de la incidencia (%) de B. cinerea en fructificación, antes de la aplicación de peróxidos.....	47
Tabla 10. Análisis de varianza de la severidad (%) de B. cinerea en fructificación, antes de la aplicación de peróxidos.....	48
Tabla 11. Análisis de varianza de la incidencia (%) de B. cinerea en floración, antes de la aplicación de peróxidos.	48
Tabla 12. Análisis de varianza de la severidad (%) de B. cinerea en floración, antes de la aplicación de peróxidos.	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio.....	21
Figura 2. Croquis de distribución de los tratamientos en la parcela experimental	22
Figura 3. Incidencia producida por <i>B. cinerea</i> , en fructificación en función a producto, dosis y densidad. Las medias con una letra en común no son significativamente diferentes (Tukey $p<0.05$).....	28
Figura 4. Incidencia producida por <i>B. cinerea</i> , en fructificación en función a la interacción de los factores. Las medias con una letra en común no son significativamente diferentes (Tukey $p<0.05$).	28
Figura 5. Severidad producida por <i>B. cinerea</i> , en fructificación en función a producto, dosis y densidad. Las medias con una letra en común no son significativamente diferentes (Tukey $p<0.05$).....	29
Figura 6. Severidad producida por <i>B. cinerea</i> , en fructificación en función a la interacción de los factores. Las medias con una letra en común no son significativamente diferentes (Tukey $p<0.05$).	29
Figura 7. Incidencia producida por <i>B. cinerea</i> , en floración en función a producto, dosis y densidad. Las medias con una letra en común no son significativamente diferentes (Tukey $p<0.05$).....	30
Figura 8. Incidencia producida por <i>B. cinerea</i> , en floración en función a la interacción. Las medias con una letra en común no son significativamente diferentes (Tukey $p<0.05$).....	30
Figura 9. Severidad producida por <i>B. cinerea</i> , en floración en función a producto, dosis y densidad. Las medias con una letra en común no son significativamente diferentes (Tukey $p<0.05$).....	31
Figura 10. Severidad producida por <i>B. cinerea</i> , en floración en función a la interacción. Las medias con una letra en común no son significativamente diferentes (Tukey $p<0.05$).....	31
Figura 11. Incidencia y Severidad en frutos, antes de la aplicación de los peróxidos. Las medias con una letra en común no son significativamente diferentes (Tukey $p<0.05$).....	32
Figura 12. Incidencia y Severidad en flores, antes de la aplicación de los peróxidos. Las medias con una letra en común no son significativamente diferentes (Tukey $p<0.05$).....	32
Figura 13. Rendimiento de la fresa en cada uno de los factores.....	33
Figura 14. Rendimiento de la fresa en cada una de las interacciones.....	33

Figura 15. Terreno en barbecho.	53
Figura 16. Preparación del terreno.....	53
Figura 17. Delineación de las unidades experimentales.	54
Figura 18. Siembra de estolones de fresa.	54
Figura 19. Unidad experimental.	55
Figura 20. Preparación de las dosis.	55
Figura 21. Aplicación de peróxidos sobre las plantas.	56
Figura 22. Registro de las variables.....	56
Figura 23. Pesaje y registro del rendimiento de frutos de fresa.....	57
Figura 24. Presencia de botrytis en frutos de fresa en el área de estudio.	57
Figura 25. Observación del signo. (A) conidios de Botrytis cinerea en fruto. (B) observación en estereoscopio de conidióforos y conidios de Botrytis cinerea. (C) observación microscópica de conidióforos y conidios de Botrytis cinerea.	57

RESUMEN

La efectividad antifúngica del peróxido de hidrógeno y del ácido peracético sobre *Botrytis cinerea* fue evaluada en el cultivo de fresa bajo condiciones de campo. Para ello se utilizó un diseño experimental en bloques completamente al azar, con 3 bloques y 12 tratamientos, con arreglo factorial 2Ax3Bx2C correspondiente a los compuestos peróxido de hidrógeno y ácido peracético, tres dosis de aplicación (1.5 cc/l., 2.0 cc/l y 2.5 cc/l.) y dos densidades de siembra (15 plantas/1.4 m² y 11 plantas/1.4 m²). Las variables evaluadas fueron incidencia y severidad, en floración y fructificación, realizando dichas evaluaciones cada 5 días. Las aplicaciones de los productos se realizaron con una frecuencia diaria. La interacción que mejor resultado alcanzó en fructificación fue la dosis de 2.5 cc/l. de ácido peracético aplicado en una densidad de 11 plantas/1.4 m², reduciendo a 34 % y 39 % la incidencia y severidad respectivamente. En floración, la misma interacción alcanzo resultados de 6.4% en incidencia y 7.7% en severidad. La interacción con peróxido de hidrógeno no logro mostrar mayor efecto antifúngico en comparación con el ácido peracético; sin embargo, redujo la incidencia y severidad, tanto en floración como en fructificación. El peróxido de hidrogeno y el ácido peracético podrían ser una alternativa como preventivos en enfermedades fúngicas como los mohos, no solo en post cosecha, sino también en las diferentes etapas de desarrollo de los cultivos.

Palabras claves: *Botrytis cinerea*, peróxido de hidrógeno, ácido peracético, efectividad antifúngica, cultivo de fresa.

ABSTRACT

The antifungal efficacy of hydrogen peroxide and peracetic acid on *Botrytis cinerea* was effective in strawberry cultivation under field conditions. For this, a completely randomized experimental design is required, with 3 blocks and 12 treatments, with factorial arrangement 2Ax3Bx2C corresponding to the hydrogen peroxide and peracetic acid compounds, three application doses (1.5 cc/l., 2.0 cc/l 2.5 cc/l.) And two planting densities (15 plants/1.4 m² and 11 plants/1.4 m²). The variables evaluated were incidence and severity, in the flowering and fruiting stage, variable evaluations evaluations every 5 days. Product applications are used on a daily basis. The interaction that had the best result in the fruiting stage was the dose of 2.5 cc/l. of peracetic acid applied at a density of 11 plants/1.4 m², reducing the incidence and severity by 34% and 39% respectively. In the flowering stage, the same interaction achieves results of 2.5% in incidence and 3.7% in severity. The interaction with hydrogen peroxide failed to show greater antifungal effect compared to peracetic acid; however, it reduced the incidence and severity, both in the flowering stage and in the fruiting stage. Hydrogen peroxide and peracetic acid could be an alternative as preventive in fungal diseases such as molds, not only in post harvest, but also in the different stages of crop development.

Keywords: *Botrytis cinerea*, hydrogen peroxide, peracetic acid, antifungal stimulus, strawberry cultivation.

I. INTRODUCCIÓN

Según Maza (2008) la fresa pertenece al orden Rosales, familia Rosaceae, género *Fragaria* y cuenta con más de veinte especies. Comúnmente se le conoce como fresa o frutilla. Es una planta herbácea y perenne, que posee un rizoma con tallos rastreros de los cuales emergen unas ramificaciones denominados estolones, los cuales están constituidos dos entrenudos de 10 a 20 cm de longitud (Ferriol, 2010).

El cultivo de fresa es de gran importancia económica ya que su fruto se puede consumir de forma natural e industrial (Xu et al., 2014). Las principales zonas productoras de fresa en el Perú, son los valles de Huaura, Chancay, Huaral y Cañete y el rendimiento promedio es de 17 t/ha, mucho menor al de otros países, debido al uso de semillas de mala calidad fitosanitaria (Olivera, 2012). La enfermedad más importante en el cultivo de fresa es la pudrición por *botrytis* (Legard, Xiao, Mertely & Chandler, 2001), la misma que limita la calidad del fruto y su valor comercial en el mercado (Gaitán, Ferrucho, y Herrera, 2014), generando grandes pérdidas (González, Moya, Sandoval & Herrera, 2009).

Botrytis cinerea, forma anamórfica de *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel (Latorre & Rioja, 2002), es el hongo causante del moho gris (Rupp, Weber, Rieger, Detzel & Hahn, 2017; Plascencia-Tenorio et al., 2012; Leroy et al., 2013), que viene dañando a más de 200 especies de plantas (Williamson, Tudzynski, Tudzynski, & van Kan, 2007; Choquer et al., 2007; Leiva-Mora, Panimboza-Yanzapanta, Rivas-Figueroa, Rivera-Casignia, y Carpio, 2019). Siendo un necrótrfico de plantas (Finkelshtein, Shlezinger, Bunis, & Sharon, 2011), este produce la descomposición y muerte de los tejidos mediante la producción de toxinas, enzimas, estrés en las células afectadas, entre otros (Williamson et al., 2007), esto con la finalidad de poder desarrollarse. "*Botrytis*" significa "en forma de grupo", lo que indica la morfología de los conidióforos, y "*cinerea*" se refiere al color arenoso de la esporulación (Walker, 2013).

El hongo es capaz de infectar en cualquier estado fenológico y a cualquier órgano de la planta (Benito, Arranz y Eslava, 2000), los frutos infectados se vuelven suaves y acuosos, formando en su superficie estructuras filamentosas de color gris; conforme el tejido se pudre, la epidermis se abre y el hongo se desarrolla abundantemente (Agrios, 2005). Cuando las hojas infectadas maduran, el hongo produce una cubierta gris en las partes

muertas de la hoja. Las flores enfermas muestran heridas color café en los pétalos, en el receptáculo y en los sépalos (Koike y Bolda, 2016).

Para su manejo se usa medidas culturales y altas dosis de fungicidas sintéticos, lo último genera fitotoxicidad en el cultivo y crea resistencia por parte de dicho hongo (Rivera, Rivas, Panimboza, Lumbi y Leiva-Mora, 2017). Los principales fungicidas utilizados para controlar botrytis son los bencimidazoles, dicarboximidas, y carboxamidas (Gepp et al., 2012). El desarrollo de métodos alternativos se viene considerando cada vez más como una oportunidad de mitigar las enfermedades de manera ecológica (Haidar, Fermaud, Calvo-Garrido, Roudet, & Deschamps, 2016).

El ácido peracético ($C_2H_4O_3$) es un desinfectante de amplio espectro con efectividad en hongos y otros microorganismos (Falsanisi et. al., 2006; Kitis, 2004; Baldry, 1983), tiene más capacidad oxidante que el cloro (Carrasco & Urrestarazu, 2010). Se usa en el control de enfermedades causadas por mohos, no deja residuos que afectan la calidad fisicoquímica y nutricional de las fresas (Nicolau-Lapeña et. al., 2019), y es aceptado para su uso en la producción orgánica, ya que no contamina el ecosistema (Kyanko, Russo, Fernández, y Pose, 2010). Este producto se obtiene de la combinación de peróxido de hidrógeno y ácido acético (Zoellner, Aguayo-Acosta, Siddiqui, & Dávila-Aviña, 2018).

El peróxido de hidrógeno (H_2O_2) es un compuesto con efecto antimicrobiano y poder oxidante (Abdollahi, & Hosseini, 2014; Ismail, Khandaker, Mat & Boyce, 2015; Qin, Liu, Cao, Li & Tian, 2011), siendo uno de los principales agentes desinfectantes alternativos de mayor importancia en los últimos años (Ölmez & Kretzschmar, 2009). Es aplicado con éxito para la desinfección de frutas y verduras (Cerioni, Lazarte, Villegas, Rodríguez-Montelongo & Volentini, 2013), induciendo resistencia contra patógenos (Bozsó et. al., 2005), dentro de los cuales se encuentra *B. cinerea* (Hafez, 2010). El H_2O_2 no genera residuos, ni olor (Vardar, Ilhan & Karabulut, 2012), logrando descomponerse fácilmente en agua y oxígeno por la enzima catalasa que se encuentra naturalmente en las plantas (Feliziani, Lichter, Smilanick e Ippolito, 2016).

Hasta la fecha, no se conocen reportes en revistas científicas sobre el uso del peróxido de hidrógeno y del ácido peracético como una alternativa en el control de moho gris en condiciones de campo. Siendo esta investigación el punto de partida para futuros estudios en cuanto a la capacidad antifúngica que ejercen los peróxidos en condiciones de campo.

Por lo anterior, el objetivo del presente estudio consistió en evaluar el efecto antifúngico de los peróxidos, relacionados con la selección de la dosis, densidad e interacción de mayor respuesta sobre botrytis (*Botrytis cinerea*) en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca* L.), bajo condiciones de campo abierto.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación del área de estudios

El ensayo se instaló en el distrito de Huancas, Chachapoyas - Amazonas, a 10 kilómetros del centro de la ciudad de Chachapoyas. Geográficamente la parcela experimental se encuentra situada a $6^{\circ}10'0.28''$ de latitud sur y $77^{\circ}51'56.07''$ de longitud oeste, a una altitud de 2600 msnm.

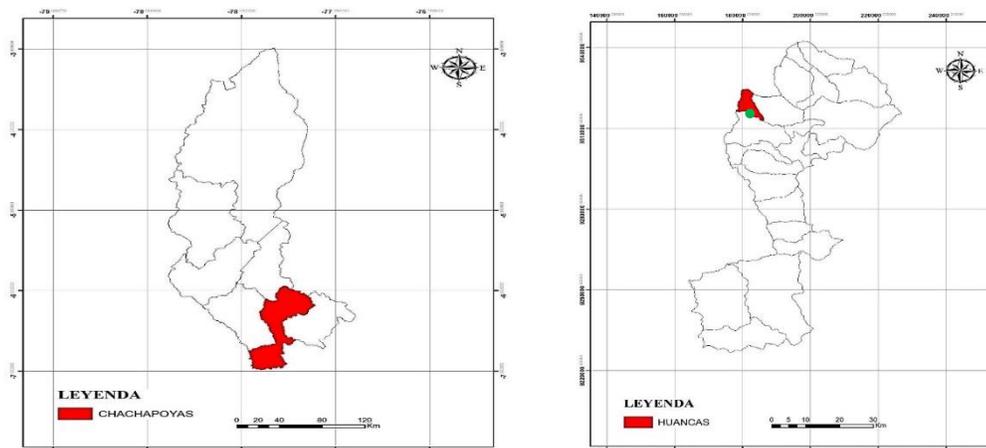


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio

2.2. Diseño de la investigación

Para el estudio de investigación se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con arreglo factorial: 2A (Producto) x 3B (Dosis) x 2C (Densidad), el cual constó de 12 tratamientos, y 3 repeticiones (36 unidades experimentales).

2.3. Factores en estudio

Factor A) Producto

A₁: Peróxido de hidrógeno

A₂: Ácido peracético

Factor B) Dosis

B₁: 1.5 cc/l.

B₂: 2.0 cc/l.

B₃: 2.5 cc/l.

Factor C) Densidad

C₁: 15 plantas/1.4 m² (0.30 m. entre surco por 0.30 m. entre planta)

C₂: 11 plantas/1.4 m² (0.30 m. entre surco por 0.40 m. entre planta)

Tabla 1. Factores de estudio

Factores	Interacciones	Tratamiento
A) Producto	A ₁ B ₁ C ₁	T1
A ₁ : Peróxido de hidrógeno	A ₁ B ₁ C ₂	T2
A ₂ : Ácido peracético	A ₁ B ₂ C ₁	T3
B) Dosis	A ₁ B ₂ C ₂	T4
B ₁ : 1.5 cc/l.	A ₁ B ₃ C ₁	T5
B ₂ : 2.0 cc/l.	A ₁ B ₃ C ₂	T6
B ₃ : 2.5 cc/l.	A ₂ B ₁ C ₁	T7
C) Densidad	A ₂ B ₁ C ₂	T8
C ₁ : 15 plantas/1.4 m ²	A ₂ B ₂ C ₁	T9
C ₂ : 11 plantas/1.4 m ²	A ₂ B ₂ C ₂	T10
	A ₂ B ₃ C ₁	T11
	A ₂ B ₃ C ₂	T12

2.4. Características del área experimental

Tabla 2. Características del área experimental

Forma de la unidad experimental	: Rectangular
Número total de unidades experimentales	: 36
Número de plantas para los niveles del factor C	:C ₁ =15 plantas; :C ₂ = 11 plantas
Distancias entre plantas para los niveles del factor C	:C ₁ = 0.30 m x 0.30 m. :C ₂ = 0.30 m x 0.4 m.
Área de unidad experimental	: 1.4 m ²
Distancias entre unidades experimentales	: 1 m
Área total del experimento	: 200.2 m ²

2.5. Distribución de los tratamientos en campo experimental

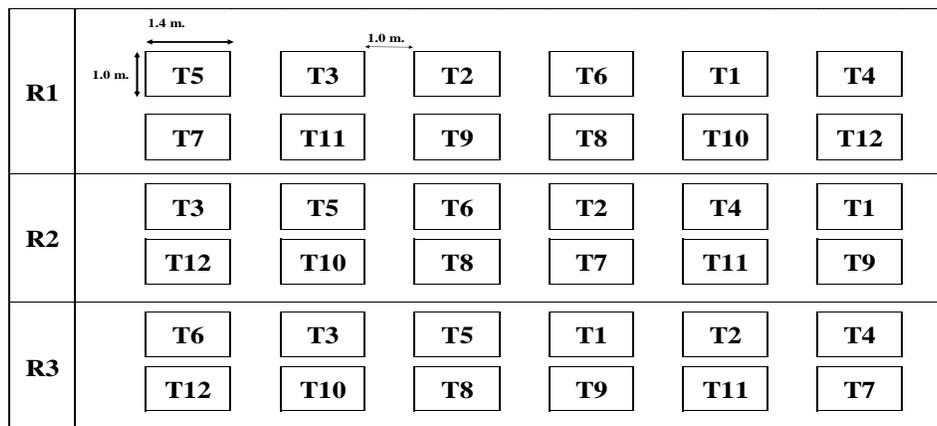


Figura 2. Croquis de distribución de los tratamientos en la parcela experimental

2.6. Población, muestra y muestreo

Población

El total de las plantas de fresa utilizadas dentro del campo experimental, bajo condiciones climáticas del distrito de huancas, Chachapoyas.

Muestra

Para conocer el tamaño de la muestra de una población conocida, que no se conoce la probabilidad de ocurrencia, Se empleó la fórmula según González y Salazar (2009):

$$n = \frac{N * z^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

En donde:

Z = nivel de confianza (95 % = 1.96)

P = 0.5

Q = 0.5

N = universo o población (107142 plantas)

d = margen de error (5% = 0.05)

n = tamaño de la muestra = 382

Número de plantas a evaluar por unidad experimental = 11 plantas

Muestreo

El tipo de muestreo fue probabilístico, aleatorio simple

2.7. Análisis estadísticos

Los resultados obtenidos se evaluaron mediante el análisis estadístico de un diseño de bloques completos al azar, con arreglo factorial (A, B y C). Previo al análisis de varianza, las variables en porcentajes se transformaron con la función raíz cuadrada \sqrt{X} del valor original (Gallego, 2003). Las medias transformadas de los tratamientos se compararon usando la prueba de Tukey con nivel de significancia $\alpha = 0.05$ (Wong-González, 2010). Los análisis se realizaron con InfoStat 2014.

Modelo estadístico

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \gamma_k + (\tau\beta)_{ij} + (\tau\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\tau\beta\gamma)_{ijk} + u_{ijk}$$

μ : Efecto de la media general

τ_i : Efecto producido por el nivel i-ésimo del factor A

β_j : Efecto producido por el nivel j-ésimo del factor B

γ_k : Efecto producido por el nivel k-ésimo del factor C

$(\tau\beta)_{ij}$: Efecto producido por las interacciones entre A \times B

$(\tau\gamma)_{ik}$: Efecto producido por las interacciones entre $A \times C$

$(\beta\gamma)_{jk}$: Efecto producido por las interacciones entre $B \times C$

$(\tau\beta\gamma)_{ijk}$: Efecto producido por las interacciones entre $A \times B \times C$

U_{ijk} : Error experimental

Y_{ijk} = Observación del i-ésimo nivel del factor A, j-ésimo nivel del factor B y el k-ésimo nivel del factor C

2.7.1. Hipótesis

Prueba de hipótesis

La hipótesis para tratamientos

H₀: $T_1 = T_2 = T_3 = \dots = T_t$

H_a: $T_1 \neq T_2 \neq T_3 \neq \dots \neq T_t$ para $i = 1, 2, 3, \dots, t$ tratamientos

2.7.2. Variables de estudio y metodología de evaluación

▪ Incidencia (%):

Flores incidencia: Se evaluaron todas las flores de 10 plantas elegidas al azar, por cada una unidad experimental.

Frutos incidencia: Se evaluaron los frutos de 10 plantas por cada unidad experimental, elegidas al azar.

Para calcular el porcentaje de incidencia, se utilizó la de fórmula propuesta por Pardo et al. (2017); Doussoulin, Andrade y Acuña (2015):

$$\text{INCIDENCIA (\%)} = \frac{\text{Número de individuos enfermos por planta}}{\text{Número total de individuos por planta}} \times 100$$

▪ Severidad (%):

Flores severidad: Para la evaluación de severidad en flores, se tomaron 10 plantas elegidas al azar, por cada una unidad experimental.

Frutos severidad: Se evaluaron los frutos de 10 plantas por cada unidad experimental, las mismas que fueron elegidas al azar.

$$\text{SEVERIDAD (\%)} = \frac{\text{Área de tejido afectado}}{\text{área total del tejido}} \times 100$$

Los resultados obtenidos en el porcentaje de severidad, se transformaron a grados mediante la escala descriptiva propuesta por Gaitán et al. (2014), detallada en la tabla 5.

Tabla 3. Índice de severidad por grados

Grados	Porcentaje del Área Infectada
0	Sanas
1	Menos del 5 % de área infectada
2	6 al 10 % de área infectada
3	11 al 25 % de área infectada
4	26 al 50 % de área infectada
5	Más del 50 % de área infectada

▪ **Toma de datos para cada variable**

Se realizó el registro de los datos, al evaluar cada variable de acuerdo a las siguientes etapas:

- **Incidencia y severidad en floración y fructificación:** Se realizó la primera determinación de incidencia y severidad antes de iniciar con las aplicaciones de los peróxidos y las determinaciones siguientes se realizaron durante las aplicaciones de dichos peróxidos, cada 5 días, por un periodo de 30 días.
- **Rendimiento:** Se cosecharon los frutos evaluados en la incidencia y severidad y el peso de los frutos sanos se registraron, los valores fueron expresados en kg/ha. Este procedimiento se realizó en cada uno de los tratamientos y sus repeticiones. El rendimiento correspondió al peso del total de frutos cosechados durante todas las evaluaciones por tratamiento.

La evaluación de ambas variables se realizó de acuerdo a Estupiñan & Guerrero (2009), a partir de todos los frutos que tenían el color característico de la variedad, entre 2/3 a 3/4 de la superficie.

2.8. Manejo general del experimento

- **Reconocimiento y preparación del terreno**

El reconocimiento del terreno se realizó cuatro meses antes de la instalación del cultivo, este se encontró en estado de barbecho. La preparación del mismo se realizó con 30 días de anticipación; eliminando la maleza y removiendo el suelo

con la ayuda de un pico a una profundidad de 30 cm., 10 días después se procedió a mullir el suelo y eliminar residuos de malezas que habían quedado. El área total del ensayo fue de 200.2 m² con dimensiones en sus lados del terreno de 15.4 m x 13 m. de ancho y largo respectivamente.

- **Construcción de las unidades experimentales**

Se construyeron 36 unidades experimentales, cada una de ellas constituida por una extensión de 1.4 m de ancho por 1.0 m de largo. Se construyó un cerco perimétrico con postes de madera y malla ground cover, con la finalidad de no permitir el ingreso de animales. Para el desarrollo de las unidades experimentales se utilizó el método 3, 4 y 5 con la finalidad de que las mismas queden exactas, y en su delimitación se plantó una estaca en cada esquina, atando a ellas un nylon y tensándolo hasta darle forma rectangular a la unidad experimental, demarcando los límites de cada una con yeso. Se removió el suelo de cada unidad experimental y se trazaron surcos verticales con sus respectivas medidas.

- **Adquisición de semilla, desinfección, siembra, riego y control de malezas**

Para la siembra se usó estolones (semillas vegetativas) de fresa, adquiridas en el distrito de Huaral. Los mismos fueron desinfectados con ENLACE 50 PM, a una dosis de 200 ml/cil.. Siendo las densidades de siembra las siguientes: C₁: 0.30 m. entre surco por 0.30 m. entre plantas y C₂: 0.30 m. entre surco por 0.40 m. entre plantas (de acuerdo a su respectivo tratamiento). No se usó sombra alguna para la protección de las plantas de fresa. Se aplicó el riego por gravedad, el cual fue efectuado de acuerdo al clima de la zona y a la humedad del suelo. El control de malezas se realizó cada dos semanas de forma manual.

- **Aplicación de los Peróxidos**

Las aplicaciones se realizaron a partir de los tres meses y medio después de la siembra, con frecuencia diaria, por un periodo de 30 días. Las dosis de aplicación fueron: 1.5 cc. /lt., 2.0 cc/lt., 2.5 cc/lt. de agua, las mismas se obtuvieron con pruebas preliminares en plantas de fresa de la misma variedad. Los peróxidos se aplicaron en aspersión sobre las plantas utilizando una bomba de mochila de 20 litros.

2.9. Identificación de *B. cinerea*

a. Recolección del material vegetal

Las muestras del material vegetal se recolectaron en la parcela de la señora Luz de Quistan, ubicada en el distrito de Huancas, este material consistía en frutos de fresa que presentaban una pudrición dura de color café, sintomatología típica de la infección de *Botrytis cinerea*, descrita por Koike & Bolda, (2016). Dichos frutos fueron guardados en una caja de plástico y posteriormente trasladada al laboratorio de Fitopatología y Entomología de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza – Amazonas.

b. Aislamiento

El aislamiento directo consistió en extraer una porción de conidios del hongo desde la parte infectada del fruto con una pequeña aguja de una jeringa hipodérmica estéril, las mismas que se sembraron en 20 placas Petri esterilizadas que contenían como medio de cultivo 20 ml. de Agar Papa Dextrosa (PDA) cada una. la visualización de los conidios se realizó con la ayuda de un estereoscopio. Las siembras se incubaron a 20 °C durante 7 días para permitir el desarrollo del patógeno (Sallato et al., 2017).

c. Purificación

Posteriormente, se realizaron repiques con la finalidad de obtener el cultivo libre de otros patógenos, que consistía en extraer una porción del micelio del hongo aislado y colocarlo en placas Petri que contenían 20 ml. de PDA (este proceso se realizó en una cámara de flujo laminar), las mismas se colocaron en una incubadora a 20 °C para favorecer el desarrollo del hongo (Plascencia-Tenorio et al., 2012).

d. Observación de las características de *Botrytis cinerea*

Las observaciones se realizaron en un microscopio óptico usando azul de lactofenol, con la finalidad de reconocer las características típicas del hongo como la forma de las apotecias, conidióforos y conidios. El patógeno presentó un micelio de color gris, con conidióforos largos y septados, en sus ramificaciones se desarrollaron los conidios o esporas con forma ovoide y agrupados en forma de racimos de uvas. Estas características morfológicas coinciden con las reportadas por Latorre, (2015); Agrios, (2005) y Barnett & Hunter, (1998).

III. RESULTADOS

3.1. Incidencia en fructificación

El ácido peracético fue el producto que obtuvo mayor efecto en incidencia con un 36.9%, seguido del peróxido de hidrógeno con 43.9%, evidenciando diferencias significativas según la prueba de Tukey ($p < 0.05$) (Figura 3). Asimismo, la dosis que mejor respuesta presentó es 2.5 cc/l. con 38.3%, seguido de la dosis 2.0 cc/l. con 40.8%, la dosis 1.5 presentó mayor incidencia con 42%, no habiendo diferencias significativas (Figura 3). En cuanto a densidad, la que obtuvo menor incidencia fue 11 plantas/1.4 m² con 39.4%, no se encontraron diferencias significativas entre ellas según la prueba de Tukey ($p < 0.05$) (Figura 3).

Con respecto a las interacciones, se encontró que A₂B₃C₂ con un 34.5% de incidencia fue la que obtuvo mayor efecto, presentando diferencias significativas respecto a A₁B₂C₁ con un 47.4%, mientras que las demás interacciones no presentaron diferencias estadísticas entre sí (Figura 4).

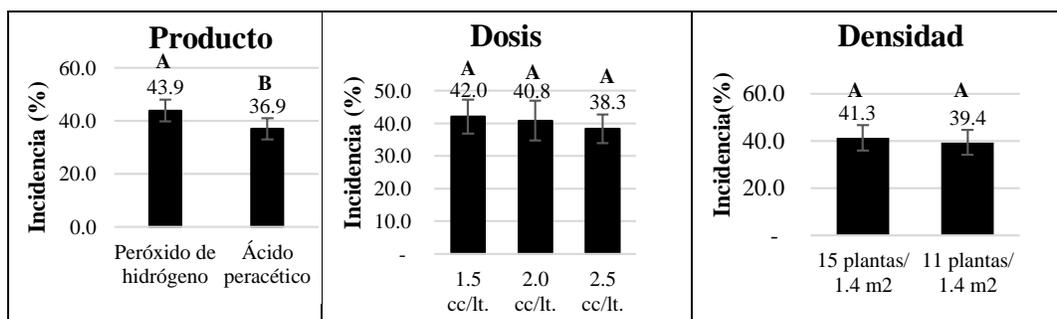


Figura 3. Incidencia producida por *B. cinerea*, en fructificación en función a producto, dosis y densidad. Las medias con una letra en común no son significativamente diferentes (Tukey $p < 0.05$).

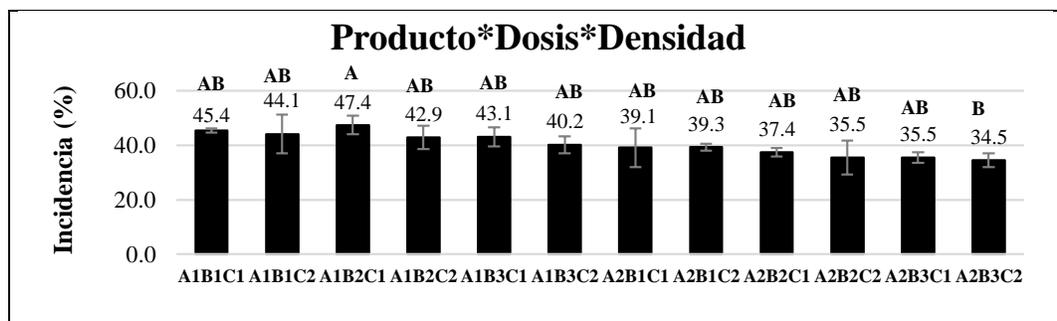


Figura 4. Incidencia producida por *B. cinerea*, en fructificación en función a la interacción de los factores. Las medias con una letra en común no son significativamente diferentes (Tukey $p < 0.05$).

3.2. Severidad en fructificación

El efecto del ácido peracético en severidad fue mayor al del peróxido de hidrógeno, presentando el primero un valor de 41.6% y 47.2% el segundo, evidenciando así diferencias significativas entre estos, ambos presentaron grado 4 de severidad. Asimismo, la dosis que presentó mayor efecto sobre esta variable fue de 2.5 cc/l. con 41.9%, obteniendo diferencias significativas en relación a la dosis de 1.5 cc/l. con 48.1, las tres dosis presentaron grado 4 de severidad (Figura 5). Por otro lado, la densidad de 11 plantas/1.4 m² con 43.4% de severidad presentó mejor respuesta que la de 15 plantas/1.4 m² con 45.5%, no presentando diferencias significativas entre sí, las mismas presentaron grado 4 de severidad (Figura 5).

Con respecto a las interacciones, se evidenció una mejor respuesta en A₂B₃C₂ con 39.2%, mientras que A₁B₁C₁ presento mayor severidad con un 52.9%, no mostrando diferencias significativas entre sí, presentando grado 4 de severidad. (Figura 6).

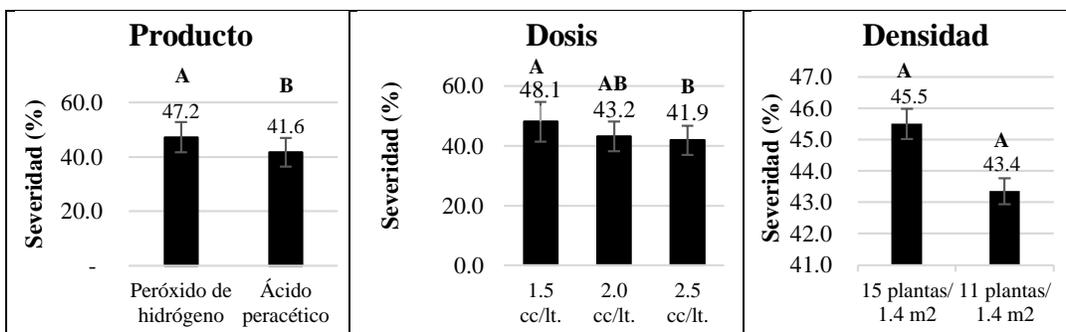


Figura 5. Severidad producida por *B. cinerea*, en fructificación en función a producto, dosis y densidad. Las medias con una letra en común no son significativamente diferentes (Tukey p<0.05).

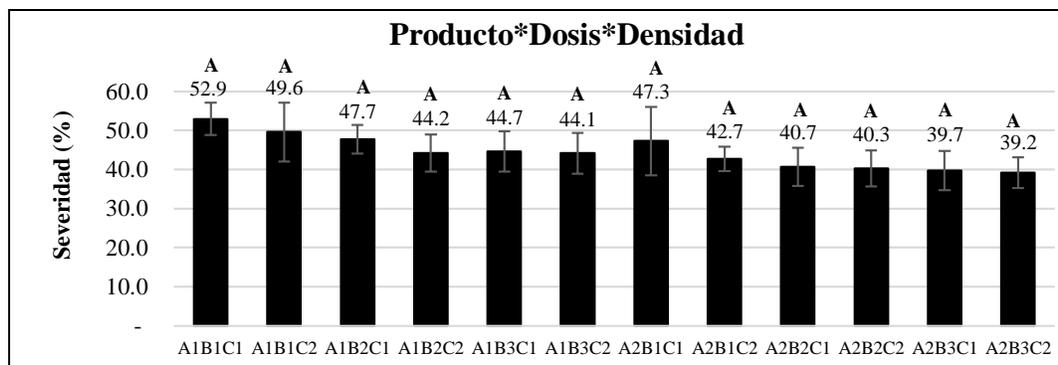


Figura 6. Severidad producida por *B. cinerea*, en fructificación en función a la interacción de los factores. Las medias con una letra en común no son significativamente diferentes (Tukey p<0.05).

3.3. Incidencia en floración

Los peróxidos no presentan diferencias significativas entre ellos, siendo el ácido peracético el que menor incidencia presentó con un valor de 8.4. Asimismo, en las dosis se observa que 2.5 cc/l. presenta mayor efecto en incidencia con un valor de 10.1, no encontrándose diferencias estadísticas entre ellas (Figura 7). Con respecto al factor densidad, el efecto sobre incidencia de 11 plantas/1.4 m² con un valor de 10.3%, fue superior al de 15 plantas/1.4 m² que presentó un porcentaje de 11.8% de incidencia, no encontrándose diferencias significativas entre ellas (Figura 7).

No existen diferencias significativas en ninguna de las interacciones, aunque A₂B₃C₂ alcanzó mayor efecto en incidencia con 6.4%, mientras que la interacción que demostró tener menos efecto fue A₁B₁C₂ con 14.7% (Figura 8).

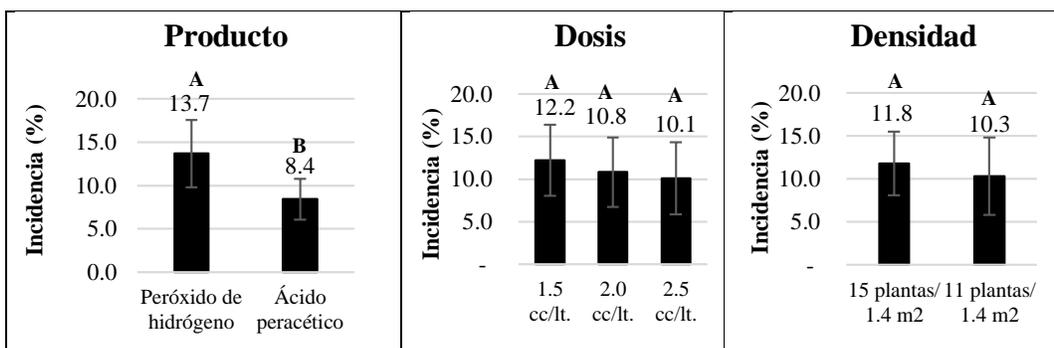


Figura 7. Incidencia producida por *B. cinerea*, en floración en función a producto, dosis y densidad. Las medias con una letra en común no son significativamente diferentes (Tukey $p < 0.05$).

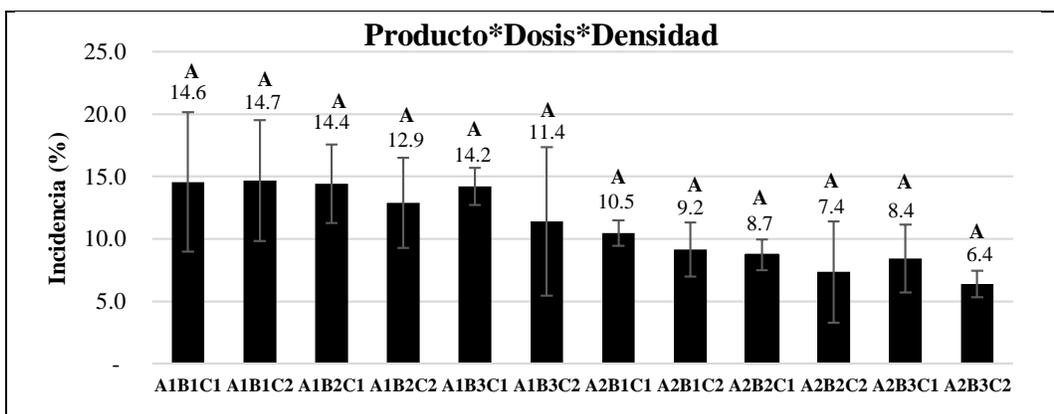


Figura 8. Incidencia producida por *B. cinerea*, en floración en función a la interacción. Las medias con una letra en común no son significativamente diferentes (Tukey $p < 0.05$).

3.4. Severidad en floración

El ácido peracético con un 10.1% presentó un leve incremento de efectividad en comparación al peróxido de hidrógeno con un 10.5, no evidenciando diferencias significativas entre ellos, presentando grado 2 de severidad (Figura 9). Asimismo, la dosis 2.5 cc/l. con 9.1% presentó mayor efecto sobre las demás, a pesar de ello no se observaron diferencias significativas entre estas (Figura 9). También la densidad de 11 plantas/1.4 m² con un 9.7% de severidad obtuvo mayor efecto sobre la de 15 plantas/1.4 m², presentando esta un 10.9% de severidad. Ambas obtuvieron grado 2 de severidad; no se observaron diferencias significativas entre ambas (Figura 9). En ese contexto, la interacción que mayor efecto sobre severidad presentó fue A₂B₃C₂ con un valor de 7.7% (grado 2 de severidad), mientras que A₂B₁C₁ demostró tener menor efecto sobre severidad, presentando un porcentaje de 13.1% (grado 3 de severidad), no existiendo diferencias significativas entre ellas (Figura 10).

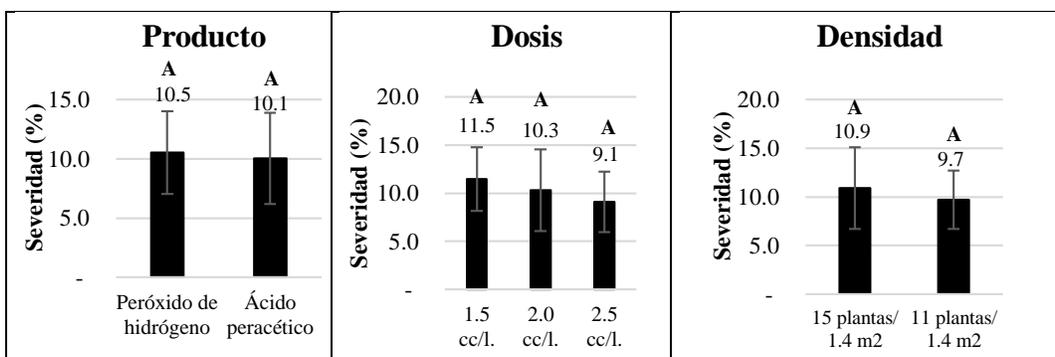


Figura 9. Severidad producida por *B. cinerea*, en floración en función a producto, dosis y densidad. Las medias con una letra en común no son significativamente diferentes (Tukey p<0.05).

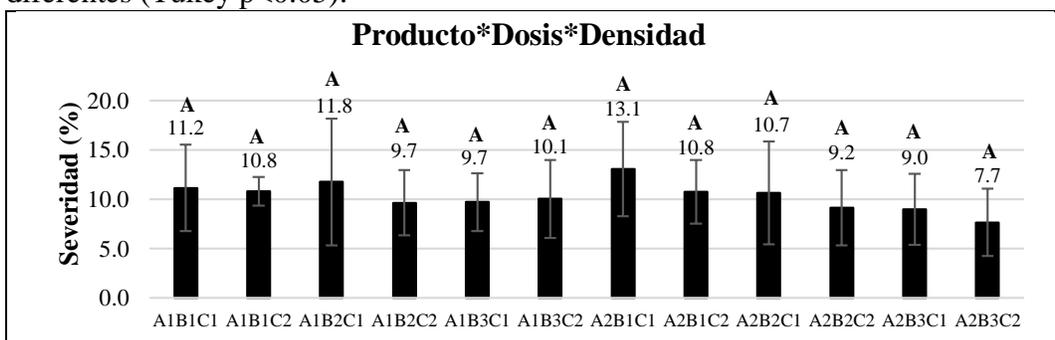


Figura 10. Severidad producida por *B. cinerea*, en floración en función a la interacción. Las medias con una letra en común no son significativamente diferentes (Tukey p<0.05).

3.5. Evaluación de incidencia y severidad en frutos antes de aplicar peróxidos

Los resultados mostrados fueron recopilados 05 (cinco) días antes de realizar la primera aplicación de los peróxidos. Las variables estudiadas variaron de acuerdo a la densidad de siembra, registrando una incidencia de 44.4% para 15 plantas/1.4 m² y un 43.2% para 11 plantas/1.4 m². En cuanto a la severidad, los valores presentados fueron 51.3% (grado 5 de severidad) para la densidad de 15 plantas/1.4 m² y un 51.2% (grado 5 de severidad) para la densidad de 11 plantas/1.4 m² (Figura 11).

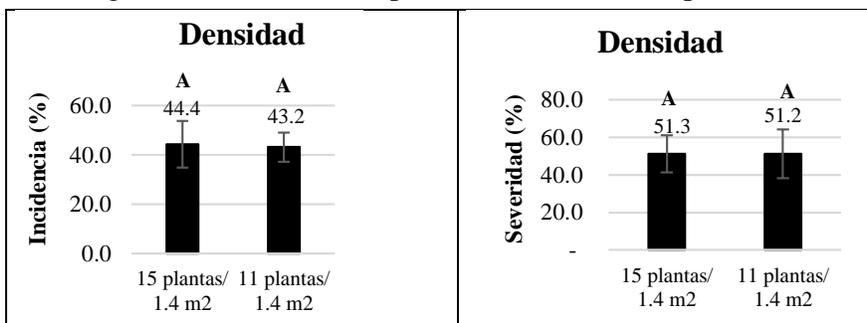


Figura 11. Incidencia y Severidad en frutos, antes de la aplicación de los peróxidos. Las medias con una letra en común no son significativamente diferentes (Tukey $p < 0.05$).

3.6. Evaluación de incidencia y severidad en flores antes de aplicar peróxidos

Los resultados registrados muestran valores de incidencia de 14.6% para la densidad de 15 plantas/1.4 m² y 12.8% para la de 11 plantas/1.4 m². Igualmente, en la variable severidad se observan valores de 15.3% (grado 3 de severidad) para la densidad de 15 plantas/1.4 m² y 12.3% (grado 3 de severidad) para la densidad de 11 plantas/1.4 m² (Figura 12).

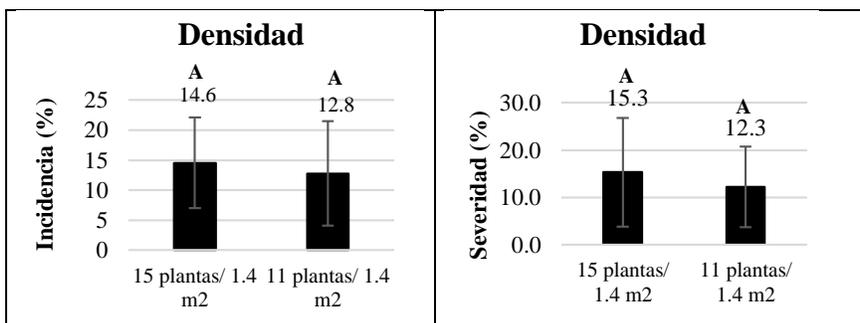


Figura 12. Incidencia y Severidad en flores, antes de la aplicación de los peróxidos. Las medias con una letra en común no son significativamente diferentes (Tukey $p < 0.05$).

3.7. Rendimiento (kg/10 plantas)

En la figura 13, se observa el rendimiento promedio alcanzado hasta los cuatro meses y medio después de la siembra. El ácido peracético es el peróxido que mayor respuesta alcanzó en cuanto a rendimiento con 0.75 kg/10 plantas. Asimismo, en las dosis se observa un incremento del rendimiento con 2.0 cc/l. alcanzando un rendimiento de 0.72 kg/10 plantas; mientras que la densidad de siembra que mejores resultados obtuvo es la de 15 plantas/1.4 m² con un rendimiento de 0.71 kg/10 plantas. La interacción A₂B₂C₁ presentó mayor rendimiento con 0.871 kg/10 plantas, seguido por las interacciones A₁B₃C₂ y A₂B₁C₁ con 0.753 y 0.751 kg/10 plantas respectivamente. La interacción que presentó el menor rendimiento con respecto a lo demás tratamientos fue A₁B₃C₁ con 0.584 kg/10 plantas (figura 14).

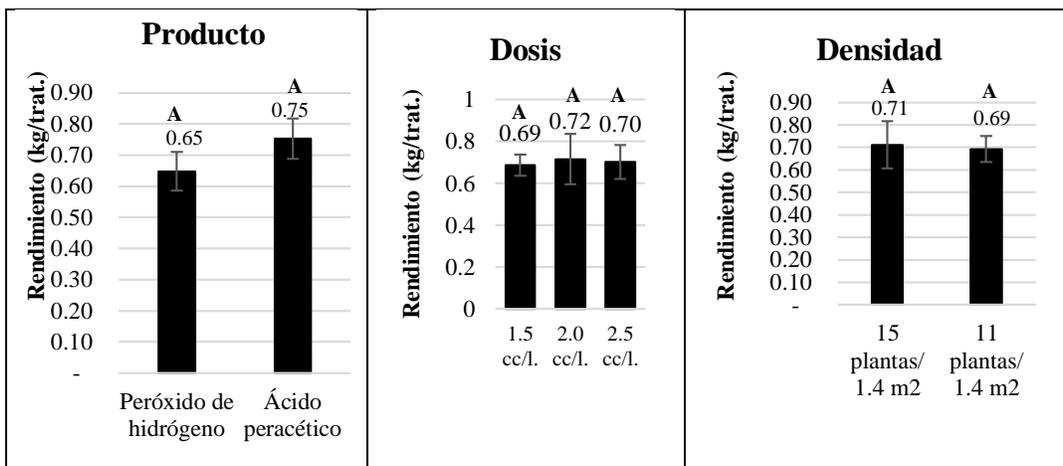


Figura 13. Rendimiento de la fresa en cada uno de los factores.

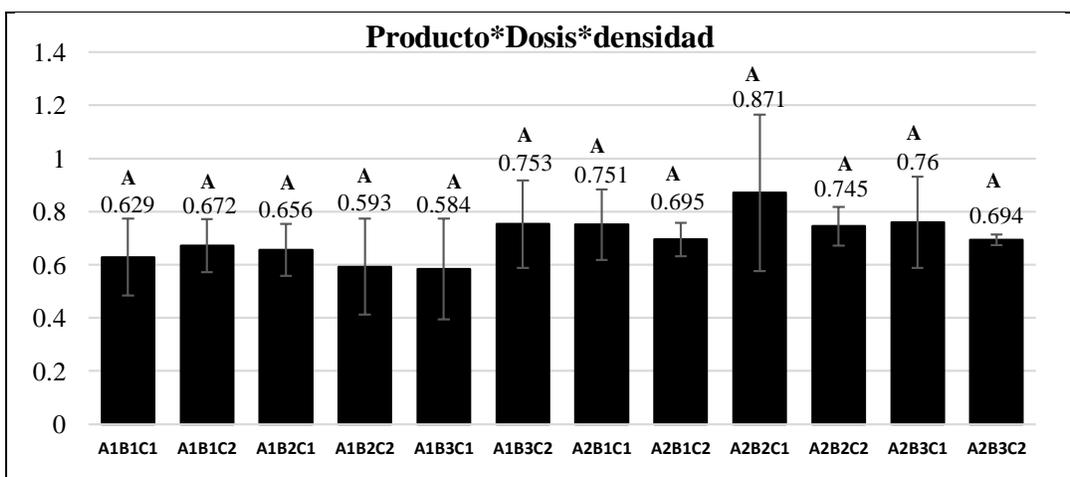


Figura 14. Rendimiento de la fresa en cada una de las interacciones de los factores.

IV. DISCUSIÓN

La mayor parte de estudios sobre el efecto que producen los compuestos orgánicos en botrytis, se han realizado a nivel de laboratorio en poscosecha y en algunos casos en invernadero. Hasta la fecha son escasas los trabajos en condiciones no controladas. Según Cano (2013), las investigaciones en campo no es una labor fácil debido a que los factores bióticos y abióticos presentes en ese ambiente pueden alterar muy fácilmente los resultados. En ese sentido, en todos los tratamientos evaluados se observó infección por *B. cinerea*, presentando sus primeros síntomas a los tres meses después de la siembra. El compuesto que demostró mayor eficiencia en las dos etapas fue el ácido peracético, reduciendo a valores de incidencia de 36.9% y 8.4% en fructificación y floración respectivamente, mientras que en severidad redujo a 41.6% y 10.1% en fructificación y floración respectivamente. La efectividad del ácido peracético sobre botrytis se puede deber al amplio poder oxidante que ejerce sobre los hongos, ya que resulta de la combinación de ácido acético y peróxido de hidrógeno, concordando con Kyanko et al. (2010). El motivo por el cual el peróxido de hidrogeno presentó un menor efecto sobre incidencia y severidad en condiciones de campo, puede deberse al corto poder residual que tiene al entrar en contacto con el medio ambiente, durando solo unos minutos y siendo ineficiente contra infecciones de botrytis que ocurran poco tiempo después de su aplicación. Asimismo, Rebollar (2011), afirma que el peróxido de hidrógeno es más un preventivo que no ejerce mucho efecto como controlador de enfermedades.

Por otro lado, la dosis más eficaz de peróxidos fue de 2.5 cc/l reduciendo a un 38.3% y 41.9% de incidencia y severidad en fructificación; y 10.1% y 9.1% en incidencia y severidad en floración. Aunque no existen diferencias significativas, la incidencia y severidad disminuye conforme se aumenta la dosis. Referente a este factor, Leggett et al. (2016) en su investigación demuestran que a concentraciones más bajas de ambos peróxidos el efecto esporicida es relativamente mucho menor. Por otro lado, Cuervo-Usán et al. (2014) señalan, que la eficacia de los peróxidos sobre botrytis se obtiene con dosis desde 0.128, concluyendo que a más dosis de dichos compuestos menor será el porcentaje de enfermedad.

Respecto a las densidades, estas no difieren estadísticamente en ninguna de las etapas; sin embargo, la densidad que mejores resultados alcanzo fue de 11 plantas/1.4 m², con

valores de 39.4% y 43.4% en incidencia y severidad en fructificación, mientras que en floración alcanzo valores de un 10.3% y 9.7% en incidencia y severidad respectivamente. Estos valores indicarían que, a mayor distancia entre plantas, menor será la incidencia y severidad, concordando con Agrios (2005) y Sahile et al. (2008). A mayor densidad más sombra existirá y mayor será el tiempo de la humedad en el suelo, por ende, los frutos que estén en contacto con el suelo serán más susceptibles a pudrirse e incitar el desarrollo del hongo en su superficie, corroborando lo que afirma Coscollá (1980), que en muchas enfermedades las esporas, conidios y otros para poder germinar necesitan de agua y/o de ambientes húmedos; también Davidson et al. (2007) afirma que *B. cinerea* se desarrolla en estaciones húmedas y cultivos de alta densidad de siembra.

De las interacciones evaluadas en fructificación, la que resulto ser más eficiente sobre incidencia fue el ácido peracético + 2.5 cc/l. + 11 plantas/1.4 m² con un porcentaje de 34.5%, también en severidad fue la misma interacción la que presento mejores resultados con un de 39.2%. En floración la interacción más eficiente en las dos variables evaluadas fue el ácido peracético + 2.5 cc/l. + 11 plantas/1.4 m² con un valor de 6.4% en incidencia y 7.7% en severidad. Cabe indicar que la mejor interacción se da por combinar el producto (peróxido de hidrógeno o ácido peracético) que más poder residual tiene con la dosis más alta, más la mejor densidad de siembra, ya que estos factores juntos generan un ambiente hostil para el patógeno.

Cabe mencionar que, en comparación de los porcentajes de incidencia y severidad en frutos y flores, el porcentaje en frutos es mucho mayor que en flores, esto podría deberse a que la mayoría de frutos tenían como medio de soporte el suelo y siendo la principal fuente de inóculo de botrytis el suelo (Agrios, 2005), estos eran más propensos a ser atacados por el hongo en estudio. Por otro lado, la mayoría de flores evaluadas no estaban en contacto con el suelo, por ende, no eran afectadas tan severamente por el hongo ni por otros patógenos que propiciaban el desarrollo del mismo.

Antes de iniciar las aplicaciones en fructificación se encontró incidencias 44.4% y 43.2% en las densidades de 15 y 11 plantas/1.4 m² respectivamente, al terminar las aplicaciones, la incidencia llegó a disminuir a un 41.3% y 39.4% en las densidades de 15 y 11 plantas/1.4 m² respectivamente; mientras que en severidad se registró un porcentaje de 51.3% y 51.2% en las densidades de 15 y 11 plantas/1.4 m² respectivamente, dichos

porcentajes disminuyeron al terminar las aplicaciones alcanzando valores de 45.5% y 43.4% en las densidades de 15 y 11 plantas/1.4 m² respectivamente. Asimismo, antes de la aplicación de los peróxidos en floración, se observaron incidencias de 14.6% y 12.8% en las densidades de 15 plantas/1.4 m² y 11 plantas/1.4 m² respectivamente, al terminar las aplicaciones, la incidencia llegó a disminuir a un valor de 11.8% y 10.3% en las densidades de 15 y 11 plantas/1.4 m² respectivamente; mientras que los valores de severidad antes de las aplicaciones del producto fueron 15.3 % y 12.3% en las densidades de 15 plantas/1.4 m² y 11 plantas/1.4 m², dichos porcentajes disminuyeron al término de las aplicaciones, llegando a obtener valores de 10.9% y 9.7% en las densidades de 15 y 11 plantas/1.4 m² respectivamente. A pesar de que se observó la presencia de botrytis en todos los tratamientos evaluados, se pudo registrar una disminución de la incidencia y severidad en los mismos, pudiendo observarse los primeros síntomas del patógeno en frutos y flores a los tres meses después de la siembra. La aparición de la enfermedad coincidió con las lluvias frecuentes en la zona de estudio, por ende, se observó mayor agresividad por parte del patógeno en ese tiempo, esto concuerda con Latorre & Rioja (2002) que indican que, el desarrollo de botrytis en campo puede darse como resultado de las constantes lluvias.

Por otro lado, en cuanto a rendimiento la mejor interacción fue de 2.0 cc/l. de ácido peracético en una densidad de 15 plantas/1.4 m² (A₂B₂C₁), obteniendo un rendimiento promedio de 0.871 Kg/10 plantas, todo ello en 30 días de evaluación. Este resultado podría deberse a que siendo el ácido peracético el peróxido que mayor efecto sobre botrytis demostró, por ende, redujo la cantidad de frutos enfermos, mientras que las densidades utilizadas en el presente estudio también fueron factores muy importantes, ya que según Morales (2017), la densidad de siembra para esta variedad es de mínimamente 26 cm. entre planta, y por ende las dos densidades están en el rango de siembra para esta variedad. Estigarribia & Pino (2013), señalan que mientras mayor sea la distancia de siembra, menor será la competencia entre las plantas y mayor será el rendimiento por planta. A pesar de lo antes mencionado, aún con el mejor tratamiento no se logró igualar al rendimiento total de esta variedad obtenido en una producción intensiva y usando un ambiente semicontrolado.

Los coeficientes de variación están expresados en las tablas 4, 5, 6, 7 y 8, encontrándose los mismos dentro del rango del porcentaje aceptable para ensayos en campo, ya que según Pimentel (1985), los coeficientes de variabilidad se consideran bajos cuando son inferiores al 10%, medios cuando estos son mayores al 10% y menores al 20%, altos cuando son mayores al 20% y menores al 30% y muy altos son mayores al 30%. Las variaciones de algunos datos pueden deberse a factores ambientales o bióticos que podrían haber intervenido en el proceso de inoculación natural durante todo el tiempo que duro el periodo de evaluación. Las tablas referentes al análisis de varianza se encuentran en el anexo del presente informe.

V. CONCLUSIONES

El ácido peracético fue el peróxido que presentó mayor efecto antifúngico en todos los tratamientos.

2.5 cc/l fue la dosis de los peróxidos más adecuada, para el control de botrytis, tanto en fructificación como en floración.

También la densidad de siembra que presentó mejores resultados sobre botrytis fue de 11 plantas/1.4 m².

Los mejores resultados para disminuir incidencia y severidad se obtuvieron con interacciones de 2.5 cc/l. de ácido peracético aplicado en una densidad de 11 plantas/m².

La interacción de ácido peracético a una dosis de 2.0 cc/l. con una densidad de siembra de 15 plantas/1.4 m² alcanzo un mayor rendimiento.

VI. RECOMENDACIONES

Realizar estudios posteriores sobre aplicaciones de peróxidos en el cultivo de fresa, tanto sobre la planta como también en suelo, usando dosis distintas a las evaluadas en el presente estudio.

Incorporar los peróxidos a un programa de manejo integrado, utilizando a los mismos como preventivos a enfermedades en el cultivo de la fresa.

Replicar la investigación en ambientes semi-controlados, utilizando riego por goteo y coberturas de plástico para que los frutos no entren en contacto con el suelo.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdollahi, M., & Hosseini, A. (2014). Hydrogen peroxide. *Encyclopedia of Toxicology*, 967-970.
- Agrios, G. N. (2005). Plant pathology. - 5th ed. USA: *Academic press*.
- Baldry, M. G. C. (1983). The bactericidal, fungicidal and sporicidal properties of hydrogen peroxide and peracetic acid. *Journal of Applied Bacteriology*, 54(3), 417-423.
- Barnett, H. L., & Hunter, B. B. (1998). Illustrated genera of imperfect fungi. *American Phytopathological Society Press St. Paul, MN*.
- Benito, E. P., Arranz, M., & Eslava, A. (2000). Factores de patogenicidad de *Botrytis cinerea*. *Revista Iberoamericana de Micología*, 17, S43-S46.
- Bozsó, Z., Ott, P. G., Szatmari, A., Czalleng, A., Varga, G., Besenyi, E., ... & Klement, Z. (2005). Early detection of bacterium-induced basal resistance in tobacco leaves with diaminobenzidine and dichlorofluorescein diacetate. *Journal of phytopathology*, 153(10), 596-607.
- Cano, M. A. (2013). Estrategias biológicas para el manejo de enfermedades en el cultivo de fresa (*Fragaria* spp.). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 7(2), 263-276.
- Carrasco, G., & Urrestarazu, M. (2010). Green chemistry in protected horticulture: The use of peroxyacetic acid as a sustainable strategy. *International journal of molecular sciences*, 11(5), 1999-2009.
- Cerioni, L., de los Ángeles Lazarte, M., Villegas, J. M., Rodríguez-Montelongo, L., & Volentini, S. I. (2013). Inhibition of *Penicillium expansum* by an oxidative treatment. *Food microbiology*, 33(2), 298-301.
- Choquer, M., Fournier, E., Kunz, C., Levis, C., Pradier, J. M., Simon, A., & Viaud, M. (2007). *Botrytis cinerea* virulence factors: new insights into a necrotrophic and polyphageous pathogen. *FEMS microbiology letters*, 277(1), 1-10.
- Coscollá, R. (1980). Incidencia de los factores climatológicos en la evolución de las plagas y enfermedades de las plantas. *Bol. Serv. Plagas*, 6(2), 123-139.
- Cuervo-Usán, Y., Tornos-Mauri, P., Hernández-Domínguez, J. C., Orihuela-Calvo, D., Domínguez-Hernández, M. E., & Moreno-Martínez, E. (2014). Eficacia de

- peróxidos en la desinfección de suelos aptos para el cultivo de fresa en el Mediterráneo. *Revista fitotecnia mexicana*, 37(4), 393-398.
- Davidson, J. A., Pande, S., Bretag, T. W., Lindbeck, K. D., & Krishna-Kishore, G. (2007). Biology and management of *Botrytis* spp. in legume crops. In *Botrytis: biology, pathology and control* (pp. 295-318). Springer, Dordrecht.
- Doussoulin, H., Andrade, N., & Acuña, R. (2015). Influencia de la fecha y densidad de siembra sobre el desarrollo de patógenos presentes en cultivares de haba (*Vicia faba* L.) de crecimiento determinado. *Agro sur*, 43(1), 25-30.
- Estigarríbia, O.S., & Pino, P.S. (2013). Efecto de la competencia de malezas y la densidad de siembra en el rendimiento del cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) var. Coodetec 405. *Investigación agraria*, 10(2), 21-28.
- Estupiñan, L., & Guerrero, O. (2009). Evaluación de tres productos biológicos en el control del moho gris (*Botrytis cinerea*) de la fresa en el municipio de Sibaté Cundinamarca. *INVENTUM*, 4(6), 66-72.
- Falsanisi, D., Gehr, R., Santoro, D., Dell'Erba, A., Notarnicola, M., & Liberti, L. (2006). Kinetics of PAA demand and its implications on disinfection of wastewaters. *Water Quality Research Journal*, 41(4), 398-409.
- Feliziani, E., Lichter, A., Smilanick, J. L., & Ippolito, A. (2016). Disinfecting agents for controlling fruit and vegetable diseases after harvest. *Postharvest Biology and Technology*, 122, 53-69.
- Ferriol, X. (2010). Propiedades nutritivas y otras curiosidades de la fresa. *Revista Citrifrut*, 27(1), 72-74.
- Finkelshtein, A., Shlezinger, N., Bunis, O., & Sharon, A. (2011). *Botrytis cinerea* BcNma is involved in apoptotic cell death but not in stress adaptation. *Fungal genetics and biology*, 48(6), 621-630.
- Gaitán, J. B. M., Ferrucho, R. L., & Herrera, J. G. Á. (2014). Efecto de dos cepas de *Trichoderma* en el control de *Botrytis cinerea* y la calidad del fruto en fresa (*Fragaria* sp.). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 8(1), 44-56.
- Gallego, R. S. (2003). Introducción al análisis de datos experimentales: *tratamiento de datos en bioensayos* (Vol. 4). Castellón, España. Publicacions de la Universitat Jaume I.

- Gepp, V., Vero, S., Cassanello, M. E., Romero, G., Silvera, E., González, P., ... & Bentancur, O. (2012). Resistencia a fungicidas en *Botrytis cinerea* en el Uruguay. *Agrociencia-Sitio en Reparación*, 16(1), 97-107.
- Gomes, F. P. (1985). Curso de estadística experimental.
- González, G., Moya, M., Sandoval, C., & Herrera, R. (2009). Genetic diversity in Chilean strawberry (*Fragaria chiloensis*): Differential response to *Botrytis cinerea* infection. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 7(4), 886-895.
- González, M., & Salazar, F. A. (2009). Aspectos básicos del estudio de muestra y población para la elaboración de los proyectos de investigación (Doctoral dissertation).
- Hafez, Y. (2010). Control of *Botrytis cinerea* by the resistance inducers benzothiadiazole (BTH) and hydrogen peroxide on white pepper fruits under postharvest storage. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 45(1), 13-29.
- Haidar, R., Fermaud, M., Calvo-Garrido, C., Roudet, J., & Deschamps, A. (2016). Modes of action for biological control of *Botrytis cinerea* by antagonistic bacteria. *Phytopathologia Mediterranea*, 55(3), 301-322.
- Ismail, S. Z., Khandaker, M. M., Mat, N., & Boyce, A. N. (2015). Effects of hydrogen peroxide on growth, development and quality of fruits: a review. *J Agron*, 14(4), 331-336.
- Kitis, M. (2004). Disinfection of wastewater with peracetic acid: a review. *Environment international*, 30(1), 47-55.
- Koike, S., & Bolda, M. (2016). El moho gris, o Pudrición de fresa. California: *Cooperative Extensión*.
- Kyanko, M. V., Russo, M. L., Fernández, M., & Pose, G. (2010). Efectividad del ácido peracético sobre la reducción de la carga de esporas de mohos causantes de pudrición poscosecha de frutas y hortalizas. *Información tecnológica*, 21(4), 125-130.
- Latorre, B. A., & Rioja, M. E. (2002). The effect of temperature and relative humidity on conidial germination of *Botrytis cinerea*. *Ciencia e Investigación Agraria*, 29(2), 66-72.

- Latorre, B. A., Elfar, K., & Ferrada, E.E. (2015). Gray mold caused by *Botrytis cinerea* limits grape production in Chile. *Ciencia e investigación agraria*, 42(3), 305-330.
- Legard, D. E., Xiao, C. L., Mertely, J. C., & Chandler, C. K. (2001). Management of botrytis fruit rot in annual winter strawberry using captan, thiram, and iprodione. *Plant disease*, 85(1), 31-39.
- Leggett, M. J., Schwarz, J. S., Burke, P. A., McDonnell, G., Denyer, S. P., & Maillard, J. Y. (2016). Mechanism of sporicidal activity for the synergistic combination of peracetic acid and hydrogen peroxide. *Appl. Environ. Microbiol.*, 82(4), 1035-1039.
- Leiva-Mora, M., Panimboza-Yanzapanta, J. G., Rivas-Figueroa, F., Rivera-Casignia, A., & Carpio, C. (2019). Agresividad diferencial entre aislados de *Botrytis cinerea* Pers. en *Fragaria vesca* L. cv. Albion. *Revista de Protección Vegetal*, 34(1).
- Leroch, M., Plesken, C., Weber, R. W., Kauff, F., Scalliet, G., & Hahn, M. (2013). Gray mold populations in German strawberry fields are resistant to multiple fungicides and dominated by a novel clade closely related to *Botrytis cinerea*. *Appl. Environ. Microbiol.*, 79(1), 159-167.
- López-Bellido, F. J., López-Bellido, L. O., & López-Bellido, R. J. (2005). Competition, growth and yield of faba bean (*Vicia faba* L.). *European Journal of Agronomy*, 23(4), 359-378.
- Maza, S. (2008). Estudio de fresa en el Perú y el Mundo”. *Ministerio de Agricultura de Perú*, 1.
- Morales, C. (2017). Manual de manejo agronómico de la frutilla. Santiago: *Instituto de desarrollo agropecuario*.
- Nicolau-Lapeña, I., Abadias, M., Bobo, G., Aguiló-Aguayo, I., Lafarga, T., & Viñas, I. (2019). Strawberry sanitization by peracetic acid washing and its effect on fruit quality. *Food microbiology*, 83, 159-166.
- Olivera Soto, J. (2012). Cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Instituto Nacional de Innovación Agraria*. Lima, Perú.

- Ölmez, H., & Kretschmar, U. (2009). Potential alternative disinfection methods for organic fresh-cut industry for minimizing water consumption and environmental impact. *LWT-Food Science and Technology*, 42(3), 686-693.
- Pardo, N. J. C., Darghan, A., Rico, M. D. S., & Rodríguez, A. (2017). Análisis espacial de la incidencia de enfermedades en diferentes genotipos de cacao (*Theobroma cacao* L.) en El Yopal (Casanare), Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 22(2), 209-220.
- Plascencia-Tenorio, R. I., Olalde-Portugal, V., Mena-Violante, H. G., Ceja-Torres, L. F., Venegas-González, J., Oyoque-Salcedo, G., & Angoa-Pérez, M. V. (2012). Antagonismo in vitro de aislados bacterianos de fresa comercial y silvestre vs *Botrytis cinerea* y *Rhizopus stolonifer*. *Ra Ximhai*, 8(3), 103-110.
- Qin, G., Liu, J., Cao, B., Li, B., & Tian, S. (2011). Hydrogen peroxide acts on sensitive mitochondrial proteins to induce death of a fungal pathogen revealed by proteomic analysis. *PLoS One*, 6(7), e21945.
- Rebollar Alviter, A. (2011). Manejo del mildiu y el moho gris de la Zorzamora en Michoacán (No. PA FOLLETO 3535).
- Rivera, C. Á. M., Rivas, F. F., Panimboza, Y. J. G., Lumbi, W., & Leiva-Mora, M. (2017). Efecto del iodocitrato de cobre (Citrubact) sobre *Botrytis cinerea* Pers en *Fragaria vesca* L. cv. Albion en la provincia Tungurahua, Ecuador. *Centro Agrícola*, 44(4), 82-87.
- Rupp, S., Weber, R. W., Rieger, D., Detzel, P., & Hahn, M. (2017). Spread of *Botrytis cinerea* strains with multiple fungicide resistance in German horticulture. *Frontiers in microbiology*, 7, 2075.
- Sahile, S., Ahmed, S., Fininsa, C., Abang, M. M., & Sakhujá, P. K. (2008). Survey of chocolate spot (*Botrytis fabae*) disease of faba bean (*Vicia faba* L.) and assessment of factors influencing disease epidemics in northern Ethiopia. *Crop Protection*, 27(11), 1457-1463.
- Sallato, B. V., Torres, R., Zoffoli, J. P., & Latorre, B.A. (2007). Effect of boscalid on postharvest decay of strawberry caused by *Botrytis cinerea* and *Rhizopus stolonifer*. *Spanish journal of agricultural research*, 51(1), 67-78.

- Vardar, C., Ilhan, K., & Karabulut, O. A. (2012). The application of various disinfectants by fogging for decreasing postharvest diseases of strawberry. *Postharvest biology and technology*, 66, 30-34.
- Walker, A. S. (2013). Diversité et adaptation aux fongicides des populations de *Botrytis cinerea*, agent de la pourriture grise (Doctoral dissertation).
- Williamson, B., Tudzynski, B., Tudzynski, P., & van Kan, J. A. (2007). *Botrytis cinerea*: the cause of grey mould disease. *Molecular plant pathology*, 8(5), 561-580.
- Wong-González, E. (2010). ¿Después de un análisis de variancia... qué? Ejemplos en ciencia de alimentos. *Agronomía mesoamericana*, 21(1), 01-08.
- Xu, F., Shi, L., Chen, W., Cao, S., Su, X., & Yang, Z. (2014). Effect of blue light treatment on fruit quality, antioxidant enzymes and radical-scavenging activity in strawberry fruit. *Scientia Horticulturae*, 175, 181-186.
- Zoellner, C., Aguayo-Acosta, A., Siddiqui, M. W., & Dávila-Aviña, J. E. (2018). Peracetic acid in disinfection of fruits and vegetables. In *postharvest disinfection of fruits and vegetables* (pp. 53-66). Academic Press.

ANEXO 1. Tablas de resultados

Tabla 4. Análisis de varianza de la incidencia (%) de *B. cinerea* en fructificación en función al producto, dosis, densidad y la interacción.

Fuentes de Variabilidad	SC	GL	CM	F	p-valor
Producto	2.72	1	2.72	25.1	0
Dosis	0.51	2	0.26	2.37	0.12
densidad	0.21	1	0.21	1.9	0.18
Producto*Dosis	0.1	2	0.05	0.45	0.64
Producto*densidad	0.05	1	0.05	0.46	0.51
Dosis*densidad	0.07	2	0.04	0.33	0.72
Producto*Dosis*densidad	0	2	0	0	1
Error	2.6	24	0.11		
Total	6.26	35			

Cv = 5.19

Tabla 5. Análisis de varianza de la severidad (%) de *B. cinerea* en fructificación en función al producto, dosis, densidad y la interacción.

Fuentes de Variabilidad	SC	GL	CM	F	p-valor
Producto	1.57	1	1.57	9.95	0
Dosis	1.38	2	0.69	4.36	0.02
Densidad	0.22	1	0.22	1.4	0.25
Producto*Dosis	0.01	2	0	0.03	0.97
Producto*Densidad	0.01	1	0.01	0.04	0.85
Dosis*Densidad	0.09	2	0.04	0.28	0.76
Producto*Dosis*Densidad	0.04	2	0.02	0.12	0.89
Error	3.79	24	0.16		
Total	7.09	35			

Cv = 5.97

Tabla 6. Análisis de varianza de la incidencia (%) de *B. cinerea* en floración en función al producto, dosis, densidad y la interacción.

Fuentes de Variabilidad	SC	GL	CM	F	p-valor
Producto	5.61	1	5.61	21.22	0
Dosis	0.68	2	0.34	1.29	0.293
Densidad	0.57	1	0.57	2.16	0.155
Producto*Dosis	0.08	2	0.04	0.16	0.856
Producto*Densidad	0.01	1	0.01	0.05	0.822
Dosis*Densidad	0.15	2	0.07	0.28	0.757
Producto*Dosis*Densidad	0.05	2	0.03	0.1	0.909
Error	6.34	24	0.26		
Total	13.5	35			

Cv = 15.63

Tabla 7. Análisis de varianza de la severidad (%) de *B. cinerea* en floración en función al producto, dosis, densidad y la interacción.

Fuentes de Variabilidad	SC	GL	CM	F	p-valor
Producto	0.07	1	0.07	0.17	0.681
Dosis	0.86	2	0.43	1.06	0.361
Densidad	0.25	1	0.25	0.61	0.443
Producto*Dosis	0.24	2	0.12	0.29	0.748
Producto*Densidad	0.07	1	0.07	0.18	0.673
Dosis*Densidad	0.03	2	0.02	0.04	0.963
Producto*Dosis*Densidad	0.05	2	0.02	0.06	0.943
Error	9.72	24	0.41		
Total	11.29	35			

Cv = 20.14

Tabla 8. Análisis de varianza del rendimiento en función al producto, dosis, densidad y la interacción.

Fuentes de Variabilidad	SC	GL	CM	F	p-valor
Producto	0.10	1	0.10	4.09	0.054
Dosis	0.01	2	0.00	0.11	0.897
Densidad	0.00	1	0.00	0.10	0.750
Producto*Dosis	0.03	2	0.01	0.59	0.562
Producto*Densidad	0.04	1	0.04	1.62	0.215
Dosis*Densidad	0.03	2	0.02	0.67	0.522
Producto*Dosis*Densidad	0.01	2	0.01	0.25	0.779
Error	0.57	24	0.02		
Total	0.79	35			

CV=21.86

Tabla 9. Análisis de varianza de la incidencia (%) de *B. cinerea* en fructificación, antes de la aplicación de peróxidos.

Fuentes de Variabilidad	SC	GL	CM	F	p-valor
Densidad	0.04	1	0.04	0.09	0.76
Error	12.98	34	0.38		
Total	13.02	35			

CV=9.38

Tabla 10. Análisis de varianza de la severidad (%) de *B. cinerea* en fructificación, antes de la aplicación de peróxidos.

Fuentes de Variabilidad	SC	GL	CM	F	p-valor
Densidad	0.33	1	0.33	0.66	0.42
Error	15.78	32	0.49		
Total	16.1	33			
CV=9.67					

Tabla 11. Análisis de varianza de la incidencia (%) de *B. cinerea* en floración, antes de la aplicación de peróxidos.

Fuentes de Variabilidad	SC	GL	CM	F	p-valor
Densidad	0.02	1	0.02	0.11	0.744
Error	3.02	20	0.15		
Total	3.04	21			
CV=11.82					

Tabla 12. Análisis de varianza de la severidad (%) de *B. cinerea* en floración, antes de la aplicación de peróxidos.

Fuentes de Variabilidad	SC	GL	CM	F	p-valor
Densidad	1.76	1	1.76	1.79	0.196
Error	20.73	21	0.99		
Total	22.49	22			
CV=24.65					

ANEXO 2. Ficha de evaluación

Registro de Severidad en flores:

SEVERIDAD EN FLORES													
Evaluación con peróxidos													
Fecha de evaluación	Rep.	Trat. 01	Trat. 02	Trat. 03	Trat. 04	Trat. 05	Trat. 06	Trat. 07	Trat. 08	Trat. 09	Trat. 10	Trat. 11	Trat. 12
		A ₁ B ₁ C ₁	A ₁ B ₁ C ₂	A ₁ B ₂ C ₁	A ₁ B ₂ C ₂	A ₁ B ₃ C ₁	A ₁ B ₃ C ₂	A ₂ B ₁ C ₁	A ₂ B ₁ C ₂	A ₂ B ₂ C ₁	A ₂ B ₂ C ₂	A ₂ B ₃ C ₁	A ₂ B ₃ C ₂
24 de octubre	1	5	12	20	5	10	8	14	5	12.5	8	5	0
	2	5	18	5	10	15	0	12	8	5	10	7	13
	3	12	15	10	7	4	5	10	17	12	3	11	6
19 de octubre	1	8	10	30	8	12	13	16	15	10	15	12	9
	2	6	13	10	5	5	11.5	12	6	8	9	10	3
	3	20	10	8	12	9	9	5	5	7	5	15	7
14 de octubre	1	5	20	12	8	15	22.5	20	17	10	8	7	4
	2	14	10	5	15	10	7	21	8	10	18	3	20
	3	20	12	8	22	5	13	14	0	8	5	8	9
09 de octubre	1	12	12	5	5	10.5	14	10	10	15	10	12	5
	2	10	7	0	8	8	9	10	8	8	5	0	8
	3	16	8	17	15	7	13	9	5	10	5	12	5
04 de octubre	1	5	13	22	12	15	14.5	20	5	18	7	14	7
	2	10	12	5	5	12	10	25	5	5	13	5	10
	3	16	10	15	10	10	5	5	13	7	5	10	4
29 de setiembre	1	10	5	18	7	12.5	15	9.8	33	25	12	10	5
	2	15	15	5	8	10	4.5	25	13	3	20	5	15
	3	12	0	17	15	5	8	8	15	10	7	16	8
Evaluación sin peróxidos													
24 de setiembre	1	33	8	13	15	30	14	17.5	13.5	19	21.5	11.5	17
	2	25	24	0	0	14	8	0	20	0	30	8	8
	3	30	8	20	12	16	17	0	0	12	5	33	0

Registro de Incidencia en flores:

INCIDENCIA EN FLORES													
Evaluación con peróxidos													
Fecha de evaluación	Rep.	Trat. 01	Trat. 02	Trat. 03	Trat. 04	Trat. 05	Trat. 06	Trat. 07	Trat. 08	Trat. 09	Trat. 10	Trat. 11	Trat. 12
		A ₁ B ₁ C ₁	A ₁ B ₁ C ₂	A ₁ B ₂ C ₁	A ₁ B ₂ C ₂	A ₁ B ₃ C ₁	A ₁ B ₃ C ₂	A ₂ B ₁ C ₁	A ₂ B ₁ C ₂	A ₂ B ₂ C ₁	A ₂ B ₂ C ₂	A ₂ B ₃ C ₁	A ₂ B ₃ C ₂
24 de octubre	1	12.6	8	5	20.5	7	12.5	10	4.5	12	0	9	4
	2	0	5	13	5	15	8	18	6	10	9	3	7
	3	11	12	9	3	12	5	11	9	15	13	5	0
19 de octubre	1	9	7	25	13	15.5	21	6	11	17	10	6	0
	2	10.5	15	26	13	13	10	5	17	3	5	5	14
	3	19.5	16	8	12.3	9	7	7	14	8	5	9	10
14 de octubre	1	33	5	12.3	9	26	9	15	13	5	4	20	4
	2	10	10	17	6	16	6	12	10	10.2	19	6	0
	3	15.7	18	8	0	11.5	12	15	5.5	8	3	16	11
09 de octubre	1	16	20	10	15	5	14	6.5	7	7	6	5	6
	2	7	17	8	12	10	11	10	4.5	10	14.1	5	0
	3	14	15	12	20	16	5	15	8	15.4	0	10	6.6
04 de octubre	1	15	16	30	18	9	25	18	5	10	2	0	10
	2	12	13	17	16	23	5	13	13	10	16	8	5
	3	27	20.2	14	11	15	9	4	15	5	5	20	6
29 de setiembre	1	20.3	12	16.5	25.7	12.5	12	5	10	0	7	10	7
	2	9	15	15	20	15	3	11	0	5	9.5	5	17
	3	20.1	40	13.6	12.5	27	15	10.4	18	14	4	0	7
Evaluación sin peróxidos													
24 de setiembre	1	12.5	8.3	30	30.1	15	9.1	11.8	11.1	0	14.3	12.5	12.5
	2	8	15.3	10.5	11.8	14.3	11.8	20	8.7	13.6	7.1	12.4	0
	3	15	15.4	25	7.3	10	27	30	30.2	9.5	0	11.8	10

Registro de Severidad en frutos:

SEVERIDAD EN FRUTOS													
Evaluación con peróxidos													
Fecha de evaluación	Rep.	Trat. 01	Trat. 02	Trat. 03	Trat. 04	Trat. 05	Trat. 06	Trat. 07	Trat. 08	Trat. 09	Trat. 10	Trat. 11	Trat. 12
		A ₁ B ₁ C ₁	A ₁ B ₂ C ₂	A ₁ B ₃ C ₁	A ₁ B ₂ C ₂	A ₁ B ₃ C ₁	A ₁ B ₃ C ₂	A ₁ B ₃ C ₁	A ₁ B ₃ C ₂	A ₁ B ₃ C ₁	A ₁ B ₂ C ₁	A ₁ B ₂ C ₂	A ₁ B ₃ C ₁
24 de octubre	1	33	45	28	60	52.5	52.3	35	43	33	25	18	36
	2	50	23	19	38.8	50	43	48	27.5	39	42	30	50
	3	36.4	43	58	47	25	60	38	56	15	31	25	42
19 de octubre	1	48.5	58	32	25	60	40	38	33	35.5	30	37.5	28
	2	54.4	42	50	42	49	37.7	57	45	35	38	48	41
	3	60	39	30	17.4	37	53	61	48.5	55	43	36	29
14 de octubre	1	80	40	55	38	33	10.33	28	40.5	48	33	60	54
	2	46.3	55	48	39	53	37	47	62	38	54	42	44.5
	3	35	73	40	28	42	36	25	36	50	47	37	25
09 de octubre	1	82.5	55	44.2	35	41.5	46.5	47	27	32	37	47	50
	2	41.6	33	55	72	45	39	52	59.5	82	37	43	33
	3	58.3	60	54	49.6	50	42.5	75	35.3	28	40	27	34
04 de octubre	1	58.2	46.3	61	43.3	35	42.6	36	46.5	53	44.2	50	42
	2	52	44.2	54.3	47	52.2	52	60	41.7	37.5	31	35	36.6
	3	51.7	58	56.6	59	40.2	57	63	38	26	38.5	42	51
29 de setiembre	1	42.4	60	51.5	35	29	52.8	40.6	45	31.7	41.5	56	43
	2	68.8	52	49	54.8	50	40	60	33	46	62	45.4	39.5
	3	53.7	66	73	65	55	53	46	51	48.2	51	41	28
Evaluación sin peróxidos													
24 de setiembre	1	46	52	60	49	58	55	71	39	54	60	50	54
	2	62	20	62.3	46	47	75	49	35	53	54	34	63
	3	58	33	54	64	32	60	43	59	47	48	43	56

Registro de Incidencia en Frutos:

INCIDENCIA EN FRUTOS													
Evaluación con peróxido													
Fecha de evaluación	Rep.	Trat. 01	Trat. 02	Trat. 03	Trat. 04	Trat. 05	Trat. 06	Trat. 07	Trat. 08	Trat. 09	Trat. 10	Trat. 11	Trat. 12
		A ₁ B ₁ C ₁	A ₁ B ₁ C ₂	A ₁ B ₂ C ₁	A ₁ B ₂ C ₂	A ₁ B ₃ C ₁	A ₁ B ₃ C ₂	A ₂ B ₃ C ₁	A ₂ B ₃ C ₂	A ₂ B ₁ C ₁	A ₂ B ₁ C ₂	A ₂ B ₂ C ₁	A ₂ B ₂ C ₂
24 de octubre	1	38	32	54	30	15	42	34.5	20	38	32	27	18
	2	26	40	33	24	32	28	20	37	26	15	33	30
	3	33	54	44.5	40	46	37	16	30	32	40	30	16.7
19 de octubre	1	52.5	44	50	37	50	33	50	33.3	28.5	39	30	25
	2	46	66	48	52	40	48	38	33.3	40	26	40	20
	3	40	27	45	33.3	38	25	32	40	80	33.3	24.5	40
14 de octubre	1	42	37.5	48	52	33.3	48	41	33.3	37	45	36	40
	2	39	50	34	49	40	34	56	40	25	30	25	30
	3	50	34	57	37	50	43	35	50	17	43	37	25
09 de octubre	1	50	42.8	50	50	40	53	47	50	36	22	40	40
	2	39	48	42.9	30	33.3	36	25	40	45.5	35	32	37
	3	50	33	53	76.3	52	60	20	37	27	55	30	33.3
04 de octubre	1	50	54.5	39	32	53	47	50	40	25	50	43	30
	2	62.5	48	56	42	63	38.5	48	36.4	37	30	38	45
	3	37.5	34	39	47	42.8	25	42	38	30	36	46	39
29 de setiembre	1	45.5	52	44	60	45	38	54	55.6	60	36	50	54.1
	2	49	56	50	33	58	53.8	50	44.4	42	35	38	42
	3	60	42	66	47.5	50	34	46	50	48	36.4	40	40.2
Evaluación sin peróxido													
24 de setiembre	1	28.6	33.3	41.7	41.7	54.5	37.5	45.5	50	25	42.9	50	33.3
	2	50	50	57.1	50	55.6	45.5	33.3	40	53.8	36.4	45.5	44.4
	3	33.3	40	37.5	50	50	42.9	50	50	42.9	40	44.4	50

ANEXO 3. Panel fotográfico



Figura 15. Terreno en barbecho.



Figura 16. Preparación del terreno.



Figura 17. Delineación de las unidades experimentales.



Figura 18. Siembra de estolones de fresa.



Figura 19. Unidad experimental.



Figura 20. Preparación de las dosis.



Figura 21. Aplicación de peróxidos sobre las plantas.



Figura 22. Registro de las variables.



Figura 23. Pesaje y registro del rendimiento de frutos de fresa.



Figura 24. Presencia de botrytis en frutos de fresa en el área de estudio.



Figura 25. Observación del signo. (A) conidios de *Botrytis cinerea* en fruto. (B) observación en estereoscopio de conidióforos y conidios de *Botrytis cinerea*. (C) observación microscópica de conidióforos y conidios de *Botrytis cinerea*.