

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERIA

AGRONOMA



**Efecto de tres ingredientes activos para el control de *Botrytis cinerea*
en calidad de frutos de fresa (*Fragaria ananassa*)**

Tesis para optar el título de Ingeniero agrónomo

Autor:

Solís Muñoz Eder Fapaya Código ORCID: 0000-0001-8670-0689

Asesor:

Vergara Ramírez Leonidas Código ORCID: 0000000201581893

HUACHO - PERÚ

2021

Palabras Clave

Tema	Calidad de frutos, Botrytis
Especialidad	Ingeniería agrónoma

Keywords

Topic	Fruit quality, botrytis
Speciality	Agronomy Engineering

Línea de investigación: Producción agrícola

Área: Ciencias agrícolas

Sub área: Agricultura, silvicultura y pesca.

Disciplina: Protección y nutrición de plantas

**Efecto de tres ingredientes activos para el control de *Botrytis cinerea* en calidad
de frutos de fresa (*Fragaria ananassa*)**

RESUMEN

El propósito de la investigación fue evaluar el efecto de tres ingredientes activos para el control de *Botrytis cinerea* en calidad de frutos de fresa (*Fragaria ananassa*). El presente trabajo fue de tipo aplicada ya que se obtuvo los conocimientos técnicos para ayudar a solucionar el problema de la *Botrytis* y su influencia en la calidad de frutos en fresas. De tipo experimental ya que se manipuló las variables evaluando tres ingredientes activos a fin de determinar el efecto para el control de *Botrytis* en los frutos de fresas. se utilizó un diseño experimental de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con cuatro tratamientos, y tres repeticiones. Se concluye que, existe diferencia significativa en al menos uno de los tratamientos utilizados; los tratamientos T₂(Pyrimethanil) y T₀ (testigo) presentaron estadísticamente el mismo efecto en el control de *Botrytis cinerea* en el cultivo de fresa. Respecto a la comparación con los tratamientos T₁ (Cyprodinil + fludioxonil,) T₂(Pyrimethanil) y T₃(Iprodione) no presentan diferencia estadística entre ellos; produciendo el mismo efecto en el control de *Botrytis cinérea* del cultivo de fresa. Se concluye también, que el tratamiento con Iprodione es el más efectivo para combatir la *Botrytis* en el cultivo de fresa.

En la evaluación del efecto de la aplicación de cada ingrediente activo en la calidad de fruto de fresa (*Fragaria ananassa*), se concluye que según la coloración 2 de frutos de fresa presenta 75% en la categoría de grado brix Bueno; según la coloración 3 de la fresa apreciamos un 96,88% en la categoría de grado brix de bueno; según la coloración 4 de la fresa apreciamos un 100% en la categoría de grado brix buen, 92,19% en la coloración 5 presenta el grado brix excelente y 100% de la coloración 6 de la fresa apreciamos grado brix Excelente. Con lo que se concluye que la aplicación de ingredientes activos favorece la concentración de solidos solubles (dulzor) en los frutos cosechados.

ABSTRAC

The purpose of the research was to evaluate the effect of three active ingredients for the control of *Botrytis cinerea* on strawberry (*Fragaria ananassa*) fruit quality. The present work was of the applied type since technical knowledge was obtained to help solve the problem of botrytis and its influence on strawberry fruit quality. It was experimental in that the variables were manipulated by evaluating three active ingredients in order to determine the effect on the control of botrytis in strawberry fruit. It is concluded that there is a significant difference in at least one of the treatments used; treatments T₂ (Pyrimethanil) and T₀ (control) showed statistically the same effect in the control of *Botrytis cinerea* in the strawberry crop. Regarding the comparison with treatments T₁ (Cyprodinil + fludioxonil,) T₂(Pyrimethanil) and T₃(Iprodione) did not present statistical difference between them; producing the same effect in the control of *Botrytis cinerea* in the strawberry crop. It is also concluded that the treatment with Iprodione is the most effective in combating *Botrytis* in the strawberry crop.

In the evaluation of the effect of the application of each active ingredient on the quality of strawberry fruit (*Fragaria ananassa*), it is concluded that according to coloration 2 of strawberry fruit presents 75% in the category of brix degree Good; according to coloring 3 of the strawberry we appreciate 96.88% in the category of brix grade of good; according to coloring 4 of the strawberry we appreciate 100% in the category of brix grade good, 92.19% in coloring 5 presents brix grade excellent and 100% of coloring 6 of the strawberry we appreciate brix grade excellent. Thus, it is concluded that the application of active ingredients favors the concentration of soluble solids (sweetness) in the harvested fruits.

INDICE GENERAL

Palabras claves	ii
Línea de investigación	ii
Resumen	iv
Abstrac	v
Índice general	vi
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	viii
Introducción	1
Metodología de trabajo	12
Resultados	19
Análisis y discusión	25
Conclusiones y recomendaciones	26
Dedicatoria	28
Referencias bibliográficas	29

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Ingredientes activos a utilizar</i>	12
Tabla 2 <i>Programación de la fertilización</i>	14
Tabla 3 <i>Evaluaciones del proyecto</i>	16
Tabla 4 <i>Prueba de Shapiro-wilk para probar la normalidad de los datos</i>	19
Tabla 5 <i>Prueba de Levene para determinar la homogeneidad de los datos</i>	20
Tabla 6 <i>Prueba del Anova para la comparación de los tratamientos aplicados para el control de Botrytis en la fresa</i>	20
Tabla 7 <i>Pruebas de comparaciones múltiples de Duncan para determinar el mejor tratamiento control de la Botrytis en la fresa</i>	21
Tabla 8 <i>Porcentaje de incidencia con Botrytis en los diferentes tratamientos</i>	22
Tabla 9 <i>Porcentaje en categorías de grados Brix según la coloración de la fresa</i>	23

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1:</i> Demarcación de la parcela	13
<i>Figura 2:</i> Campo experimental	14
<i>Figura 3:</i> Aplicaciones utilizadas en campo	15
<i>Figura 4:</i> Aplicación de fungicidas	16
<i>Figura 5:</i> Frutos para la evaluación de contenido de azúcares	17
<i>Figura 6:</i> Porcentaje de incidencia de <i>Botrytis en la fresa</i>	22

I. INTRODUCCIÓN

Para el presente trabajo de investigación se tomó en cuenta trabajos relacionados al tema como el de Kleper (2017) investigó el *control de Botrytis cinerea Pers. En fresa (Fragaria x ananassa Duch.) cv. Aromas mediante fungicidas biológicos y químicos en Huaral*; donde concluye que los fungicidas químicos; Pirimetanil-SC (T4), Pirimetanil + Fluopyram-LT (T3), Fenhexamid-TE (T5) y el fungicida biológico Bacillus subtilis Cepa QST713-SE (T6) mostraron un control total de Botrytis cinerea en las pruebas de alimento envenenado usando como inóculo disco de micelio. No se encontraron diferencias estadísticas en el número de frutos de fresa en las categorías 1 y 2. En relación al número de frutos con presencia de Botrytis cinerea los tratamientos; Trifloxystrobin-FL (T2), Pirimetanil + Fluopyram-LT (T3), FenhexamidTE (T5), Pirimetanil-SC (T4) y Bacillus subtilis Cepa QST713-SE (T6) mostraron diferencias estadísticas frente al tratamiento Testigo.

Hidalgo (2016) investigó la *Evaluación de controladores Biológicos: Trichoderma harzianum y Bacillus subtilis, en el cultivo de fresa (Fragaria vesca L) variedad Albión, para el control de podredumbre gris (Botrytis cinerea) en el Centro experimental San Francisco, Cantón Huaca, Provincia del Carchi*; donde concluye que en todos los tratamientos se presentó la enfermedad (*Botrytis Cinerea*) a los 150 días de la fecha de trasplante, siendo el tratamiento T7 (Iprodione) el que demostró ser el más efectivo para disminuir la incidencia de daño de la enfermedad con 0,04%.

Alejandrez (2017) en su investigación en *Incidencia y Severidad de moho gris (Botrytis cinerea Pers.)*; donde concluye que Vitazyme, en las dosis recomendadas de 1 l ha⁻¹ y 1.5 l ha⁻¹ muestra aumentos significativos y muy marcados del porcentaje de grados Brix o sólido soluble, y, por tanto, dulzura del jugo del fruto y mayor firmeza o consistencia del fruto en Newtons, mientras que el fungicida Rovral, en ninguna dosis, tuvo efecto alguno en ningún parámetro de calidad.

Alegria (2015) investigó el *efecto de un bioestimulante en el rendimiento y calidad de fragaria vesca L. var aromas en Quirihuaac Laredo-La Libertad*; concluyendo que

la aplicación del bioestimulante Biozyme TF incremento la fresa de primera calidad, sin desmedro del peso medio del fruto y disminuyó el nivel de calidad tercera.

Merchán-Gaitán, Ferrucho, & Álvarez-Herrera (2014) investigaron el *Efecto de dos cepas de Trichoderma en el control de Botrytis cinerea y la calidad del fruto en fresa (Fragaria sp.)*, donde concluyen que, en las variables de calidad de los frutos de fresa, estos presentaron incrementos significativos en la masa y en el color, lo que aumenta la calidad de la fresa. Al aumentar el índice de severidad se afectó la calidad del fruto.

Taborda *et al.* (2014) estudiaron el *efecto fungistático de extractos y aceites esenciales de Lippia origanoides HBK y Thymus vulgaris L. como alternativas de manejo de Botrytis cinerea en fresa*; donde concluyeron que los aceites esenciales y extractos etanólicos de *Lippia origanoides* presentaron mayor inhibición del crecimiento micelial del hongo patógeno *Botrytis cinérea* en fresa, cuando se compara con los resultados obtenidos con estos mismos derivados a partir de *Thymus vulgaris*. Los resultados *in vitro* demostraron una proporcionalidad directa entre las concentraciones evaluadas y el porcentaje de control de B. cinérea en fresa, siendo la concentración de 500 mg/l la que presentó mayores porcentajes de inhibición.

Placencia-Tenorio *et al* (2012) estudiaron *Antagonismo in vitro de aislados bacterianos de fresa comercial y silvestre vs. Botrytis cinerea Y Rhizopus stolonifer*; donde concluyen que los nueve diferentes aislados bacterianos obtenidos tanto de tejidos de fresa comercial como silvestre exhibieron un alto porcentaje de actividad antagonica contra *Botrytis cinérea*, *Rhizopus stolonifer* o ambos en los ensayos *in vitro*, lo cual indica su potencial para ser usadas como biocontroladoras de dichos patógenos, no obstante hace falta realizar pruebas *in vivo* para confirmar dicha hipótesis.

Copello y Roche (2010) investigan la *Evaluación de 10 fungicidas en el control de Botrytis cinerea Pers.: Fr. en el cultivo de fresa (Fragaria virginiana Var.*

Diamante) a nivel de laboratorio; donde concluye que las dosis de 0,40 cc/l, 0,80 cc/l y 1,20 cc/l de Score 250 EC controlaron el 100% de *B. cinerea* en las fresas. ³/₄ Las dosis de 1,00 g/l y 2,00 de Rovral 500 SC, y dosis de 1,50 cc/l y 2,00 cc/l de Scala 40 SC mostraron 100% de mortalidad, y se posicionaron en segundo y tercer lugar en cuanto al control del hongo. ³/₄ Los mejores tratamientos frente al testigo no permitieron el desarrollo del hongo *B. cinerea*, mientras que los tratamientos de menor eficacia permitieron el crecimiento del hongo en porcentajes significativos.

Guédez *et al* (2009) investigaron *Efecto antagónico de Trichoderma harzianum sobre algunos hongos patógenos postcosecha de la fresa (Fragaria spp)*; donde concluye que el hongo *Trichoderma harzianum* demostró ser, en cultivos duales, excelente biocontrolador de hongos postcosecha en frutos de fresa a través del parasitismo como mecanismo de acción, por lo tanto, debe aplicarse antes de la cosecha para disminuir pérdidas durante el transporte y en los sitios de venta.

Chaves y Wang (2004) estudiaron *Combate del moho gris (Botrytis cinérea) de la fresa mediante Gliocladium roseum*. donde concluye que los fungicidas aplicados no afectan considerablemente al antagonista. Sin embargo, estas diferencias no son estadísticamente significativas. Por lo que *G. roseum* constituye una posible alternativa de manejo integrado del moho gris en fresa.

La producción de frutos puede ser afectado por diversos factores como los periodos de frio, poca humedad en la superficie y/o daños por la existencia de plagas. Tales afectaciones pueden darse en diferentes etapas de las plantas, una sola existencia de estos factores puede condicionar desfavorablemente la producción (Bolda & Dara, 2015).

Las pérdidas poscosecha se deben principalmente al ataque del hongo *Botrytis cinerea*, el cual genera daños en los frutos de fresa tales como: pérdida de firmeza, color y sabor, que conducen a una disminución en la vida útil. Por lo anterior, los frutos requieren de aplicaciones de fungicidas de síntesis química en precosecha y

poscosecha para prolongar su vida en anaquel. el moho gris es considerado como la enfermedad más importante de la fresa, el cual puede llegar a generar pérdidas de hasta el 50% de la producción. Este es capaz de afectar el 95% de los frutos después de 48 horas de cosechados (Merchán-Gaitán, Ferrucho, & Álvarez-Herrera, 2014).

Existen varios fungicidas recomendados para prevenir *B. cinerea*, entre los cuales están los bencimidazoles, dicarboximidias, anilino pirimidinas y carboxamidas. Sin embargo, la aplicación de estos productos tiene restricciones debido al periodo de carencia y la residualidad. En la actualidad, a nivel comercial se encuentra disponible para el control de *B. cinerea* un agente de control biológico que tiene como principio activo el hongo antagonista *T. harzianum*, además de este existen otros biocontroladores como *Gliocladium* spp., y también algunas bacterias como el *Bacillus subtilis* que pueden tener potencial de control de esta enfermedad en fresa (Merchán-Gaitán, Ferrucho, & Álvarez-Herrera, 2014).

El moho gris causado por *Botrytis cinerea* es una de las enfermedades más destructivas durante el desarrollo del cultivo de fresa y en poscosecha. Este patógeno ataca a frutales y hortalizas, además de malezas (Rebollar, 2011). *Botrytis cinerea* Pers. infecta más de 200 especies vegetales distintas. En el cultivo de fresa este patógeno ocasiona grandes pérdidas económicas cuyas estimaciones están alrededor del 30 % del total de la producción y entre 40 % a 50 % en condiciones de alta humedad. Incluso en poscosecha este patógeno es aún más agresivo, afectando al 95 % de los frutos 48 h después de cosechados (Cano, 2013).

La fresa es un fruto altamente perecedero y susceptible a daños mecánicos, pérdidas de agua y deterioro fisiológico y microbiológico causados por hongos como *Botrytis cinérea* (moho gris) que ocasionan la pudrición del fruto y consecuente pérdida de su valor económico (Cruz, et al, 2008).

Suelos profundos, con buen drenaje y arenosos arcilloso son los preferidos para la producción de fresa porque la preparación del campo es más fácil, la fumigación es más efectiva, es menos probable la acumulación de sales, el drenaje es mejor y el suelo es más adecuado para el riego frecuente y las actividades en el campo que la fresa requiere (Boldá & Dara, 2015).

El principal índice de cosecha utilizado por los agricultores es el color. El criterio varía según el mercado de destino: para fresco de exportación destaca la homogeneidad e intensidad del color anaranjado; para fresco mercado interno, el color es rojo en el 80% del fruto; para procesado se requiere un rojo intenso en el 100% del fruto y sin cáliz. Es poco frecuente que se utilice la acidez y los sólidos solubles totales para determinar el momento de cosecha, además son variables que no se modifican una vez cosechado el fruto (Morales, 2017).

Se justifica la presente investigación en el aspecto metodológicos debido a que la fresa es uno de los principales cultivos de mayores áreas en las regiones de Lima (Huaral, Chancay, Huaura.), Ica y La Libertad, es una necesidad primordial cuidar no solo el rendimiento sino la calidad del fruto a lo largo del proceso productivo para poder competir en el mercado, sin embargo, existe un hongo que ataca especialmente al cultivo en la etapa cercana a la cosecha lo que ocasiona que toda la inversión en tiempo y dinero se vea en riesgo debido a la presencia de la *Botrytis* que hace que los frutos se pudran, afectando la calidad final. Esto repercute grandemente en la economía del productor generando pérdidas de hasta 30% del total. En tal sentido este proyecto de investigación está orientado a evaluar el efecto de la aplicación de tres ingredientes activos para el control de *Botrytis cinerea* en la calidad final del fruto de fresa (*Fragaria ananassa*), para, de esta manera contribuir con mecanismo de control para esta enfermedad tan relevante en el valle, manteniendo así un producto que puede competir en el mercado nacional e internacional.

El problema que se plantea es ¿Cuál será el efecto de la aplicación de tres ingredientes activos para el control de *Botrytis cinerea* en la calidad de fruto de fresa (*Fragaria ananassa*)?

Un ingrediente activo es el componente de una formulación química responsable de la actividad biológica que se espera del producto (Sertox, 2009).

Límite máximo de residuos (LMR): es la concentración máxima de residuos de un plaguicida (expresada en mg/kg), cuyo uso la Comisión del Codex Alimentarius

recomienda se permita legalmente en la superficie o la parte interna de productos de alimentación para consumo humano y de piensos (MAG, 2017).

El moho gris en la fresa constituye una enfermedad que produce pérdidas importantes en poscosecha (aproximadamente de 20%), lo que afecta la economía de los productores, comercializadores y consumidores (Lopez et al, 2006). También se reportaron incidencias más altas de la enfermedad en condiciones poscosecha con respecto a las que se presentaron en condiciones de campo (Silvera-Perez, et al, 2010). Aparece en el campo antes de la cosecha, especialmente cuando la humedad es persistente en el cultivo, pero principalmente se desarrolla en fruta ya cosechada. Por lo general, no produce síntomas en las hojas, pero a menudo esporula en ellas poco tiempo después de que mueren por causas naturales o por otros factores: frío, pesticidas, u otras causas. La pudrición del fruto es favorecida por temperaturas moderadas (15-25 °C) y periodos largos de alta humedad relativa o por periodos largos de mojadura foliar en la etapa de floración (6-24 hrs MF) (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2017). Puede propagarse en las semillas infectadas con esclerocios y germina en climas húmedos a temperaturas entre los 18°C y 23°C, produciendo la infección (Infoagro, 2018), aunque puede crecer a bajas temperaturas de almacenamiento, este patógeno afecta a más de 235 especies de plantas como ornamentales, frutales, hortalizas, por mencionar algunas y puede atacar desde la semilla, bulbos, tallos, hojas, flores, raíces y frutos poscosecha.

Para el caso de moho gris, se recomienda un control integrado; un tratamiento en inmersión de transplantes con fungicidas autorizados y registrados en el cultivo, retrasan el acúmulo de inóculo. Poda y remoción de tejido seco ayuda en la supresión de la enfermedad hasta en un 50%. El exceso de nitrógeno durante el crecimiento del cultivo puede aumentar la incidencia entre 60% - 80%. El uso de fungicidas protectores y sistémicos con uso y registro en el cultivo aplicados durante la floración y fructificación son efectivos contra la enfermedad. Importante la alternancia entre grupos de fungicidas a fin de evitar resistencia por parte del hongo. Cosecha de solo los frutos firmes y almacenamiento a 0°C. Uso de controladores

biológicos con eficacia comprobada tales como cepas de *Trichoderma harzianum* y *Gliocladium roseum* (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2017).

El abonamiento integral tuvo efecto estadístico significativo sobre el rendimiento de fresa cv. Selva; demostrando que el uso racional y equilibrado de abonos químicos y orgánicos impacta de manera positiva en el cultivo; además permite inferir que la sustitución progresiva de fertilizantes químicos por abonos orgánicos en este cultivo ofrece buenas perspectivas. Los resultados determinan que el tratamiento con 50% de abonamiento químico y 50% de abonamiento orgánico logró el mayor rendimiento acumulado de frutos (17114,63 kg·ha⁻¹) siendo 13,25% frutos de categoría extra; 57,62% de primera; 25,18% de segunda; 2,06% de tercera y 1,90% de descarte (Mena, Sarmiento, & Camargo, 2017).

El manejo de la podredumbre gris se basa en el empleo de fungicidas químicos aplicados al fruto, por esta razón, el uso de organismos biocontroladores es una alternativa para el control de esta enfermedad ya que permite disminuir los residuos de pesticidas en el ambiente. Con respecto al control biológico, se ha encontrado que muchos hongos, levaduras y bacterias son efectivos para controlar las enfermedades causadas por *Botrytis* debido a las enzimas y los antibióticos que producen (Vagelas et al, 2009).

Olivera (2012) resaltó que los mercados de exportación exigen el uso restringido de plaguicidas y además un nivel de residuos que no afecten la salud humana. Por encima del LMR (Límite Máximo de Residuo), el producto no puede comercializarse. Así mismo se debe tener en cuenta el periodo de carencia (UAC), que es el periodo que debe transcurrir desde la aplicación del plaguicida hasta la recolección o aprovechamiento del cultivo. Se establece mediante la determinación de una curva de degradación en el país productor. Esto depende de la dosis y la forma de aplicación del producto, las condiciones climáticas, las características físico – químicas del ingrediente activo y del mismo cultivo. Los factores que influyen en

la presencia de residuos en los productos cosechados son la naturaleza del cultivo como hábito de crecimiento y órgano cosechado, la época de tratamiento: temprano, pre cosecha y post cosecha y también el procesamiento del producto cosechado. En el caso de la fresa por ser un producto que no sufre ninguna transformación después de la cosecha es muy importante el control de residuos de plaguicidas en el producto.

La densidad de plantación varía según la fecha de establecimiento y la variedad. La distancia entre las hileras es de 30 cm y la distancia sobre hilera es de 25 o 30 cm, alternadas (zig-zag) para permitir mejor desarrollo de raíces y a nivel aéreo mayor ventilación. Por lo tanto, el número de plantas por hectárea varía de 50.000 a 67.000 plantas en doble hilera (Morales, 2017).

Pudrición gris (*Botrytis cinerea*) se encuentra dentro de las enfermedades de importancia comercial. Se desarrolla favorablemente en condiciones de alta humedad relativa y temperaturas entre los 15 y 20 °C, la diseminación se realiza por medio de esporas, ayudándose del agua o el viento, afecta a las flores, botones florales, frutos verdes y maduros por lo que es importante su control desde el inicio con fungicidas preventivos como mancozeb y curativos como carbendazim, iprodione, pirimetanil, procimidone o tebuconazole (Olivera, 2012). Generalmente se forman pequeñas lesiones café bajo el cáliz tanto en la fruta verde como en la roja. Las lesiones crecen rápidamente y están cubiertas por un tapete aterciopelado de micelio y esporas del hongo, de color café-grisoso. Las áreas infectadas se pudren y se vuelven suaves, pero pueden volverse secas y correosas si la humedad es baja. Las esporas se dispersan por el viento o por el agua. El hongo puede permanecer en el suelo en material vegetativo infectado de fresas o material orgánico muerto de otras plantas. La enfermedad es prevalente en las zonas costeras debido a las condiciones climáticas húmedas y frescas (Bolda & Dara, 2015).

Morales (2017) recomienda Aplicaciones moderadas de nitrógeno, ya que el exceso del elemento promueve tejidos suculentos que facilitan el ingreso del hongo al interior de la planta. Uso de calcio foliar para aumentar la resistencia a los ataques del hongo. Eliminar tejido viejo, frutos enfermos y restos de plantas, ayuda a

disminuir las fuentes de inóculo del hongo. Control químico al momento de la floración, después de lluvias y temperaturas mayores a 15°C, rotando ingredientes activos para no generar resistencia y siempre que se encuentren registrados y autorizados para el cultivo. El control biológico es otra opción, con productos sobre la base de *Bacillus subtilis* o *Trichoderma*, pero se deben anticipar a la aparición de síntomas.

La planta de fresa taxonómicamente pertenece a la:

división Magnoliophyta,

la clase Magnoliopsida,

subclase Rosidae,

orden rosales,

la familia Rosaceae,

la subfamilia Rosoideae,

al género *Fragaria*.

Este cultivo cuenta con más de veinte especies (USDA (United States Department of Agriculture), 2016)

El cultivo de fresa, es susceptible al ataque de patógenos. Las infecciones fúngicas son las principales enfermedades que afectan al cultivo de fresa en el campo como en poscosecha. Algunas de ellas conocidas como: Antracnosis, causada por el hongo *Colletotrichum* spp. Manchas foliares, causada por *Mycosphaerella fragariae*; Pudrición de fruta, causada por el hongo *Gnomonia comari*; Oídio, causada por el hongo *Sphaerotheca macularis*; Marchitamiento, causado por el hongo *Fusarium oxysporum*; Pudrición de la corona, causada por *Phytophthora nicotianae* y la podredumbre gris, causada por el hongo *Botrytis cinerea* (Koike et al. 2016). Este último considerado como el principal patógeno infectando cualquier estado de la planta (Álvarez, 2012).

La fresa es un fruto que se cultiva en más de 20 países, siendo EE. UU el principal productor aportando 1 371 573 tn de la producción mundial. El Perú presentó una

producción correspondiente a 35 023 t en el 2014 (FAOSTAT, 2016). Se estima que alrededor del 20% de la cosecha mundial, es afectada por *B. cinerea* ocasionando una inversión de billones de euros anuales para su control (Genoscope, 2005).

El punto de madurez de la fresa para proceder a la recolección dependerá de las necesidades del mercado. Así, las fresas pueden ser recolectadas en $\frac{3}{4}$ de madurez o cuando ya haya alcanzado el grado de madurez completa cuando el mercado lo requiere para el consumo inmediato. Por otro lado, al iniciar con la cosecha se debe evitar el máximo manipuleo de los productos (frutos) y deben ser empaquetadas en cajas que sean adecuadas para conservarlas. La recolección es a mano y es uno de los procesos que más exige personal de trabajo en el cultivo, la recolección se tiene que ejecutar al inicio del día; el personal de cosecha debe emplear guantes, la manera adecuada de separar el producto (fruto) es agarrando el pedúnculo por debajo del cáliz y se realiza una corta rotación para separar el producto, solo se cosechan los productos maduros que poseen una madurez mercantil de 50 a 75% de tonalidad rojo o rosa, pues las frutas que aún no alcanzaron la madurez, son dejados para que puedan lograr la madurez. En países como Colombia, el requerimiento de madurez aceptado es de 35% de madurez (Flórez & Mora, 2010).

La calidad de la fresa cosechada mayormente es de primera el 79.3%, mientras que la segunda es 20.2%, quedando solo el 0.5% de tercera. El periodo de desarrollo de la fresa desde que se instala hasta la cosecha es de 82 días, siendo en el caso de la variedad California 80días, fluctuando entre 69 y 90 días, mientras que la Aromas requiere 90días y la Chandler 93 días, con un promedio de 2 pañas por semana, aunque la Aromas es de 3 pañas por semana. (pañá.- la cosecha de la misma planta de fresa en varias oportunidades, cada oportunidad es una paña) (Vergara, 2008).

Aún en los últimos años, se siguen presentando grandes pérdidas en postcosecha en todo el mundo, siendo difícil su cuantificación; se calcula que pueden alcanzar, dependiendo del país, hasta un 50% de la producción, jugando un papel muy importante los daños causados por microorganismos (Batta, 2004).

Ante esta problemática nos planteamos la siguiente hipótesis: Al menos una de los ingredientes activos utilizados favorecerá la calidad en los frutos de fresa (*Fragaria ananassa*), en el valle de Barranca.

Se consideró como objetivo general evaluar el efecto de tres ingredientes activos para el control de *Botrytis cinerea* en calidad de frutos de fresa (*Fragaria ananassa*)

Dentro de los objetivos específicos tenemos:

Determinar el efecto de los ingredientes activos en el control de *Botrytis cinerea*.

Identificar el nivel de incidencia de *Botrytis cinerea* en el cultivo de fresas.

Analizar el efecto de la aplicación de cada ingrediente activo en la calidad de fruto de fresa (*Fragaria ananassa*).

II. METODOLOGIA

El presente trabajo de investigación fue de tipo aplicada ya que se obtuvo los conocimientos técnicos para ayudar a solucionar el problema de la *Botrytis* y su influencia en la calidad de frutos en fresas. De tipo experimental ya que se manipuló las variables evaluando tres ingredientes activos a fin de determinar el efecto para el control de *Botrytis* en los frutos de fresas.

Para este experimento se utilizó plantas de fresa de la variedad *San Andreas*, los cuales fueron sometidos a un diseño experimental de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con cuatro tratamientos, y tres repeticiones. La tabla siguiente detalla los ingredientes activos a utilizar en los diferentes tratamientos.

Tabla 1

Ingredientes activos a utilizar

Tratamiento	Descripción	Dosis (en 200 l de agua)
T ₁	Cyprodinil fludioxonil (SUITOR)	+ 100 g
T ₂	Pyrimethanil (SCUADRA)	200 cc
T ₃	Iprodione (FORTE)	200 g
T ₀	Testigo	Sin aplicación

El área de cada tratamiento fue de 36 m² en donde se consideró una muestra de 10 plantas por tratamiento; llegando a tener un área total del área experimental de 576 m² (180 plantas).

El presente trabajo de investigación se realizó en el centro poblado Pampa Velarde, distrito de Supe, provincia de Barranca, ubicado en el departamento de Lima; a 10 m,s,n,m, entre las coordenadas geográficas 10°48'05" de latitud al Sur y 77°80'37" de longitud Oeste, con referencia a 5 min. De AJE PROCESS. Meteorológicamente, podemos mencionar que su temperatura oscila entre 20 a 28 °C, con una Humedad Relativa de 66 a 80%; el terreno del campo experimental de la zona en estudio posee 1,4% de materia orgánica, con tipo de suelo franco arcilloso con pH de 7,2; presentando una topografía plana, la duración de la etapa fenológica del cultivo fue de 6 meses. El agua para la irrigación de la parcela experimental fue proveniente del río Pativilca.

Para diferenciar los tratamientos en las parcelas, se requirió de 24 estacas de 1,5 m de altura y también plásticos de colores rojo, amarillo, azul y blanco para el testigo; se procedió a marcar cuatro estacas con cada color del plástico. Después de realizar el bloqueo del campo se colocó los carteles con el nombre de cada tratamiento.



Figura 1: Demarcación de la parcela

La preparación del terreno se efectuó el 10 de abril del 2019, se inicia con la aplicación de un riego pesado, una doble pasada de grada y posteriormente el surcado.

Tabla 2

Programación de la fertilización

Fertilización	Tiempo de aplicación	Componentes (kg)
Primera fertilización	15- 20 DDS	150 kg de nitrógeno
Segunda fertilización	60 - 70 DDS	300 kg de fosfato de amonio 100 kg de nitrato de amonio 150 kg de sulfato de amonio

Respecto al manejo de malezas; el control siempre fue cultural (raspa). Cabe mencionar que los riegos se efectuaron con una frecuencia de 4 días; dicha frecuencia sufría variación cuando se llegó a la programaba la cosecha.

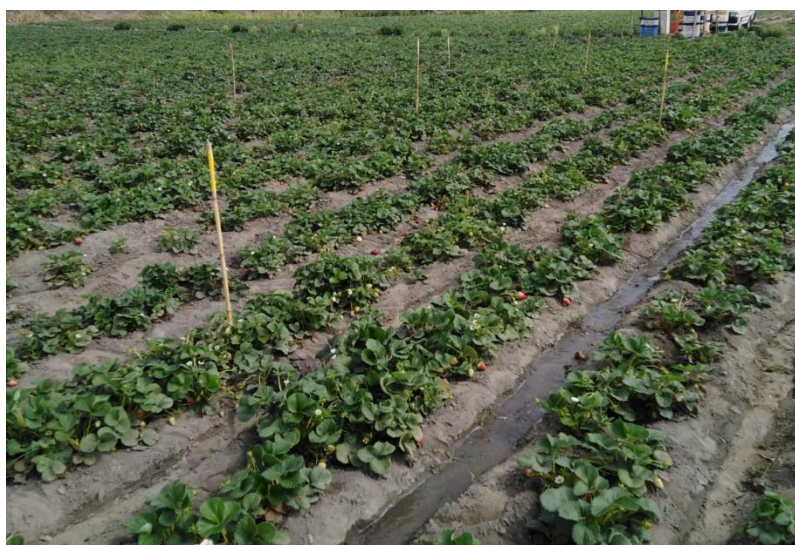


Figura 2: Campo experimental

En el manejo de plagas y enfermedades siempre se realizó el control químico, utilizando pesticidas permitidos para la agro exportación. Después de ubicar y seleccionar el área donde se instaló el proyecto, no se aplicó ningún tipo de fungicida para el control de Botrytis, y se llevó con normalidad el tratamiento fitosanitario del cultivo en lo que respecta a insecticidas, también se continuó con la aplicación de productos de nutrición foliar como aminoácidos, fósforo, potasio y microelementos.



Figura 3: Aplicaciones utilizadas en campo

Las evaluaciones realizadas en campo fueron con la finalidad de identificar la presencia del hongo; a la vez se evaluó el porcentaje de *Botrytis* presente. Para este procedimiento se utilizó una lista de cotejos.

Las evaluaciones se llevaron a cabo con el uso de una cartilla de evaluación y una lupa, donde se pudo identificar el grado de incidencia de “moho gris” *Botrytis cinerea* antes de la aplicación de fungicidas.



Figura 4: Aplicación de fungicidas

La aplicación de los fungicidas tuvo a cabo el día 14 de noviembre, el cual se realizó con la ayuda de una bomba a motor; por su seguridad, el personal encargado contaba con trajes de aplicación completo. Para el control de moho gris (*Botrytis cinerea*) se utilizó los siguientes fungicidas: Cyprodinil + Fludioxinil, Pyrimethanil, Iprodione. Los tres fungicidas fueron aplicados en sus dosis comerciales y en diferentes bloques comprendidos en el área experimental como Suitor: 10 g /20, Scudra: 20 ml / 20 l, Forte: 20 ml /20 l.

Tabla 3

Evaluaciones del proyecto

Evaluaciones	Fecha	Momento de aplicación
Primera	13/11	ADA

Segunda	17/11	03 DDA
Tercera	21/11	07 DDA
Cuarta	24/11	10 DDA

Finalmente, para determinar el efecto de la aplicación de cada ingrediente activo en la calidad de fruto de fresa (*Fragaria ananassa*). Se evaluó el contenido de azúcar (grados brix del fruto) con la ayuda de un refractómetro digital modelo SBROO80, con un rango de 0 a 80% de grados brix.

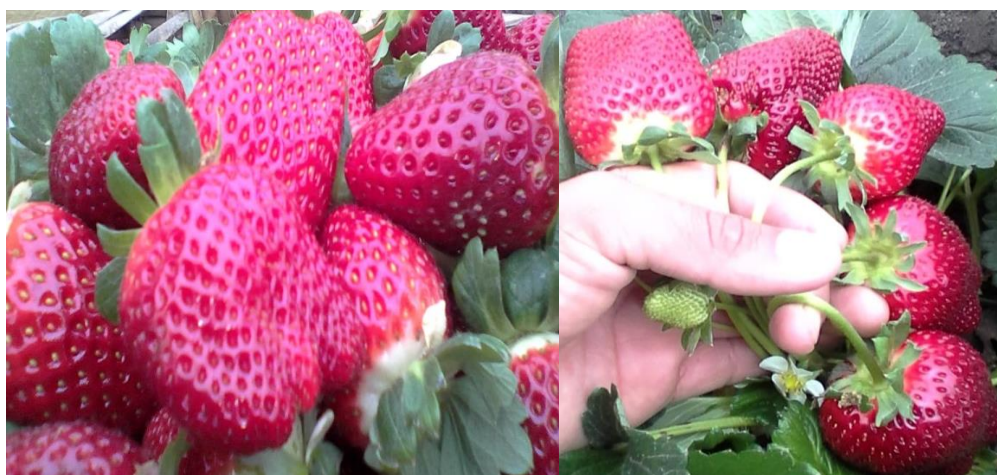


Figura 5: Frutos para la evaluación de contenido de azúcares

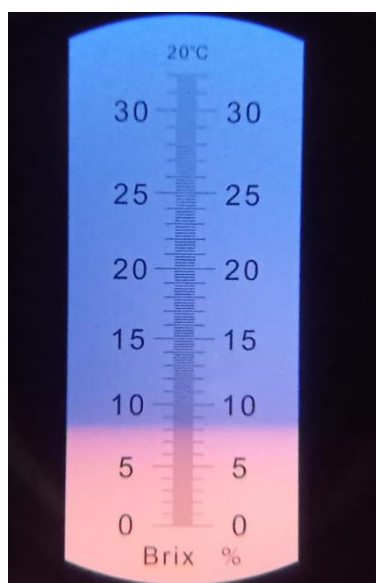


Figura 6: Lectura del refractómetro para contenido de azúcares

Se consideró como objetivo general evaluar el efecto de tres ingredientes activos para el control de *Botrytis cinerea* en calidad de frutos de fresa (*Fragaria ananassa*)

Identificar el nivel de incidencia de *Botrytis cinerea* en el cultivo de fresas.

Determinar el efecto de los ingredientes activos en el control de *Botrytis cinerea*.

Analizar el efecto de la aplicación de cada ingrediente activo en la calidad de fruto de fresa (*Fragaria ananassa*).

III. RESULTADOS

Para realizar las pruebas y determinar el efecto de Botrytis cinerea en el cultivo de fresa se procedió a realizar los supuestos como es la prueba de normalidad y homogeneidad.

Pruebas de normalidad

H₀: Los datos provienen de una población distribuida normalmente

H₁: Los datos no provienen de una población distribuida normalmente.

Tabla 4

Prueba de Shapiro-wilk para probar la normalidad de los datos

Shapiro-Wilk				
	Tratamiento	Estadístico	gl.	Sig.
Botrytis cinerea	T ₀	0,979	4	0,894
	T ₁	0,973	4	0,860
	T ₂	0,976	4	0,879
	T ₃	0.858	4	0,253

Fuente: campo experimental Barranca

Como el p-valor > 0.05 para todos los tratamientos se acepta la hipótesis nula, la cual nos indica que los datos provienen de una población que están distribuidas normalmente.

Prueba de homogeneidad de varianzas

H₀: Las varianzas de los grupos son homogéneos

H₁: Las varianzas de los grupos no son homogéneos.

Tabla 5

Prueba de Levene para determinar la homogeneidad de los datos

Estadístico de Levene	gl ₁	gl ₂	Sig.
	3	12	0,091

Fuente: campo experimental Barranca

Como el p-valor $0,091 > 0.05$ no podemos rechazar la hipótesis nula la cual nos indica que la varianza de los datos de grupos es homogénea. Con los resultados de los supuestos vemos que cumple con la prueba de normalidad, y la prueba de homogeneidad si se llegó a cumplir por la cual procedemos a trabajar con las pruebas paramétricas, para este caso consideramos la prueba de ANOVA.

H₀: No hay diferencias entre los tratamientos para el control de Botrytis en la fresa

H₁: Existen diferencias entre los tratamientos para el control de Botrytis en la fresa

Tabla 6

Prueba del Anova para la comparación de los tratamientos aplicados para el control de Botrytis en la fresa

	Suma de cuadrados	gl.	Media cuadrática	F	sig.
Entre grupos	0,407	3	0,136	3,627	0,045
Dentro de grupos	0,449	12	0,037		
Total	0,856	15			

Fuente: campo experimental Barranca

Como el p-valor $0,045 < 0.05$ se rechaza la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa **con lo cual podemos decir que existe diferencias significativas en al menos uno de los tratamientos en el control de la Botrytis en la fresa.**

Tabla 7

Pruebas de comparaciones múltiples de Duncan para determinar el mejor tratamiento control de la Botrytis en la fresa

Tratamiento	n	Subconjunto para alfa = 0,05	
		1	2
T ₃	4	1,47500	
T ₁	4	1,51875	
T ₂	4	1,74375	1,744375
T ₀	4		1,86250
Sig		0,085	0,402

Fuente: campo experimental barranca

Con este análisis se llega a determinar que los tratamientos T₂ y T₀ tienen estadísticamente el mismo efecto en la Botrytis cinerea del cultivo de fresa. Los tratamientos T₁, T₂ y T₃ tienen estadísticamente el mismo efecto en la Botrytis cinerea del cultivo de fresa.

Respecto al segundo objetivo específico que consiste en identificar el nivel de incidencia de *Botrytis cinerea* en el cultivo de fresas.

Tabla 8

Porcentaje de incidencia con Botrytis en los diferentes tratamientos

	Antes	3 Días	7 Días	10 Días
Tratamiento				
T ₀	5,76	5,69	6,00	6,46
T ₁	5,46	4,92	4,30	4,69
T ₂	6,71	5,43	4,69	4,99
T ₃	5,83	5,36	3,82	3,97

Fuente: campo experimental Barranca

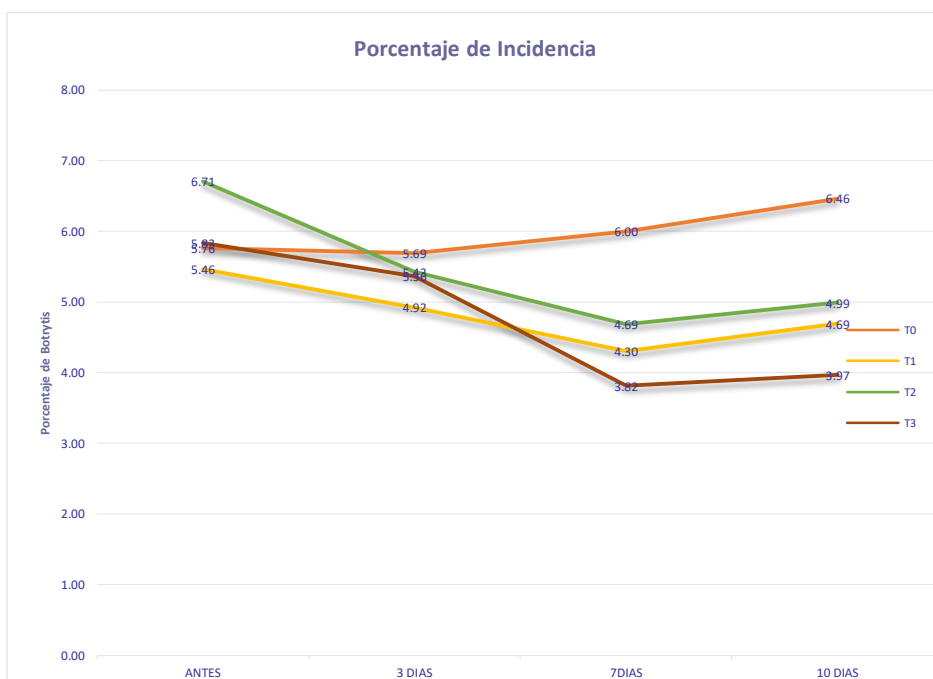


Figura 6: Porcentaje de incidencia de *Botrytis* en la fresa

De acuerdo a la figura podemos observar que con el tratamiento **T₃**, hasta el tiempo de 7 días el porcentaje de la incidencia de Botrytis en el fruto de fresa disminuyó, en el tiempo de 10 días volvió a incrementarse un pequeño porcentaje, este tratamiento es el que mejor combate la Botrytis comparados a los demás tratamientos

Para analizar el efecto de la aplicación de cada ingrediente activo en la calidad de fruto de fresa (*Fragaria ananassa*), se tiene lo siguiente:

Tabla 9

Porcentaje en categorías de grados Brix según la coloración de la fresa

		Grado Brix		
		[5,6 – 6,47>	[6,47 – 7,34>	[7,34 – 8,21>
	Coloración	Regular	Bueno	Excelente
	0	100	0	0
No cosechable	1	98,44	1,56	0
	2	25	75	0
Consumo fresco	3	3,12	96,88	0
	4	0	100	0
Agro industria	5	0	7,81	92,19
	6	0	0	100

Fuente: campo experimental Barranca

Como se puede apreciar en la tabla 6, de acuerdo en la **coloración 0** (tabla de colores en el anexo 2) de la fresa apreciamos un 100% en la categoría de grado brix regular. Según en la **coloración 1** de la fresa apreciamos un 98,44% en la categoría de grado brix regular y 1,56 de grado bueno. Según la **coloración 2** de la fresa apreciamos un

75% en la categoría de grado brix Bueno y un 25% en la categoría de regular. Según la **coloración 3** de la fresa apreciamos un 96,88% en la categoría de grado brix de bueno y un 3,12% de grado regular. Según la **coloración 4** de la fresa apreciamos un 100% en la categoría de grado brix bueno. Según la **coloración 5** de la fresa apreciamos un 92,19% en la categoría de grado brix excelente y un 7,81% de regular y Según la **coloración 6** de la fresa apreciamos un 100% en la categoría de grado brix Excelente

IV. ANALISIS Y DISCUSIÓN

Existe diferencias significativas en al menos uno de los tratamientos en el control de la Botrytis en la fresa los tratamientos T₂(Pyrimethanil) y T₀ tienen estadísticamente el mismo efecto en la Botrytis cinérea del cultivo de fresa. Los tratamientos T₁ (Cyprodinil + fludioxinil,) T₂(Pyrimethanil) y T₃(Iprodione) tienen estadísticamente el mismo efecto en la Botrytis cinérea del cultivo de fresa. Coincide con lo investigado por Alegria (2015), Merchán-Gaitán, Ferrucho, & Álvarez-Herrera (2014) y Copello y Roche (2010); del mismo modo coincide con lo investigado por Kleper (2017) quien utilizando Pirimetanil logró un control total de *Botrytis cinerea*.

Con el tratamiento T₃ (Iprodione) durante 7 días el porcentaje de la incidencia de Botrytis en el fruto de fresa disminuyo, este tratamiento es el que mejor combate la Botrytis comparados a los demás tratamientos el cual coincide con Chaves y Wang (2004), Placencia-Tenorio *et al* (2012) y Taborda *et al.* (2014), siendo la concentración de 500 mg/l la que presentó mayores porcentajes de inhibición.

Según la coloración 5 de la fresa apreciamos un 92,19% en la categoría de grado brix excelente y un 7,81% de regular y Según la coloración 6 de la fresa apreciamos un 100% en la categoría de grado brix Excelente. Esto coincide con lo obtenido por Alejandrez (2017) en su investigación en *Incidencia y Severidad de moho gris (Botrytis cinerea Pers.)*; donde concluye que Vitazyme, en las dosis recomendadas de 1 l ha⁻¹ y 1.5 l ha⁻¹ muestra aumentos significativos y muy marcados del porcentaje de grados Brix o sólido soluble, y, por tanto, dulzura del jugo del fruto y mayor firmeza o consistencia del fruto en Newtons. También podemos relacionar estos resultados con lo mencionado por Merchán-Gaitán, Ferrucho, & Álvarez-Herrera (2014) quien relaciona las pérdidas de post cosecha con el ataque del hongo *Botrytis cinerea*, el cual genera daños en los frutos de fresa tales como: pérdida de firmeza, color y sabor, que conducen a una disminución en la vida útil. Estos autores también recalcan la importancia de tener en cuenta las restricciones de uso por la

residualidad tan relevante para controlar la inocuidad del alimento. Este resultado no coincide con lo mencionado por Morales (2017) quien menciona que no es frecuente que se utilice la acidez y los sólidos solubles totales para determinar el momento de cosecha, además son variables que no se modifican una vez cosechado el fruto, por ser frutos no climatéricos.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Luego del análisis de los resultados, se concluye que:

Respecto al efecto de los ingredientes activos utilizados para el control *Botrytis cinerea*, existe diferencia significativa en al menos uno de los tratamientos utilizados; los tratamientos T₂(Pyrimethanil) y T₀ (testigo) presentaron estadísticamente el mismo efecto en el control de *Botrytis cinerea* en el cultivo de fresa.

Respecto a la comparación con los tratamientos T₁ (Cyprodinil + fludioxinil), T₂(Pyrimethanil) y T₃(Iprodione) no presentan diferencia estadística entre ellos; produciendo el mismo efecto en el control de *Botrytis cinerea* del cultivo de fresa.

Referente al nivel de incidencia de *Botrytis cinerea* en el cultivo de fresas, se concluye que el tratamiento T₃(Iprodione), disminuyó el porcentaje de incidencia de *Botrytis cinerea* por un espacio de 7 días, por lo que se puede concluir que el tratamiento con Iprodione es el más efectivo para combatir la *Botrytis cinerea* en el cultivo de fresa.

En la evaluación del efecto de la aplicación de cada ingrediente activo en la calidad de fruto de fresa (*Fragaria ananassa*), se concluye que de según la coloración 2 de la fresa apreciamos un 75% en la categoría de grado brix Bueno; según la coloración 3 de la fresa apreciamos un 96,88% en la categoría de grado brix de bueno ;según la coloración 4 de la fresa apreciamos un 100% en la categoría de grado brix buen, 92,19% en la coloración 5 presenta el grado brix excelente y 100% de la coloración 6 de la fresa apreciamos grado brix Excelente. Con lo que se concluye que la aplicación de ingredientes activos favorece la concentración de solidos solubles (dulzor) en los frutos cosechados.

Se recomienda:

Realizar ensayos para el control de *Botrytis cinerea* empleando como tratamientos diversas estrategias de aplicación; incluyendo fungicidas biológicos y químicos, siendo estos últimos aceptados para el mercado de exportación.

Realizar experimentos para el control de *Botrytis cinerea* con otras variedades y en otros lugares importantes de siembra para este cultivo que presenten fuerte ataque de este patógeno.

VI. AGRADECIMIENTO Y DEDICATORIA

A Dios por su infinita bondad y sabiduría para hacer de mí, una persona de bien.

A mis padres Egidio y Valeriana; mis hermanos Julio, Blanca, Ruth e Ivan; y mi novia Helenn; por su incondicional apoyo.

A mis amigos Juver y Verónica; por la confianza brindada hacia mí persona pues en su campo se realizó la presente investigación.

A mis asesores, docentes y compañeros de la universidad San Pedro por sus enseñanzas compartidas.

Dedico este trabajo a Dios, a mi familia; en especial a mi primogénita Vania Solís Padilla, ya que es el motivo e inspiración que encamina mis metas y propósito en la vida.

Eder.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alegria, M. (2015). *Efecto de un bioestimulante en el rendimiento y calidad de fragaria vesca L. var aromas en Quirihuac Laredo-La Libertad*. Trujillo: UNT.
- Álvarez, T. (2012). *Biocontrol de Botrytis cinerea a partir de extractos fenólicos de Fresa*. tesis, Centro interdisciplinario de investigación para el desarrollo Integral Regional , Michoacán.
- Batta, Y. (2004). Postharvest biological control of apple gray mold By *Trichoderma harzianum* Rifai formulated in an invert emulsion. *Crop Protection*, 19-26.
- Bolda, M., & Dara, S. (2015). *Manual de producción de fresa. Para los agricultores de la zona central. 2da edición*. Obtenido de <http://cesantabarbara.ucanr.edu/files/228580.pdf>
- Cano, A. (2013). Estrategias biológicas para el manejo de enfermedades en el cultivo de fresa (*Fragaria* spp) (en línea). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. Vol. 7, 7(2), 263-276. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v7n2/v7n2a11.pdf>
- Capelo, G., & Roche, J. (2010). *Evaluación de 10 fungicidas en el control de Botrytis cinerea Pers.: Fr. En el cultivo de fresa (Fragaria virginiana Var. Diamante) a nivel de laboratorio*. Universidad de Cuenca. Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3035/1/tag281.pdf>
- Chavez, N., & Wang, A. (2004). mediante *Gliocladium roseum*. *Agronomia costarricense*, 73-85.
- Chiqui, F., & Lema, M. (2010). *Evaluación del rendimiento en el cultivo de fresa (Fragaria sp) variedad osos grande, bajo invernadero mediante dos tipos de fertilización (orgánica y química) en la parroquia Octavio Cordero Palacios, Cantón Cuenca*. Cuenca: Universidad de Cuenca.

- Cruz, L., Jackens, L., Siro, I., Devlieghere, F., & Debevere, J. (2008). Envasado de Fresas en alta concentración de oxígeno con atmósfera modificada en equilibrio. *Ciencia y Tecnología de los alimentos*, 24-29.
- FAOSTAT. (2016). *Datos de la producción mundial de Fresa: 1965 al 2012*. Obtenido de <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx>
- Flórez, R., & Mora, R. (2010). *Fresa (F. vesca) por ananassa Dutch. Producción y Manejo postcosecha. Corredor Tecnológico Industrial*. Bogotá.
- Genoscope. (2005). *Sequencing projects of Botrytis cinerea. Estimated losses for vineyards in France amount to 15-40% of the harvest, depending on climatic conditions*. Obtenido de <http://genoscope.cns.fr>.
- Guedéz, C., Cañizález, L., Castillo, C., & Olivar, R. (2009). Efecto antagónico de *Trichoderma harzianum* sobre algunos hongos patógenos postcosecha de la fresa (*Fragaria* spp). *Revista de la Sociedad venezolana de microbiología*, 34-38.
- Infoagro. (13 de junio de 2018). *Infoagro.com*. Obtenido de <http://www.infoagro.com/abonos/botrytis2.htm>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2017). *Manual de buenas prácticas agrícolas y de producción para el cultivo de fresas*. San José de Costa Rica: Masterlito.
- Kleper, A. (2017). *Control de Botrytis cinerea Pers. En fresa (Fragaria x ananassa Duch.) cv. Aromas mediante fungicidas biológicos y - químicos en Huaral*. Tesis, Universidad Agraria La Molina, Huaral. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3018/H20-L44-T.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Lopez, A., Vélez, M., Sánchez, M., Bonilla, C., & Gallo, P. (2006). Evaluación de extractos vegetales para manejo de hongos patógenos en banano y fresa almacenados. *Acta Agronómica*, 39-44.
- MAG. (2017). *Manual de Buenas Prácticas Agrícolas y de Producción para el Cultivo de la Fresa. San José de Costa Rica*. Obtenido de <http://repositorio.iica.int/bitstream/11324/2932/1/BVE17058869e.pdf>.
- Mena, L., Sarmiento, G., & Camargo, P. (2017). Impacto del abonamiento integral en el rendimiento y calidad de fresa (*Fragaria x ananassa Duch.*) cv. Selva bajo sistema de riego por goteo y cobertura plástica. *Scientia agropecuaria*, 357-366.

- Merchán-Gaitán, J., Ferrucho, R., & Álvarez-Herrera, J. (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.
- MINAGRI. (2016). *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola y Ganadera*. Obtenido de http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/anuario_produccion_agricola_ganadera2015.pdf.
- Morales, C. (2017). *Manual de manejo agronómico de la frutilla*. INIA N° 17. Chile. Obtenido de <http://www.inia.cl/wpcontent/uploads/ManualesdeProduccion/17%20Manual%20Frutilla.pdf>.
- Olivera, J. (2012). *Cultivo de fresas (Fragaria x ananassa Duch.)*. MINAG, INIA. Obtenido de file:///C:/Users/AGRONOMIA/Downloads/Olivera-Cultivo_de_Fresa.pdf.
- Placencia-Tenorio, R., Oldale-Portugal, V., Mena-Violante, H., Ceja-Torres, L., Venegas-Gonzales, J., Oyoque-Salcedo, G., & Angoa-Perez, M. (2012). Antagonismo in vitro de aislados bacterianos de fresa comercial y silvestre vs. *Botrytis cinerea* Y *Rhizopus stolonifer*. *Ra Ximha*.
- Rebollar, A. (2011). *Manejo del Mildiu y el Moho Gris de la zarzamora en Michoacán*. Michoacán. Obtenido de <http://www.guiberries.org/images/Documentos%20interes/folletozarzamora.pdf>
- Sertox. (2009). *Glosario de términos relacionados con la gestión de plaguicidas para el control de plagas de interés sanitario*. Obtenido de <https://www.sertox.com.ar/modules.php?name=Encyclopedia&op=content&id=396>.
- Silvera-Perez, A., Valdebenito-Sanhueza, R., Duarte, V., Santos, H., & Felippeto, J. (2010). Controle biológico de *Botrytis cinerea* em morangueiros cultivados em estufa. *Tropical plant pathology*, 163-169.
- Taborda, L., Sanchez, M., Bonilla, C., & Huertas, C. (2014). Efecto fungistático de extractos y aceites esenciales de *Lippia organoides* HBK y *Thymus vulgaris* L. como alternativa de manejo de *Botrytis cinerea* en fresa. *SciELO*, 93-99.
- Universidad Agraria La Molina. (2005). Obtenido de [http://www.lamolina.edu.pe/siglo21/marzo/fresa%20\(fragaria%20vesca\)3.pdf](http://www.lamolina.edu.pe/siglo21/marzo/fresa%20(fragaria%20vesca)3.pdf)

- USDA (United States Department of Agriculture). (2016). *Classification for Kingdom Plantae Down to Genus Fragaria*. Obtenido de <http://plants.usda.gov/core/profile?symbol=FRAGA>
- Vagelas, I., Papachatzis, A., Kalorizou, H., & Wogiatzi, E. (2009). Biological control of botrytis fruit rot (gray mold) on strawberry and red pepper fruit by olive oil mill wastewater. *Biotechnology and Biotechnological Equipment*, 23(4), 1489-1491.
- Vergara, S. (2008). *Estudio de la fresa en la Libertad*. La Libertad. Obtenido de http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/LA%20FRESA%20EN%20LA%20LIBERTAD_2008.pdf

ANEXO 01: Límites residuales permitidos

Principio activo	Nombre comercial	Dosis fabricante	Control	U.A.C. (días)	USA (ppm)	Europa (ppm)	Japón (ppm)
Abamectina	Vertimec, Abasac, Abamex, Bamectin, Spider, Dktina	0,5 a 1,0 l/ha	Araña roja, ácaro de la fresa	3	0,02	0,1	0,02
Azoxistrobim	Amistar	0,08 kg/ha	Óidio, botrytis, mancha foliar	3	10	2	10
Benomil, Carbendazim	Benomex, Farmate, Fordazim, Botrizim	0,4 kg/ha	Botrytis, óidio, pudrición radicular	7	5	0,1	3
Captan	Kaptan, Botran	1,0 kg/ha	Botrytis, alternaria	7	20	3	20
Carbaryl	Sevin 5%, Sevin 1 0%, Sevin PM	1,5 - 2,5 kg/ha	Agrotis, felia	5	4	0,05	7
Clorpirifos	Tifon, Troya, Dorsan, Lorsban, Vexter, Pointer, Clorfos, Lorpifos	1 - 1,5 l/ha	Gusano de tierra, trips	7	0,2	0,2	0,2
Diazinon	Diamon, Gusadrin, Granolate plus	0,5-1,0 kg/ha	Gusanos de tierra, trips, gorgojos	14	0,5	0,01	0,1
Dicofol Endosulfan	Kelthane Star 3 Thiodan, Thionex,	2 - 3 l/ha 0,8 - 1,0 l/ha	Ácaros, Trips, gusanos, chinche	2 15	10 2	0,02 0,05	3 0,5
Folpet	Folpan, Folpyrex	1-2 kg/ha	Alternaria, mancha foliar	7	5	3	20
Fosetyl Aluminio	Defense, Alette	1 - 2 kg/ha	Phytophthora sp.	3	75	75	75
Imidacloprid	DK pril, Confidor, Lancer, Zuxion	0,3 l/ha	Trips, chinches	3	0,5	0,1	0,5
Iprodione	Rovral, Novak	1 - 1,5 kg/ha	Botrytis, alternaria	5	15	15	20
Mancozeb	Dithane, Mancozil, Agrozeb	1,5 - 2 kg/ha	Mildiu, mancha foliar	7	7	10	5
Malathion	Extrathion, Granothion, Malathion, Starkil	1 - 1,2 kg/ha	Gusano, trips, chinche	7	8	1	0,5
Metalaxil	Fitoklin, Ridomil	2 kg/ha	Pudrición radicular	10	10	0,5	7
Methomil	Dethomil, Lannate, Supermill, Westmyl, Kuromil, Methomex	0,4 kg/ha	Trips, gusano de tierra, comedores de hoja	5 a 10	2	0,05	1
Propineb, Metiram	Antracol, Polyram	1,0-2,0 kg/ha	Manchas foliares	7	7	10	5
Pirimetanil	Scala	0,4 l/ha	Botrytis, mancha foliar	7	3	5	10
Spinosad	Tracer	0,2 - 0,3 l/ha	Polillas, chinches	3	1	0,3	1
Spiromesifen	Oberon	0,4 l/ha	Araña roja, ácaro de la fresa	3	2	1	2
Tiofanate metil	Cercobim	0,4 kg/ha	Rhizoctonia, botrytis, óidio	7	7	0,1	3

Figura 01: L.M.R. y U.A. C. de plaguicidas permitidos para fresa de exportación al 2011

Fuente: Olivera, 2012.

ANEXO 02: PROCEDIMIENTO PARA COSECHA Y POSTCOSECHA

MAG (2017) plantea el Procedimiento para la cosecha y postcosecha considerando lo siguiente:

- a. Se recomienda cosechar las fresas en horas de la mañana, una vez el rocío se haya secado, para evitar la fermentación de la fruta durante el almacenamiento. No se cosechan frutos húmedos ni en tiempo lluvioso cuando se realiza en campo abierto.
- b. La fresa es muy sensible a la manipulación; se debe cosechar con su cáliz, desprendiéndolo del pedúnculo, tomándolo con el dedo pulgar y los dos primeros dedos, y cortándolo con un giro de muñeca hacia abajo o hacia arriba.
- c. Utilizar recipientes de fondo liso (capacidad máxima de 1 kg) para no sobrecargar los frutos y evitar la compactación o aplastamiento. De ser posible, usar de una vez el mismo empaque en el cual se distribuirá y comercializará.
- d. Los recipientes de cosecha deben ser exclusivos para la fresa y no estar en contacto directo con el piso. Siempre coloca un recipiente de base u otro medio aislante.
- e. Separar los frutos que no cumplan con las especificaciones de calidad durante la cosecha y no dejarlos en el área de cultivo.
- f. No golpear las frutas ni lanzarlas bruscamente al recipiente de cosecha.
- g. Cosechar los frutos con el mismo grado de maduración, firmes, pintones, libres de daños por hongos o por frío, de color rojo en el 70 % de su superficie y con pedúnculo; no se recomienda coleccionar frutos completamente maduros.
- h. Los frutos con daño por plagas o enfermedades se recolectan en recipientes separados para evitar la contaminación de los frutos sanos. Estos deben ser tratados y eliminados en una fosa de desecho.

- i. Las fresas cosechadas no deben quedar expuestas al sol, sino que se trasladan a un lugar bajo sombra o ambiente bajo techo hasta su transporte. Los productos cosechados se retiran cuanto antes del campo

Higiene de los equipos y de los materiales que se utilizan en la cosecha





- a. Todos los equipos y materiales utilizados en la cosecha (recipientes plásticos, tarimas, etc.) deben mantenerse en buen estado y limpios para impedir la contaminación de la fresa. Es necesario lavarlos con agua potable, no se utiliza agua de acequias ni de canales de riego.
- b. Los recipientes deben almacenarse en lugares limpios bajo techo, sobre tarimas, evitando el contacto con el suelo y con protección contra animales (domésticos y silvestres).
- c. No se deben utilizar recipientes o materiales de cosecha en mal estado porque pueden dañar al producto cosechado, lo que causa pérdidas y contaminación.
- d. Los recipientes utilizados en la cosecha son de uso exclusivo para esta labor, no se usarán para contener fertilizantes o plaguicidas, lubricantes, aceites, desinfectantes, herramientas, bolsas, entre otros. Si se emplean recipientes similares a los de cosecha para otros usos, deberían ser de otro color o estar marcados para evitar confusión.


Calidad del fruto	Descripción
Visible	Color según mercado de destino, de aspecto brillante, tamaño de fruta acorde a la variedad y forma cónica, peso entre 20 y 50 g, con firmeza adecuada y sin problemas de deshidratación.
Calidad organoléptica	Contenido adecuado de azúcares (9° a 13°Brix) y ácidos que determinan el sabor característico de la especie (160 mg/100g) y compuestos volátiles responsables del aroma de la fruta, sin presencia de olores extraños.
Calidad nutritiva	Alto contenido en fibra, contiene betacaroteno, precursor de la vitamina A, alto en vitamina C, capacidad antioxidante dada por la presencia de ácido ascórbico (orgánico y antioxidante), ácido elágico (polifenol). Bajo aporte de calorías.

Fuente: Morales, 2017

Tabla 01:

Etapas de madurez en la fruta

Punto de madurez	Características	Observaciones
Verde o blanca	<ul style="list-style-type: none"> • Fruta a menudo se rompe cuando se separa de la planta • Fruta tiene un sabor agrio no agradable • Fruta nunca se pone roja • Fruta no debería ser pizcada 	 <p>Verde o Blanca</p>
Algo rojo; algo verde o blanca	<p>Madurez mínima a la cual se puede vender para exportación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Posiblemente con la punta blanca 	 <p>Algo Roja; algo Verde o Blanca</p>
Principalmente roja; un poco de blanco en la parte superior	<p>Madurez óptima para el mercado fresco y congelador</p> <ul style="list-style-type: none"> • La fruta puede ser separada fácilmente de la planta • La fruta es firme • La fruta tiene un sabor agradable y mantiene su calidad por varios días 	 <p>Principalmente Roja; un poco de Blanco en la parte superior</p>
Completamente roja	<p>Madurez máxima que se puede vender en el mercado fresco</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rojo brillante y muy dulce • Puede ser óptima para el mercado directo si se transporta rápidamente • La fruta puede ser más pesada para un mejor peso de caja para el mercado congelador 	 <p>Completamente Roja</p>

<p>Rojo oscuro</p>	<p>Madurez máxima que se puede vender en el mercado congelador</p> <ul style="list-style-type: none"> • La fruta se ha madurado a una etapa “demasiado madura” por lo tanto es más blanda • El único mercado que resta para este nivel de madurez es el de jaleas, jugo, helado, etc. • La fruta en esta etapa debe desecharse si es muy oscura, blanda, deformada o si tiene cualquier podredumbre o partes blandas. 	 <p>Rojo Oscuro</p>
--------------------	--	--

Fuente: Bolda y Dara, 2015



Figura 1: *Tabla de color para fresas.*

Anexo 3: Diseño del area experimental

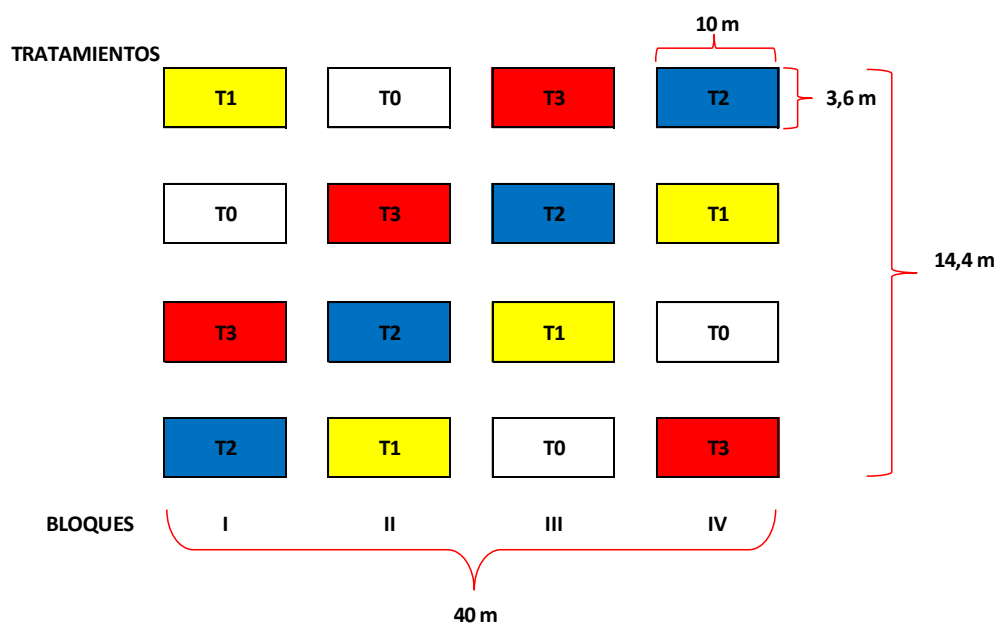


Figura 2: Diseño del área experimental

Tabla 02:*Operacionalización de las variables*

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
V. I: Ingredient e activo	son compuestos similares a las hormonas naturales de las plantas que regulan el crecimiento y desarrollo; ofrece un potencial significativo para mejorar la producción o calidad de la cosecha de los cultivos (Doug, 2015).	Control de <i>Botrytis cinerea</i> Incidencia de <i>Botrytis cinerea</i>	Presencia de <i>Botrytis cinérea</i> Porcentaje de incidencia de <i>Botrytis cinérea</i>	Razón Razón
V.D Calidad	La calidad es entendida como el grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos. Valls (2007)	Calidad en Solidos solubles	Grados brix.	Razón