

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**“DOSIS Y MOMENTOS DE APLICACIÓN DEL FUNGICIDA
PYRIMETANIL Y SU EFECTO EN EL CONTROL DE *Botrytis*
cinérea EN FRESA, BARRANCA”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

PERCY MARTÍN VILCA TORRES

HUACHO-PERÚ

2021

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**“DOSIS Y MOMENTOS DE APLICACIÓN DEL FUNGICIDA
PYRIMETANIL Y SU EFECTO EN EL CONTROL DE *Botrytis*
cinérea EN FRESA, BARRANCA”**

Sustentado y aprobado ante el Jurado evaluador

Dr. Luis Olivas, Dionicio Belisario

Presidente

Mg. Sc. Quispe Ojeda, Teodosio Celso

Secretario

Dr. Sánchez Calle, Marco Tulio

Vocal

Dra. Utia Pineda, María del Rosario

Asesor

HUACHO-PERÚ

2021

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a todos mis seres queridos por apoyarme en el desarrollo de mi carrera.

Vilca Torres, Percy Martín

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis profesores por la enseñanza
llevada y a mi familia

Vilca Torres, Percy Martín

ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1 Descripción de la realidad problemática	2
1.2 Formulación del problema	2
1.2.1 Problema general	2
1.2.2 Problemas específicos	2
1.3 Objetivos de la investigación	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específicos	3
1.4 Justificación de la investigación	3
1.5 Delimitaciones del estudio	4
1.5.1 Delimitación espacial	4
1.5.2 Delimitación temporal	4
1.5.3 Delimitación social	4
1.6 Viabilidad del estudio	4
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	5
2.1 Antecedentes de la investigación	5
2.2 Bases teóricas	6
2.2.1. Origen de la fresa	6
2.2.2 Aspectos botánicos	7
2.2.3 Periodo vegetativo	8
2.2.4 Características climáticas	9
2.2.5 Características Edáficas	9
2.2.6 Moho gris (<i>Botrytis cinerea</i>)	10
2.2.6.1 Características morfológicas y ciclo de vida	10
2.2.6.2 Síntomas y signos	11
2.2.6.3 Ciclo de la Enfermedad	12
2.2.6.4 Formas de sobrevivencia del hongo	13
2.2.7 Manejo del control de <i>Botrytis cinerea</i>	14
2.2.7.1 Control Químico	14
2.2.8 Fungicida Pyrimetanil-SC (Scala)	15

2.2.8.1 Modo de acción	15
2.2.8.2 Características del Pyrimetaniil-SC	15
2.2 Definiciones conceptuales	19
2.4 Formulación de hipótesis	20
2.4.1. Hipótesis general	20
2.4.2. Hipótesis específico	20
CAPITULO III. METODOLOGÍA	21
3.1 Diseño metodológico	21
3.1.1 Ubicación	21
3.1.3 Diseño experimental	21
3.1.4 Tratamientos	22
3.1.5 Características del área experimental	23
3.1.6 Variables a estudiar	25
3.1.7 Conducción del experimento	26
3.2 Población y muestra	27
3.2.1 Población	27
3.2.2 Muestra	27
3.3 Técnicas de recolección de datos	27
3.4 Técnicas para el procesamiento de la información	27
CAPITULO IV. RESULTADOS	28
4.1 Índice de severidad de <i>Botrytis cinérea</i> en fresa cv. San Andreas	28
4.2 Incidencia de <i>Botrytis cinérea</i> en fresa cv. San Andreas	30
4.3 Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) en dosis y momento de aplicación de Pyrimetaniil-SC para el control de <i>B. cinérea</i> en fresa	32
4.4 Eficiencia de Pyrimetaniil-SC sobre el control de <i>B. cinérea</i> en fresa cv. San Andreas	34
4.5 Rendimiento de fresa	36
CAPITULO V. DISCUSIONES	38
5.1 Índice de severidad de <i>Botrytis cinérea</i> en fresa cv. San Andreas	38
5.2 Incidencia de <i>Botrytis cinérea</i> en el cultivo de fresa cv. San Andreas	38
5.3 ABCPE en dosis y momento de aplicación de Pyrimetaniil-SC para el control de <i>B. cinérea</i> en fresa.	39
5.4 Eficiencia de Pyrimetaniil-SC sobre el control de <i>B. cinérea</i> en fresa cv. San Andreas	39
5.5 Rendimiento de fresa	40
CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
REFERENCIAS	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis de varianza	22
Tabla 2. Tratamientos	22
Tabla 3. Análisis de varianza para el índice de severidad de <i>B. cinérea</i> en fresa cv. San Andreas	28
Tabla 4. Dosis de Pyrimetanil-SC para el índice de severidad de <i>B. cinérea</i> en fresa cv. San Andreas	28
Tabla 5. Momento de aplicación de Pyrimetanil-SC para el índice de severidad de <i>B. cinérea</i> en el cultivo de fresa cv. San Andreas	29
Tabla 6. Análisis de varianza para la incidencia de <i>Botrytis cinérea</i> en fresa cv. San Andreas	30
Tabla 7. Dosis de Pyrimetanil-SC para la incidencia de <i>Botrytis cinérea</i> en fresa cv. San Andreas	30
Tabla 8. Momento de aplicación de Pyrimetanil-SC para la incidencia de <i>B. cinérea</i> en fresa cv. San Andreas	31
Tabla 9. Análisis de varianza para el ABCPE en el control de <i>B. cinérea</i> en fresa cv. San Andreas	32
Tabla 10. Dosis de Pyrimetanil-SC para el ABCPE sobre el control de <i>B. cinérea</i> en fresa cv. San Andreas	32
Tabla 11. Momento de aplicación para el ABCPE sobre el control de <i>B. cinérea</i> en fresa cv. San Andreas	33
Tabla 12. Análisis de varianza para la eficiencia de Pyrimetanil-SC sobre el control de <i>B. cinérea</i> en fresa cv. San Andreas	34
Tabla 13. Dosis de Pyrimetanil-SC para la eficiencia de Pyrimetanil-SC sobre el control de <i>B. cinérea</i> en fresa cv. San Andreas	34
Tabla 14. Momento de aplicación para la eficiencia de Pyrimetanil-SC sobre el control de <i>B. cinérea</i> en fresa cv. San Andreas	35
Tabla 15. Análisis de varianza para el rendimiento de fresa cv. San Andreas	35
Tabla 16. Dosis de Pyrimetanil-SC para el rendimiento de fresa cv. San Andreas	36
Tabla 17. Momento de aplicación para el rendimiento de fresa cv. San Andreas	37
Tabla 18. Datos de severidad	49
Tabla 19. Datos de incidencia	49

Tabla 20. Datos de ABCPE	50
Tabla 21. Datos de porcentaje de eficiencia de control	50
Tabla 22. Datos de Rendimiento de fresa	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo completo de la fresa. Fuente: AGRIPAC (2010) citado por Amézquita (2018).	9
Figura 2. Distribución de los tratamientos en el campo experimental.	24
Figura 3. Comparación de dosis y momento de aplicación de Pyrimetaniil-SC para el índice de severidad de Botrytis cinérea en fresa cv. San Andreas.	29
Figura 4. Comparación de dosis y momento de aplicación de Pyrimetaniil-SC para la incidencia de <i>Botrytis cinérea</i> en fresa cv. San Andreas.	31
Figura 5. Comparación de dosis y momento de aplicación de Pyrimetaniil-SC para ABCPE de Botrytis cinérea en fresa cv. San Andreas.	33
Figura 6. Comparación de dosis y momento de aplicación de Pyrimetaniil-SC para la eficiencia de Pyrimetaniil-SC sobre el control de <i>B. cinérea</i> en fresa cv. San Andreas.	35
Figura 7. Comparación de dosis y momento de aplicación de Pyrimetaniil-SC para el rendimiento de fresa cv. San Andreas.	37

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la dosis y los momentos de aplicación del fungicida Pyrimetani-SC para controlar *Botrytis cinérea* en fresa cv. San Andreas en condiciones Barranca.

Métodos: Se realizó en la zona de Chaquila, ubicada en la provincia de Barranca, durante los meses de abril a diciembre 2018. Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar y la Prueba de Tukey al 5%. Los tratamientos fueron Dosis de 400ml/ha de Pyrimetani-SC al 5% y 10% de severidad y Dosis de 600ml/ha de Pyrimetani-SC al 5% y 10% de severidad, haciendo un total de 4 tratamientos. Las variables fueron índices de severidad e incidencia, ABCPE y el rendimiento de fresa.

Resultados: La dosis y los momentos de aplicación del fungicida Pyrimetani-SC fueron estadísticamente significativos en todas las variables en estudio y según la Prueba de Tukey al 5% reportó a la dosis (600 ml/ha de Pyrimetani-SC) con menor índice de severidad (1,5), incidencia (37,5), ABCPE (91,25), mayor eficiencia de control (52,5%) y más rendimiento (20801,6 kg/ha). En cuanto al momento de aplicación a 5% de severidad obtuvo menor índice de severidad (1,88), incidencia (46,25%), ABCPE (101,88), mayor eficiencia (62,50%) en el control y alto rendimiento (22033,1 kg/ha) de fresa.

Conclusión: La dosis de 600 ml/ha de Pyrimetani-SC aplicado en el momento de 5% de severidad presentó menos índice de severidad, incidencia, ABCPE, mayor eficiencia de control y el más alto rendimiento en el cultivo de fresa cv. San Andreas bajo las condiciones de Chaquila-Barranca.

Palabras clave: ABCPE, incidencia, dosis, fungicida, momento de aplicación, severidad.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the dose and times of application of the fungicide Pyrimetanil-SC to control *Botrytis cinerea* in strawberry cv. San Andreas in Barranca conditions. **Methods:** It was carried out in the Chaquila area, located in the Barranca province, during the months of April to December 2018. The completely randomized block design and the 5% Tukey Test were used. The treatments were Dose of 400ml/ha of Pyrimetanil-SC at 5% and 10% severity and Dose of 600 ml/ha of Pyrimetanil-SC at 5% and 10% severity, making a total of 4 treatments. The variables were severity and incidence indices, ABCPE and strawberry yield. **Results:** The dose and times of application of the fungicide Pyrimetanil-SC were statistically significant in all the variables under study and according to the Tukey Test at 5% reported the dose (600 ml/ha of Pyrimetanil-SC) with a lower index of severity (1.5), incidence (37.5), ABCPE (91.25), higher control efficiency (52.5%) and higher yield (20 801.6 kg/ha). Regarding the time of application at 5% severity, it obtained a lower severity index (1.88), incidence (46.25%), ABCPE (101.88), greater efficiency (62.50%) in the control and high yield (22033.1 kg/ha) of strawberry. **Conclusion:** The 600 ml/ha dose of Pyrimetanil-SC applied at the time of 5% severity presented a lower severity index, incidence, ABCPE, higher control efficiency and the highest yield in strawberry cultivation cv. San Andreas under the conditions of Chaquila-Barranca.

Key words: ABCPE, incidence, dose, fungicide, moment of application, severity.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de fresa es una de las frutas más populares y más consumidas a nivel mundial, debido por su textura, color y sabor, y sobre todo porque es un fruto con propiedades beneficiosas para la salud, ya que proveen con polifenoles los cuales son compuestos antioxidantes (Rivera, 2011). El hongo *Botrytis cinerea* quien provoca la enfermedad llamada moho gris el cual es la causante de una las enfermedades más importantes en la producción de la fresa (Álvarez et al., 2017).

Esta enfermedad se presenta una estructura algodonosa que cubre la superficie del fruto, disminuyendo el valor comercial del fruto de fresa. Eso pasa ya que durante el periodo vegetativo el hongo no suele mostrarse, y una vez que inicia la floración inicia los primeros síntomas del hongo Asimismo, las plantas se debilitan, y reduce la productividad del cultivo ya que la calidad del fruto baja debido al ataque del *Botrytis cinérea*, llegando hasta un 95% de ataque en los frutos a los dos días de cosechado del fruto (Capelo y Roche, 2010).

Este hongo se encuentra disperso a lo largo de nuestro país representando un grave problema para los agricultores. Los daños que origina este patógeno en los campos de fresa no sólo es a nivel de campo sino también en postcosecha debido a las características que este presenta, generando así una pérdida económica muy importante al agricultor (Llanos, 2017).

Por todo ello *Botrytis cinerea* logra pérdidas económicas en los productores de fresa sino es controlado efectivamente. Para ello se debe usar prácticas de control para reducir el ataque de este hongo. Siendo necesario investigar el método de control más efectivo evaluando el efecto de fungicidas tanto químicos como biológicos en diferentes dosis y con los resultados realizar un mejor control de esta enfermedad (Capelo y Roche, 2010).

Por esa razón, el manejo del moho gris con fungicidas es fundamental y se considera que es uno de los métodos más seguros para su control, sin embargo, no se ha alcanzado su óptimo aprovechamiento debido a que los agricultores desconocen las dosis y el momento preciso para su aplicación del fungicida. Por lo tanto, en la provincia de Barranca los productores de fresa tienen el problema para controlar *Botrytis cinerea*, siendo necesario evaluar la dosis y los momentos de aplicación del fungicida más utilizado en la zona “Scala i.a.: Pyrimetaniil” en el cultivo de fresa.

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

La fresa es un cultivo de suma importancia a nivel internacional y nacional debido a sus propiedades antioxidantes y calidad, lo que le convierte en un fruto muy demandado por los consumidores de todo el mundo (Rivera, 2011). Tal situación a provocado que los agricultores de Barranca opten por la producción de dicho fruto para la comercialización internacional y nacional. Sin embargo, existen problemas sanitarios sobre todo el provocado por las enfermedades fungosas como la *Botrytis cinérea* el cual es un hongo que provoca daño a la planta y pérdidas económicas en los agricultores de fresa cv. San Andreas (Álvarez et al., 2017).

Asimismo, el ataque de *Botrytis cinerea* reduce considerablemente la producción del cultivo de fresa llegando a un 40% aproximadamente, pero si es que no se realiza un control llega a más de 60% de pérdidas por este hongo. Cabe resaltar que este hongo presenta síntomas que permite su control, sin embargo, muchas veces este hongo no presenta síntomas hasta el momento de la cosecha o se almacena donde el ataque suele ser más severo del fruto (Tomalo, 2015).

Asimismo, Llanos (2017) menciona que *Botrytis cinerea* Pers es un hongo con alta variabilidad genética, es por ello que se debe realizar un control químico (Llanos, 2017). Por lo que el empleo de fungicidas resulta beneficioso para el control de esta enfermedad en la etapa de fructificación en el cultivo es decir en el periodo en que se produce las mayores reducciones del rendimiento del cultivo de fresa.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Qué efecto causara la dosis y los momentos de aplicación del fungicida Pyrimetaniil-SC para controlar el *B. cinérea* en fresa cv. San Andreas en Chaquila-Barranca?

1.2.2 Problemas específicos

¿Cuál será la dosis del fungicida Pyrimetaniil-SC más eficiente para controlar moho gris en fresa cv. San Andreas en Chaquila-Barranca?

¿Cuál de los momentos de aplicación es el más adecuado para controlar *Botrytis cinérea* en fresa cv. San Andreas en Chaquila-Barranca?

¿Cuál será la mejor interacción de dosis por momento de aplicación para controlar *B. cinérea* sobre el rendimiento de fresa cv. San Andreas en Chaquila-Barranca?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar el efecto de la dosis y los momentos de aplicación del fungicida Pyrimetani-SC para controlar el *Botrytis cinerea* en fresa cv. San Andreas en condiciones edafoclimáticas de Chaquila-Barranca.

1.3.2 Objetivos específicos

Evaluar la dosis del fungicida Pyrimetani-SC

Evaluar la mejor interacción de dosis por momento de aplicación para controlar más eficiente para controlar moho gris en fresa cv. San Andreas en Chaquila-Barranca.

Determinar el momento de aplicación más adecuado para controlar *Botryti scinérea* en fresa cv. San Andreas en Chaquila-Barranca.

B. cinérea en el rendimiento de fresa cv. San Andreas en condiciones de Chaquila-Barranca.

1.4 Justificación de la investigación

La provincia de Barranca es una zona productora de fresas debido a sus condiciones edafoclimáticas que les permite a los agricultores obtener cosechas con alto rendimiento y de buena calidad. Plascencia (2011) menciona que una zona que tiene buenas condiciones ambientales permite que el cultivo tenga una buena productividad. Sin embargo, tales condiciones dan un buen clima a los fitopatógenos en especial la *B. cinérea*, por lo que es necesario realizar aplicaciones de fungicidas, usando los criterios de aplicación y las dosis correctas para poder controlar en forma efectiva el hongo (Plascencia, 2011). Los fungicidas usados con mayor frecuencia por los productores de fresa en la provincia de Barranca encontramos al Scala ingrediente activo (i.a.): Pyrimetani-SC.

1.5 Delimitaciones del estudio

1.5.1 Delimitación espacial

El ensayo se realizó en la zona de Chaquila, ubicado en la provincia de Barranca-Lima.

1.5.2 Delimitación temporal

La presente tesis se realizó entre el mes de julio a diciembre del 2018.

1.5.3 Delimitación social

Es socialmente justa porque sus resultados sirven para dar solución a los productores de fresa ante el ataque de *B. cinérea* en fresa cv. San Andreas en Chaquila - Barranca.

1.6 Viabilidad del estudio

El presente trabajo de investigación es viable debido a que se dispuso de recursos económicos para continuar el proyecto y continuarlo hasta el final del estudio, gracias a los productores de fresa en la localidad de Chaquila y por parte del tesista. Asimismo, los recursos humanos fueron aportado por el mismo tesista, y los agricultores de fresa y la metodología en laboratorio se ejecutó gracias al apoyo de los laboratoristas y al tesista.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Capelo y Roche (2010) luego de evaluar la acción de controlar *Botrytis cinerea* con 10 fungicidas en fresa, indicando que el fungicida Scala 40 SC a una dosis de 1.00 cc l-1 presentó 91.18% de reducción del ataque del hongo *Botrytis cinérea*, en cambio las dosis de 1.50 cc l-1 y 2.00 cc l-1 obtuvo un 100% de reducción del ataque del hongo, es decir a más dosis mayor control de *Botrytis cinérea* usando el fungicida Scala.

Llanos (2017) quien determinó que el uso combinado de fungicidas biológicos y químico controlan *Botrytis cinerea* pers. en fresa cv. aromas, indicando que los fungicidas químicos tales como el “Pirimetanil”, y la combinación de “Pirimetanil + Fluopyram” inhibieron el micelio de *B. cinerea*. Además, sostiene que el fungicida “Pirimetanil” inhibe por completo la germinación de las esporas del hongo, controlando un 100% al cultivo. En cuanto al rendimiento de fresa sostiene que el uso de este fungicida “Pirimetanil” presenta los rendimientos más elevados en dicho estudio logrando obtener 7685.2 Kg ha⁻¹ de frutos de categoría 1.

Álvarez et al. (2017) evaluando el grado de infección de aislados de *B. cinerea* usando diferentes fungicidas tales como la iprodiona y metil-tiofanato en dos áreas productoras de fresas en México, mencionan que la concentración efectiva (CE₅₀) inhibe aproximadamente un 50% del micelio y de la germinación conidial, para el fungicida iprodiona en el Valle de Maravatio en México obtuvo CE₅₀ con la concentración de 0.35 µg mL⁻¹, mientras que para Zamora-Jacona en México fue con 1.5 µg mL⁻¹. Indicando que estos fungicidas reducen y eliminan a *B. cinérea*.

Merchán et al. (2014) luego de evaluar el *Trichoderma* y el químico Iprodione para controlar *Botrytis cinerea* en fresa y su calidad que posee el fruto. Encontraron que el uso de este fungicida biológico y químico redujeron la severidad del hongo *Botrytis cinerea* en fresa, llegando hasta un 46.66% de plantas con los síntomas del hongo en comparación con el testigo el cual no se aplicó nada y obtuvo 3% de plantas con los síntomas del hongo, indicando que el uso de este químico logra controlar con una efectividad media sobre esta enfermedad de *Botrytis cinérea*. Asimismo, la aplicación de estos productos permitió que el fruto presente buena calidad organoléptica y física, excelentes para su comercialización interna y externa.

Panimboza (2017) evaluando el uso de Pirimetanil para el control de *B. cinérea* demostraron que la concentración de 4x de Pirimetanil inhibió el 100% del crecimiento micelial de *B. cinerea* en todas las evaluaciones. Desde las 24 horas las concentraciones de 1x, 0.5x y 0.25x se observó crecimiento micelial similar al control por lo que en esta evaluación no se apreció una inhibición del crecimiento micelial del hongo.

Calvo (2013) indica que los fungicidas químicos de síntesis es la estrategia de control más extendida actualmente, por lo que al evaluar los fungicidas (Fungicover^R y Protector^{HML}), mostraron ser muy efectivos sobre el control de *B. cinerea* en hojas y en frutos con 44-96 % respecto al control indicando un modo de acción múltiple. El recubrimiento que establece Fungicover^R sobre la superficie de la uva interfiere con la germinación y la infección por conidias, mientras que es también capaz de bloquear infecciones miceliales y proteger heridas.

Bartra (2017) sostiene que el efecto de fungicida sintético en el control del moho gris permite una baja incidencia del “moho gris” a los 45 días después de iniciado la cosecha; alcanzando un 9% usando el fungicida Epoxiconazole + Pyraclostrobin en comparación con en el testigo que obtuvo 25.3 % de incidencia, en cuanto al rendimiento de frutos sanos, el tratamiento con el fungicida Epoxiconazole + Pyraclostrobin lograron producir 299.7% más frutos sanos que el tratamiento testigo, siendo el mejor rendimiento de frutos sanos con 959 frutos respectivamente.

2.2 Bases teóricas

2.2.1. Origen de la fresa

Entre los años del siglo XVI y el XVII, los colonizadores llevaron una planta de América a Europa siendo esta planta silvestre *Fragaria virginiana*. Esta planta poseía características positivas en sabor y color con gran tamaño, lo que logró expandirse por todo Europa. Pasado los años, cuando se descubre Chile los colonizadores encontraron una nueva planta silvestre también con características positivas en sabor esta fue llamada *Fragaria chiloensis* el cual era muy usada por los nativos chilenos. La planta silvestre chilena fue introducida a Europa sin embargo, no producía ya que ocurría una esterilidad, provocando baja aceptación por los productores europeos, hasta que Phillip Miller cruzó ambas especies (*Fragaria chiloensis* x *Fragaria virginiana*) produciendo un híbrido con características positivas y describió la nueva fresa en 1759. Después de aquel acontecimiento Duchesne nombra aquel híbrido interespecífico como fresa (Bonet, 2010).

2.2.2 Aspectos botánicos

2.2.2.1 Taxonomía

Bonet (2010) señala la siguiente clasificación botánica:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Rosidae

Orden: Rosales

Familia: Rosaceae

Subfamilia: Rosoideae

Tribu: Potentilleae

Género: *Fragaria*

Especie: *Fragaria Ananasa*

Nombre común: Fresa

2.2.2.2 Morfología

La planta de fresa es herbácea, además, es perenne a pesar de su pequeño tamaño. Su hábito de crecimiento es perenne, posee un sistema radical fibroso un tallo corto denominado corona y ésta tiene nudos donde se insertan hojas trifoliadas y aserradas mediante largos peciolos y estípulas en su base (Chiqui y Lema, 2010).

2.2.2.3 La raíz

Las raíces de la planta de fresa son fibrosas y se emergen de la corona la cual se encuentra cerca de la superficie del suelo. Posee raíces primarias y secundarias quienes son las encargadas de la absorción de nutrientes y agua (Sánchez, 1999). La profundidad de las raíces no pasa de los 40 cm sin tomar en cuenta el tipo del suelo, además la mayoría de las raíces están dentro de los 25 cm de profundidad (Chiqui y Lema, 2010).

2.2.2.4 El tallo

El tallo tiene una forma cónica y un tamaño pequeño llamado también corona, donde se observan escamas foliaras (Chiqui y Lema, 2010). La fresa es una planta perenne, y logrando lignificar el tallo. Asimismo, de la corona principal se forma otra corona y también emergen con algunas raíces (Sánchez, 1999).

2.2.2.5 La hoja

Las hojas tienen tamaños variados, es de tipo pinada y se dividen en tres folíolos, carácter que parece derivarse de *Fragaria chiloensis*. Poseen estípulas en su base, las hojas son de color verde (Sánchez, 1999). En la planta las hojas tienden a formarse en un tipo de roseta que sobresale de la corona (Chiqui y Lema, 2010).

2.2.2.6 Estolón

Es un brote largo rastrero, la cual inicia su formación de la base de la corona. En la parte extrema del estolón se forma una roseta de hojas la cual se genera una planta nueva con la misma constitución genética de la planta que emitió el estolón es decir la madre (Sánchez, 1999).

2.2.2.7 Inflorescencia

Las flores se agrupan en inflorescencias. Cada inflorescencia se desarrolla de una yema que está en la corona. Esta inflorescencia tiene una ramificación de tipo basal cuando salen muchas flores o puede ser distal cuando emerge una flor primaria y luego secundaria de menor tamaño. El óvulo del ovario al ser fecundado se denomina aquenio (Zaragoza, 2013).

2.2.2.8 Fruto

El fruto de la fresa se le conoce también ordinariamente "eterio". Aquel eterio es un falso fruto donde se encuentran los aquenios los cuales son pequeños y con un color tenue cuando no están expuestas al sol y se tornan de un color rojizo cuando les llega la luz solar directamente. Estos aquenios son numerosos y pueden estar hundidos o superficiales y cuando estos están de esta manera al momento de lavarlos se despegan varios de ellos (Medina, 2015).

2.2.3 Periodo vegetativo

En la costa del Perú los cultivares que son de día corto se siembran a partir del mes de abril y mayo, los cultivares de día neutro, se siembran en cualquier mes del año, tal como se realiza con el cultivar "Aromas" en la provincia de Huaral-Lima. En los valles interandinos los cultivares de día corto se siembran entre los meses de abril y mayo (MINAG, 2008 citado por Amézquita, 2018).

En cuanto al ciclo vegetativo de la fresa se observa a continuación.

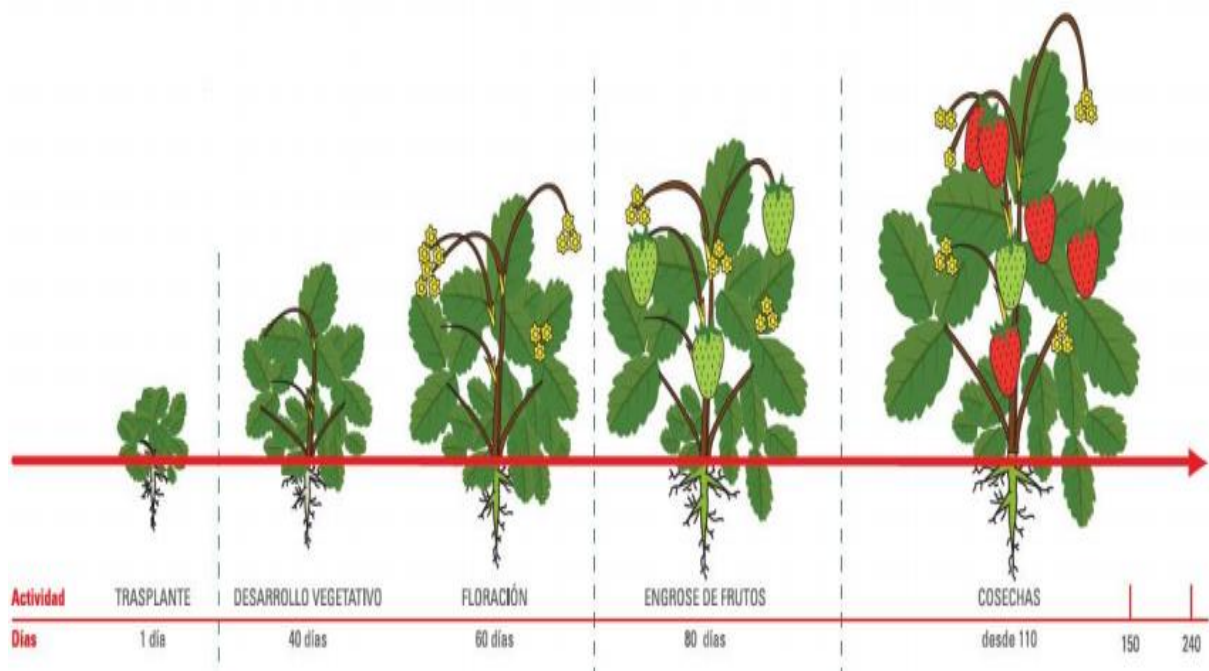


Figura 1. Ciclo completo de la fresa. Fuente: AGRIPAC (2010) citado por Amézquita (2018).

2.2.4 Características climáticas

Algunos cultivares de fresa son sensibles y otros resistentes, sin embargo, aún en variedades resistentes, la corona de las plantas es dañada cuando la temperatura desciende a menos seis grados centígrados (Sánchez, 1999).

La emisión de estolones se produce cuando los días son superiores a 12 horas y las temperaturas medias están en 20°C o más, durante los días de menos de 12 horas, a las mismas temperaturas, la producción de estolones se puede realizar con aplicaciones de giberelinas (Sánchez, 1999).

La fase vegetativa posee tolerancia a bajas temperaturas inclusive puede soportar -10°C. Sin embargo, la fase reproductiva no es tolerante ya que los órganos florales no pueden sobrevivir y se caen. Asimismo, en lo contrastante de la temperatura la fresa puede tolerar altas temperaturas inclusive de 55 °C. Por otro lado, la temperatura óptima se encuentra entre los 12-20°C (Medina, 2015).

2.2.5 Características Edáficas

El fresal vegeta en casi todo tipo de suelos, le van muy bien los terrenos arcillosos ricos en humus, las arenas gruesas y los terrenos profundos ricos en materia orgánica descompuesta (Amézquita, 2018).

Aunque la planta necesita abundante agua el exceso de humedad perjudica por lo que los terrenos habrán de tener buen drenaje. Le van bien los terrenos un poco ácidos, por lo contrario, los suelos calizos, si bien dan buenas cualidades de sabor al fruto son inadecuados para la planta ya que rápidamente es afectada por la clorosis (Sánchez, 1999). El pH óptimo es de 6.5 a 7.5 y puede tolerar la salinidad a más de 1 mS/cm de conductividad eléctrica (Ingeniería agrícola, 2008 citado por Amézquita, 2018).

En cuanto al agua de riego, el cultivo de la fresa tiene una alta demanda de agua durante todo el ciclo fenológico del cultivo y sobre todo es muy exigente de este recurso en la fase reproductiva la cual requiere para el llenado de fruto (Chiqui y Lema, 2010).

2.2.6 Moho gris (*Botrytis cinerea*)

El *Botrytis cinérea* es un hongo importante de muchos de los patógenos que influyen negativamente en la producción de fresa y otros cultivos en el Perú y en todo el mundo. Este hongo genera la enfermedad llama el moho gris de la fresa, lo que causa pérdidas económicas debido al aspecto externo que induce dicha enfermedad en el fruto, siendo rechazado por los consumidores o también por los intermediarios que buscan siempre calidad en el fruto y al ver el fruto con moho gris, estos tienden a no comprar o a reducir el precio por kg de fresa, y en consecuencia los productores pierden (Koike y Bolda, 2016).

Según Koike y Bolda (2016) sostienen que las frutas de fresa pueden contar con lesiones debido al ataque de insectos, esto le permitirá al hongo poder infectar el tejido herido y comenzar con su parasitismo produciendo así el moho gris siempre y cuando las esporas lleguen a donde está dicha lesión. Por lo que este hongo produce el moho en frutas enfermas o dañadas generando más estructuras de infección.

Asimismo, este hongo no solo ataca en periodo de cosecha sino también cuando está en el almacén, siendo factores negativos y colocándolo como una de la enfermedad más difícil de controlar sobre todo cuando el ambiente le es favorable logrando un mejor desarrollo y resistir a los productos preventivo o curativos, haciendo más difícil su control (Koike y Bolda, 2016).

2.2.6.1 Características morfológicas y ciclo de vida

La *Botrytis* spp genera mucho micelio de color grisáceo, los cuales contienen conidióforos de largo tamaño y bastante ramificado. Las células del conidióforo generan conidios de forma de racimo ovoide de color grisáceo. Por lo tanto, se forman los conidióforos y los conidios de forma de racimo (Panimboza, 2017).

A su vez, la *Botrytis* va liberando los conidios siempre y cuando el ambiente donde se están creciendo posee las condiciones favorables en temperatura y humedad relativa sobretodo (Panimboza, 2017).

Asimismo, liberado los conidios estos van junto con la velocidad del viento y pueden infectar a las plantas más aledañas o cercanas. Resaltando que el hongo genera una estructura irregular llamado esclerocio, el cual es plano y de consistencia dura con un color negruzco (Panimboza, 2017).

En cuanto a la forma de conservación la *Botrytis* sp., realiza su invernación en el suelo formando primero una estructura de reserva llamado esclerocio, pero también se puede invernación en forma de micelio, en este caso el micelio crece en restos orgánicos que están descomponiéndose y que provienen de la planta. Otro punto importante es que el hongo no ataca a la semilla, sin embargo, existen semillas contaminadas con el hongo y que al ser usadas llegan a infectar a la planta luego que estas germinan de la semilla contaminada y su infección se da con la estructura de los esclerocios (Panimboza, 2017).

No obstante, los restos o materia orgánica en plena descomposición que se encuentran en el terreno, suele ser un medio de infección del hongo hacia las plantas que se cultivaran ya que las estructuras ya sea en forma de micelio o de esclerocios, de igual manera inician su infección en las plantas que se sembraran. Por lo tanto, si el ambiente tiene pocas horas de luz solar y la temperatura de dicho ambiente es de 15-20°C, estas son elementos necesarios para que el hongo pueda desarrollarse y causar daños en las plantas pueden sufrir graves daños (Panimboza, 2017).

Recalcando a lo anterior el hongo *Botrytis cinerea* infecta a las plantas sobre todo cuando estas están en floración, así también cuando existen hojas con heridas provocadas por otros microorganismos o plagas, también después de realizar una poda. Además, cuando se aplica materia orgánica, todas estas son las causantes de la infección del hongo en las plantas de fresa y que se debe tomar siempre en cuenta para el manejo de dicho hongo (SENASA, 2014 citado por Panimboza, 2017).

2.2.6.2 Síntomas y signos

La presencia de *Botrytis* va depender de la especie del hongo y la planta hospedante, así también, del órgano vegetal donde se hospedará parasitando a la planta (Koike y Bolda, 2016).

Si la planta es fresa, en ella la *Botrytis* ataca primeramente el órgano floral, pero este inicia cuando hay hojas jóvenes, es decir cuando planta emerge a través del suelo se expanden las primeras hojas y es ahí cuando el hongo de *Botrytis* ingresa infectando dicho órgano (Koike y Bolda, 2016).

Sin embargo, los síntomas no se presentan en ese momento, algo que complica a los productores ya que no observan daños en sus plantas, esto debido a que el hongo es inactivo ya que cuenta con un aspecto fisiológico que es la latencia. Pasado el tiempo las hojas maduran y en esta fase aparece la floración en ello el hongo comienza a activarse y germinan sus esporas, se expando su micelio y se observa los primeros síntomas las cuales se muestra una cubierta de color grisáceo de forma aterciopelada en zonas de la hoja donde se encuentran tejidos muertos (Koike y Bolda, 2016).

Asimismo, este hongo infecta a las flores, logrando su muerte. Se observan en los pétalos, sépalos y también en el receptáculo floral síntomas con una lesión de color café. Si continua el ataque, el pedúnculo morirá y en consecuencia la flor o el fruto se marchitará y morirá (Koike y Bolda, 2016).

2.2.6.3 Ciclo de la Enfermedad

El ciclo de la enfermedad del hongo *Botrytis* según Koike y Bolda (2016) consta de la siguiente manera:

- (1) El hongo puede transmitirse por el viento en forma de micelio o esclerocio. El desarrollo de plantas en vivero podría estar contaminado de estas estructuras de transmisión del hongo o también se puede infectar cuando el trabajador usa sustratos con restos orgánicos que contienen las esporas del hongo.
- (2) El micelio o esclerocio los cuales son estructura que pueden vivir en el suelo así también es restos vegetales que se quedan en los campos de cultivo.
- (3) Aquellas estructuras sirven de soportes para que puedan permanecer por mucho tiempo hasta que se active el suelo nuevamente.
- (4) El hongo genera sus estructuras y se activan cuando existen campos aledaños con sembríos como también fresas de dos años.

Con esta información podemos usar diferentes estrategias para el control oportuno de dicha enfermedad y obtener mejores rendimientos y calidad de la fresa (Mauricio, 2018).

Koike y Bolda (2016) indican que las frutas de fresa pueden contar con lesiones debido al ataque de insectos, esto le permitirá al hongo poder infectar el tejido herido y comenzar con su parasitismo produciendo así el moho gris siempre y cuando las esporas lleguen a donde está dicha lesión. Por lo que este hongo produce el moho en frutas enfermas o dañadas generando más estructuras de infección e iniciar nuevamente el ciclo.

Entre las causas de la pérdida de la fresa tenemos diferentes aspectos:

- (1) cuando el hongo infecta en el estado de plántula estas quedan inactivas hasta que madure y se almacene y luego de ello recién el hongo empieza a su activación iniciando el ciclo de la enfermedad pero en frutos cosechados y almacenados lo que genera mayor pérdida ya que los intermediarios y compradores no requieren el producto por su aspecto, el productor pierde normalmente por el gasto que realizó en el manejo y en la cosecha y con el fruto listo para la venta con síntomas del moho blanco se reduce el precio (Koike y Bolda).
- (2) otro aspecto importante es que la fruta se dañe por algún daño físico durante la cosecha o recolección o en el momento de colocar la futa en los cajones o en el almacén, lo que ocasionaría sería la infección de esporas del hongo y en consecuencia presencia del síntoma del moho en la fruta (Koike y Bolda).
- (3) cuando los trabajadores colocan la fruta en el almacén o en los cajones muchas veces existen frutas infectadas y estas al entraren contacto con las frutas sanas comienzan a infectarse (Koike y Bolda).

2.2.6.4 Formas de sobrevivencia del hongo

Botrytis sp., sobrevive principalmente formando estructuras de resistencia llamadas esclerocios, elementos de consistencia dura, color negro en su exterior y blanco en su interior (Maldonado, 2018).

El hongo *Botrytis* sp., puede sobrevivir en los restos vegetales o restos orgánicos en forma saprofita en restos de poda también para que en estos restos ocurra la germinación de los esclerocios, las cuales son: periodo de lluvias, alta humedad relativa en el ambiente, baja luz solar y temperaturas elevadas aproximadamente de 35°C; pero la temperatura que es más apropiada para el hongo esta entre 15–25°C (Angel, 2017 citado por Maldonado, 2018).

2.2.7 Manejo del control de *Botrytis cinerea*

El manejo para controlar el hongo *Botrytis cinérea* en los diferentes cultivos tuvo inicios desde hace muchos años atrás y hasta la actualidad sigue siendo de importancia el manejo, sin embargo, se utiliza los fungicidas sintéticos en mayor proporción en comparación con los demás tipos de manejo, usado por los productores de fresa. Sin embargo, no se realiza de forma efectiva ya que los productores no cuentan con las dosis correctas (Koike y Bolda, 2016).

Además, las fresas florecen por muchos meses durante el ciclo de la fresa, por el cual se aplican en muchas ocasiones los fungicidas, siempre y cuando estos son diferentes tipos de fungicidas. Cabe resaltar que para maximizar el control, se debe proteger la flores que emergen recién realizando aplicaciones con los fungicidas en forma preventiva a pesar que no tengan los síntomas (Koike y Bolda, 2016).

El hongo *Botrytis cinérea* tiene la capacidad mutar es decir aumenta la variabilidad genética y esto es para resistir el ingrediente activo de los fungicidas. Siempre sucede la resistencia por parte de los hongos a los fungicidas cuando se realizan muchas aplicaciones durante el desarrollo del cultivo (Koike y Bolda, 2016).

Entre las causas que ocasionan la resistencia de los fungicidas es el modo de acción del ingrediente activo ya que si esta molécula no reduce el hongo empieza a mutar las cepas del hongo logrando una alta resistencia a las moléculas del fungicida (Koike y Bolda, 2016).

2.2.7.1 Control Químico

El control químico, se realiza en la etapa de floración. Teniendo en cuenta el producto químico que se debe usar por su alta residualidad toxica que posee muchos de los fungicidas sintéticos y son dañinos también para la fruta (Panimboza, 2017).

Calvo (2013) indica que el control químico mayormente es efectivo, consiguiendo elevadas reducciones de la podredumbre en cosecha, aunque también puede ser variable o ineficaz, dependiendo de las condiciones meteorológicas y de una correcta aplicación del producto en momentos clave del desarrollo de la enfermedad. Se trata de moléculas químicas que son tóxicas en los patógenos o también permiten inhibir su crecimiento alterando distintas rutas metabólicas o procesos fisiológicos del organismo (Lerroux, 2004).

2.2.8 Fungicida Pyrimetanil-SC (Scala)

Entre los fungidas que cuentan con un modo de acción efectiva al usar esta molécula para controlar el hongo del moho gris es el Pyremetanil. Este fungicida de tipo sistémico y de forma de acción translaminar. Se usa de forma preventiva y como curativas en la efectividad del control. Asimismo, una información importante es que esta molécula forma parte del grupo de los químicos “anilinopyrimidinas” (Bayer, 2019). Este grupo anilinopyrimidinas inhibe la producción de los aminoácidos que producen proteínas que sintetizan la metionina (Zárate, 2012).

2.2.8.1 Modo de acción

Pyrimetanil-SC es un fungicida que se usa como de contacto y sistémico, además cuenta con una forma de acción translaminar. Logra inhibir el funcionamiento de las enzimas que inician la infección, llegando a cerrar la entrada del tubo germinativo liberado durante la germinación llegando a reducir por completo la infección del hongo Botrytis (BASF, 2017).

Para Bayer (2019) el Pyrimetanil-SC inhibe la secreción de enzimas de la botrytis, inhibiendo la asimilación de los nutrientes, el desarrollo del tubo germinativo dando fin al crecimiento del hongo; además presenta excelente acción de contacto, actividad translaminar y acción de vapor, lo que permite un mayor cubrimiento a todas las superficies de la plata.

2.2.8.2 Características del Pyrimetanil-SC

Maldonado (2018) señala las siguientes características de Pyrimethanil:

Código FRAC: 9, D1

Grupo: Anilinopyrimidinas.

Nomenclatura:

- Nombre común: Pyrimetanil

Características:

- Peso molecular: 199,3
- Fórmula molecular: C₁₂H₁₃N₃
- Forma: cristales incoloros
- Punto de fusión: 96.3 °C
- Presión de vapor: 2.2 mPa (25 °C) (OECD 104)
- Coeficiente de distribución entre el n-octanol y el agua: logP=2.84(pH6.1,25°C)

- Henry: 3.6×10^{-3} Pam³mol⁻¹(calc.)
- Densidad: 1,15(20°C)
- Solubilidad: en agua 0,121g.L⁻¹ (pH 6.1, 25 °C), en acetona 389, etil acetato 617, metanol 176, diclorometano 1000, n-hexano 23,7, tolueno 412 (todos en g.L⁻¹, 20 °C).
- Estabilidad: Estable en agua en un rango promedio de pH. Estable durante 14 días a 54°C.
- Constante de disociación ácida: 3,52, base débil (20 °C) (OECD 112).

Introducido por Bayer CropScience. Varios derechos, principalmente en Europa adquiridos por BASF AG en 2003.

Aplicaciones:

Bioquímica: Inhibidor de la biosíntesis de la metionina, afectando principalmente la inhibición de la secreción de las enzimas necesarias para la infección.

- Modo de acción: Protectante (en *Botrytis* sp.) y tanto de acción curativa como protectante.
- Usos: Control de moho gris (*Botrytis* sp.) en uvas, frutas, vegetales y ornamentales. Control de la roña de las hojas (*Venturia inaequalis*) en frutas pomáceas.
- Tipos de formulación: SC (suspensión concentrada/ concentrado fluido).
- Fitotoxicidad: Puede ser fitotóxico en sistemas cerrados con una humedad relativa 80% para ciertas especies.
- Productos selectos: Scala (Bayer CropScience, BASF).

Asimismo, Maldonado (2018) señala las siguientes características de Pyrimethanil:

Análisis: Producto y residuos analizados mediante cromatografía líquida de alto rendimiento, mayores detalles disponibles en Bayer CropScience y BASF AG.

Toxicología en mamíferos: No tóxico Clase Toxicológica: WHO U (producto que no presenta comúnmente peligrosidad en uso normal), EPA IV (precaución).

Toxicología ambiental: Ocurre una ligera metabolización en frutas, por esa razón se ha desarrollado un monitoreo en la residualidad del pyrimethanil en cultivos. Estudios indican una rápida degradación en suelos, un bajo potencial de lixiviación con un mínimo movimiento del fungicida en capas profundas del suelo. El pyrimetamil desaparece rápidamente desde la superficie del agua y se adsorbe moderadamente a los sedimentos donde más adelante, se degrada.

2.2.9 Resistencia de los patógenos a los fungicidas

La mayoría de los cultivos están siendo atacados por diferentes microorganismos patógenos entre ellos los hongos por lo que se debe realizar aplicaciones y reducir el ataque siendo única solución. Sin embargo, los fungicidas modernos a menudo encuentran el problema del desarrollo de resistencia del patógeno (Ishii y Hollomon, 2015). Por lo tanto, la resistencia de los patógenos a los fungicidas que causa la pérdida de rendimiento y aumenta la calidad de los frutos en los cultivos. A menudo amenaza la bioseguridad a través de la disminución de la eficacia de los fungicidas en los campos (Ishii y Hollomon, 2015).

Para controlar con éxito la resistencia a los fungicidas se requerirá la promoción de un manejo integrado de la enfermedad, que involucre no solo a los fungicidas químicos, sino también a la resistencia de la planta huésped, los factores agronómicos y los agentes de control biológico (Ishii y Hollomon, 2015).

El concepto de manejo efectivo de la resistencia por parte de los patógenos mediante diferentes modos de acción o alternancia es fácil de comprender por los productores. Se basa en mantener una diversidad suficiente de modos de acción que se han vuelto peligrosamente pequeños, especialmente para el control de patógenos ascomicetos y basidiomicetos (Hollomon, 2015).

Esto ha creado desafíos tanto para la industria agroquímica como para descubrir y comercializar nuevos modos de acción, y para que los productores incorporen con éxito nuevos productos en estrategias efectivas de control de enfermedades sin reducir la productividad (Hollomon, 2015). Asimismo, al integrar el uso de fungicidas con otros enfoques de control de enfermedades, incluidas las medidas agronómicas y los cultivares resistentes generados, ya sea por fitomejoramiento convencional o por modificación genética (Hollomon, 2015).

2.2.9.1 Concentración efectiva al 50% (EC₅₀)

La concentración efectiva al 50% o EC₅₀ es la dosis (en ppm) a la cual una sustancia (en este caso un fungicida) inhibe el 50% o más del crecimiento de un patógeno (para esta investigación el crecimiento micelial de *Botrytis* sp.) (Maldonado, 2018).

La resistencia de los patógenos a los fungicidas requiere de un manejo serio de las dosificaciones utilizadas en campo (Hollomon, 2015).

Asimismo, las cepas de patógeno recolectadas de campo que se sospechan son resistentes, es la generación de una relación dosis-respuesta la cual proveerá la medida de sensibilidad de cada aislado, que vendría a ser la dosis requerida para reducir el 50% o más de la infección del patógeno (EC₅₀) (Hollomon, 2015).

2.2.10 Evaluación de la enfermedad

Según Laranjeira (2005) menciona que para poder realizar la aplicación de los fungicidas es necesario primero evaluar el nivel de ataque del hongo patógeno o realizar la cuantificación de la enfermedad o también llamado "patometría" con el objetivo primario de proporcionar datos cuantitativos sobre las enfermedades producidas por hongos patógenos que posibiliten:

- i. Cuantificar el grado de daño y las posibles pérdidas ocasionadas por hongo (Laranjeira, 2005).
- ii. Determinar la eficiencia de control del hongo por parte de los fungicidas (Laranjeira, 2005).
- iii. Estudiar de manera más efectiva la ecología y la epidemiología del hongo (Laranjeira, 2005).
- iv. Comparar selecciones y variedades en programas de mejora (Laranjeira, 2005).

Además, estima la eficiencia, este atributo también se relaciona con el método de cuantificación, pero también con el esquema de muestreo y número de repeticiones. En ese caso debe haber un balance eficiente entre la calidad de la evaluación, su costo y, en especial, el tiempo gastado para su ejecución. Una evaluación puede llegar a ser de muy buena calidad, pero si no permite al mejorista un resultado rápido que posibilite la evaluación de un buen número de genotipos, será ineficiente (Laranjeira, 2005).

2.2.10.1 Evaluación de incidencia y severidad del hongo patógeno

La incidencia es más fácil, precisa y sencilla, ya que la evaluación de la severidad exige la adopción de claves descriptivas, escalas diagramáticas o el análisis de imágenes digitalizadas por programas computacionales (Oliveira et al., 2013).

2.2.10.2 Curvas de Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE)

El ABCPE sirve para analizar epidemias, que ni la incidencia y la severidad. En ello determina el avance de la enfermedad en un tiempo determinado y se expresa en unidades de porcentaje de enfermedad-días (Achicanoy, 2000).

2.2 Definiciones conceptuales

Actividad Translaminar: La molécula del fungicida al tener acción translaminar esta es capaz de ingresar por el haz de la hoja y mantenerse en el tejido parenquimatoso y luego llegar hasta el envés de la hoja. Por lo que puede atravesar la hoja y mantenerse en el tejido parenquimatoso.

Botrytis cinérea: Es un hongo importante de muchos de los patógenos que influyen negativamente en la producción de fresa y otros cultivos en el Perú y en todo el mundo. Este hongo genera la enfermedad llama el moho gris de la fresa, lo que causa pérdidas económicas debido al aspecto externo que induce dicha enfermedad en el fruto, siendo rechazado por los consumidores o también por los intermediarios que buscan siempre calidad en el fruto y al ver el fruto con moho gris.

Conidióforos: Hifa especializada sobre la cual se forman una o más conidios.

Control: El control se realiza para proteger a las plantas de los microorganismos patógenos que atacan y parasitan a las plantas. Por lo que es necesario la utilización de pesticidas ya sean estas químicos y llamando controles químicos o usando productos biológicos llamado control biológico. Logrando así reducir y eliminar al hongo.

Enfermedad: Son los malestares que ocasionan los microorganismos patógenos, mayormente las enfermedades se ocasionan por hongos, fitoplasma, virus y bacteria cuando estas infectan a la planta ocasionando síntomas de acuerdo al tipo de hongo que les ataca y de las especies de las plantas. Si no hay solución para controlar su ataque esta enfermedad puede llegar hasta la muerte de la planta.

Esclerocios: es un conjunto de micelios en forma de masa endurecida los cuales contienen alimento para su supervivencia hasta que llegan a infectar al hospedante y pueden sobrevivir mucho tiempo en ambientes no apropiados es decir adversos.

Fungicida: Los fungicidas son sustancias tóxicas los cuales son usados para controlar reducir e impedir el crecimiento de las estructuras del hongo. Estos pueden ser sintéticos o biológicos.

Hongo: hongo es un microorganismo que puede ser benéfico o dañino. Si es dañino es conocido como fitopatógeno y llega a infectar a las plantas y puede ocasionar pérdidas elevadas o hasta la muerte de la planta si estas no se controlan a tiempo. Muchas veces pueden vivir en el suelo o en las plantas que se quedan como resto de una cosecha.

2.4 Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Ho: No existe diferencias en el efecto de la dosis aplicada y en los momentos de aplicación del fungicida Pyrimetaniil-SC sobre el control de *B.cinérea* en fresa bajo la localidad de Chaquila-Barranca.

Ha: Al menos una dosis y momento de aplicación del fungicida Pyrimetaniil-SC controla *Botrytis cinérea* en la fresa en Chaquila-Barranca.

2.4.2. Hipótesis específico

Ho: No existe diferencias en las dosis del fungicida Pyrimetaniil-SC para el control de moho gris en el cultivo de fresa en Chaquila-Barranca.

Ha: Al menos una dosis del fungicida Pyrimetaniil-SC controla el moho gris en el cultivo de fresa en Chaquila-Barranca.

Ho: No existe diferencias en los momentos de aplicación en la reducción de la severidad de *Botrytis cinérea* en los frutos de fresa en Chaquila-Barranca.

Ha: Al menos un momento de aplicación reduce la severidad de *Botrytis cinérea* en los frutos de fresa en Chaquila-Barranca.

Ho: No existe diferencias en la interacción de dosis por momento de aplicación en el control de *Botrytis cinérea* sobre el rendimiento de fresa bajo las condiciones de Chaquila-Barranca.

Ha: Al menos una interacción de dosis por momento de aplicación controló de *Botrytis cinérea* sobre el rendimiento de fresa en la localidad de Chaquila-Barranca.

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

3.1.1 Ubicación

El ensayo se realizó en la zona de Chaquila que se encuentra ubicado en la provincia de Barranca-Lima, ubicada a una altitud de 55 msnm, latitud sur 11° 4'13.27"S y longitud oeste 77°36'58.58"O.

3.1.2 Materiales e insumos

- Plantas de fresa cv. San Andreas
- Fungicida Pyrimetaniil-SC
- Letreros
- Cal
- Wincha
- Urea
- Nitrofoska
- Fosfato monoamónico
- Sulfato de potasio
- Fertilizantes foliares
- Bioestimulantes
- Insecticidas
- Cal
- Mochila de fumigar
- Balanza analítica
- Lapto
- Lampa
- Bandejas
- Otros

3.1.3 Diseño experimental

El diseño que se usó fue el experimental siendo el diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial de 2x2 factores para analizar todas las variables en estudio. La comparación se usó la prueba de Tukey al 5% de probabilidades.

Tabla 1.*Análisis de varianza*

FUENTE DE VARIABILIDAD	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIG.
BLOQUE	3	SC _B	SC _B /3	CM _B /CM _E	
TRATAMIENTO	4	SC _T	SC _T /3	CM _T /CM _E	
Dosis (D)	1	SC _D	SC _D /1	CM _D /CM _E	
Momentos (M)	1	SC _M	SC _M /1	CM _M /CM _E	
D _x M	1	SC _(DxM)	SC _{DxM} /1	CM _{DxM} /CM _E	
ERROR	10	SC _{T0} -(SC _B +SC _T)	SCE/12		
TOTAL	12	SC _{T0}			

3.1.4 Tratamientos

De las combinaciones de los factores surgen los siguientes tratamientos (Tabla 3).

Tabla 2.*Tratamientos*

Dosis	Momento	Identificación	Tratamiento	Descripción
D1: Dosis de 400ml/ha de Pyrimetani-SC	-M1: Al 5% de severidad	D1M1	T1	Dosis de 400ml/ha de Pyrimetani-SC al 5% de severidad.
	-M2: Al 10% de severidad	D1M2	T2	Dosis de 400ml/ha de Pyrimetani-SC al 10% de severidad.
D2: Dosis de 600ml/ha de Pyrimetani-SC	M1: Al 5% de severidad	D2M1	T3	Dosis de 600ml/ha de Pyrimetani-SC al 5% de severidad.
	-M2: Al 10% de severidad	D2M2	T4	Dosis de 600ml/ha de Pyrimetani-SC al 1% de severidad.

Los tratamientos fueron los siguientes:

- T1: Dosis de 400ml/ha de Pyrimetani-SC al 5% de severidad.
- T2: Dosis de 400ml/ha de Pyrimetani-SC al 10% de severidad.
- T3: Dosis de 600ml/ha de Pyrimetani-SC al 5% de severidad.
- T4: Dosis de 600ml/ha de Pyrimetani-SC al 10% de severidad.

3.1.5 Características del área experimental

Dimensiones del campo experimental:

Del área total:

-Largo	: 17 m
-Ancho	: 20 m
-Largo del bloque	: 17 m
-Ancho del bloque	: 4 m
-Área neta del experimento	: 340 m ²
-Número de bloques	: 4
-Número de tratamientos por bloque	: 4

De la unidad experimental (UE)

-Largo de la UE	: 3 m
-Ancho de la UE.	: 4 m
-Área de la UE	: 12 m
-Número de surcos de la UE	: 4

Densidad de siembra

-Distancia entre surcos	: 0.9 m
-Distanciamiento entre plantas	: 0.3 m
-Doble hilera	: 0.2 m

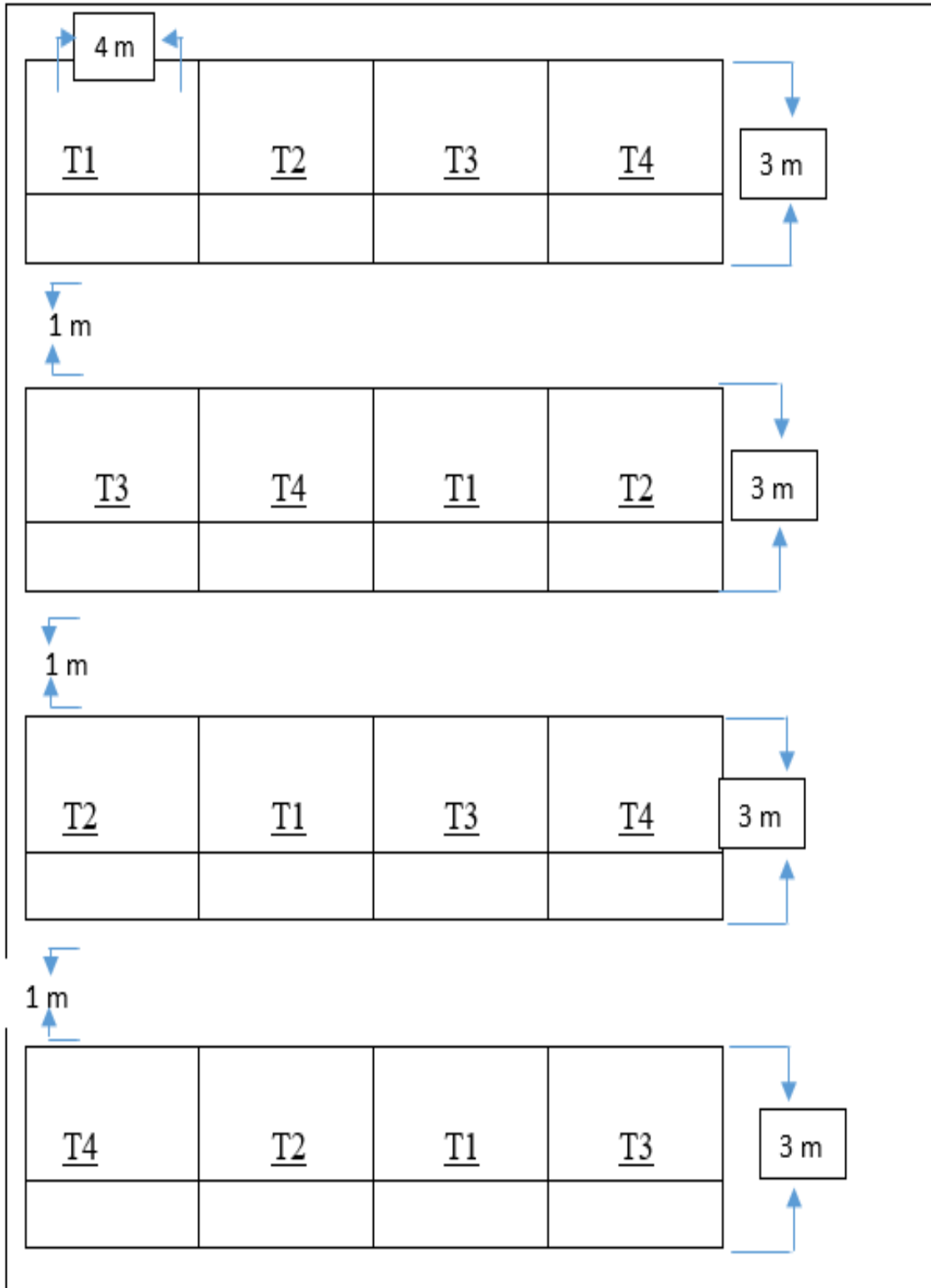


Figura 2. Distribución de los tratamientos en el campo experimental

3.1.6 Variables a estudiar

Determinación de variables

Variables independientes (X).

1. Dosis: La dosis se utiliza según experiencias de la zona de producción.
D1 = 400ml/ha del fungicida pyrimetanol-SC.
D2 = 600ml/ha del fungicida pyrimetanol-SC.
2. Momento de aplicación: La aplicación del fungicida y la dosis será de acuerdo al nivel de severidad de las plantas de fresa.
M1 = Al 5% de severidad
M2 = Al 10% de severidad

Variables dependientes (Y):

Y1: Severidad

Y2: Incidencia (%)

Y3: ABCPE

Y4: Rendimiento en t ha⁻¹.

Evaluación del desarrollo de la enfermedad

La eficacia de la dosis y el momento de aplicación del fungicida Scala contra la *B. cinérea* se realizaron con la siguiente toma de datos.

Severidad de ataque por *Botrytis cinérea* en fresa

Se evaluó 10 plantas seleccionadas al azar por tratamiento, de acuerdo al nivel de severidad. Para ello la severidad se midió de acuerdo al porcentaje de la planta que fue infectada en cuenta de los síntomas este porcentaje está entre un valor de 0 y 100%.

Incidencia de la enfermedad (%)

Se calculó el porcentaje de incidencia usando el número de plantas totales de cada tratamiento experimenta sobre el número de plantas enfermas con el moho blanco en ese mismo tratamiento la formula usada para ello fue el que menciona Agrios (2005) citado por Chávez (2016), la formula se muestra a continuación.

$$\% \text{Incidencia} = \left(\frac{\# \text{ de plantas con marchitez}}{\# \text{ de plantas totales}} \right) \times 1000$$

Obtención del área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE)

Se calculó el AUDPC usando los datos de incidencia para incorporarla al área de progreso del avance del moho blanco de acuerdo al tiempo del ciclo fenológico de la fresa. Este valor se expresará en %-día. Tal como lo menciona Campbell y Madden (1990).

Evaluación de parámetros agronómicos del cultivo de fresa cv. San Andreas

Rendimiento

Para determinar el rendimiento en fresa se evaluó el día de la cosecha, para ello se recolectó frutos pintados con su color comercial en cada tratamiento experimental y por cada repetición, luego se pesó en una balanza analítica teniendo en cuenta que se juntó todos los frutos y no se clasificó por categorías, además se colectaron frutos sin síntomas del moho blanco y solo se colocó en la canasta los frutos sanos por cada tratamiento respectivamente.

3.1.7 Conducción del experimento

Se identificaron el hongo *Botrytis cinérea* mostrando síntomas en fresa del cv. San Andreas en campos de los agricultores de Chaquila en Barranca. Cabe resaltar que los campos se realizó un muestreo en el suelo y de restos y fue llevado al laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ingeniería Agronómica e Industria Alimentaria y Ambientales, donde la Dra. Rosario Utia Pinedo observó mediante el estereoscopio el esclerocio del hongo *Botrytis cinérea* y lo confirmó de acuerdo a lo descrito por Agrijo (2005). Por lo que, ya no fue necesario la inoculación del hongo *B. cinérea* en el campo de nuestro experimento.

Siembra de fresa en las bandejas almacigueras

Se sembró semillas de fresa cv. San Andreas en la bandeja almaciguera, el cual contiene un sustrato hecho de perlita, turba y arena de río. En cada pocillo se colocó dos semillas. Una vez sembrado se realizó riegos cada 3 días contando que el sustrato debe estar húmedo y con nivel hídrico de capacidad de campo.

Es por ello que el almacigo de la fresa debe estar bien acondicionado tomando en cuenta las temperaturas del ambiente ya que este influirá en las condiciones del sustrato y el crecimiento de las plántulas de fresa.

Preparación del material vegetal

Una vez que las plántulas crecen y llegan a tener entre 4 a 5 hojas verdaderas estará listas para llevarse al campo. Para ello nos tomaron 28 días y quedaron listos los plantines. En el 29 al 30 se realizó el transplante de los plantines en el campo e inmediatamente se realizaron el riego y pasado ello se realizaron riego continuos dejando 2 a 3 días y mantener humedecido el campo y salir del estrés del transplante y también permitirá activar los esclerosios del *Botrytis cinera*.

Aplicación de los tratamientos (inoculación)

Al transplante, y en condiciones de temperatura y humedad relativa se llevó a cabo la aplicación de los tratamientos. El fungicida Scala se aplicó en dos dosis respectivamente, la dosis fue la sugerida por el fabricante del producto comercial y la otra dosis se realizó usando criterios entre ellos el grado de infección del hongo y el cálculo de la densidad de siembra la cual fue de 90,000 plantas/ha y el uso del agua con un volumen de 500 L/ha. de acuerdo a la severidad de la enfermedad. En cuanto al tratamiento que fue el testigo no se le aplicó fungicida químico.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

La población fueron plantas de fresa del cv. San Andreas instaladas en un área de 340 m², en la localidad de Chaquilla-Barranca, ubicado en Lima.

3.2.2 Muestra

La muestra fue de diez plantas al azar de fresa del cv. San Andreas de cada unidad experimental de 12m².

3.3 Técnicas de recolección de datos

El registro para recopilación de datos por cada variable evaluado fue la cartilla que se muestra en el ANEXO 2.

3.4 Técnicas para el procesamiento de la información

Se utilizó para el procesamiento de los datos de campo para las variables evaluadas el software estadístico SAS.

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1 Índice de severidad de *Botrytis cinérea* en fresa cv. San Andreas

En la Tabla 3 se muestra el análisis de variancia para el índice de severidad de *Botrytis cinérea*. Se puede observar que para bloques y para interacción dosis por momento de aplicación no se presentó diferencias significativas; en cambio para las fuentes dosis y momento de aplicación sí se presentó diferencias significativas ($P < 0,01$). El coeficiente de variación fue de 25,31%, valor considerado como alto según Calzada (1982) por lo que estos resultados deben ser tomados con cautela.

Tabla 3

Análisis de varianza para el índice de severidad de B. cinérea en fresa cv. San Andreas

F.V.	G.L.	SC	CM	F	P	Sig
Bloque	3	0,69	0,23	0,45	0,7221	NS
D	1	3,06	3,06	6,04	0,0363	*
M	1	14,06	14,06	27,74	0,0005	**
D*M	3	0,06	0,06	0,12	0,7336	NS
Error	9	4,56	0,51			
Total	15	22,44				

C.V. = 25,31 %

NS = no significativo, ** = altamente significativo ($P < 0,01$), * = significativo ($P < 0,05$).

Analizando las dosis, según la prueba de Tukey al 5%, con la aplicación de 400 mL ha⁻¹ de Pyrimetani-SC se obtuvo el mayor valor de severidad con 3,25; en tanto que con 600 mL ha⁻¹ de Pyrimetani-SC, el índice de severidad fue menor, alcanzando un valor de 2,38% (Tabla 4 y Figura 3).

Tabla 4

Dosis de Pyrimetani-SC para el índice de severidad de B. cinérea en fresa cv. San Andreas

Nº	Dosis de aplicación	Promedio
1	Dosis de 400 ml/ha de Pyrimetani-SC	3,25 A
2	Dosis de 600 ml/ha de Pyrimetani-SC	2,38 B

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes

Con respecto al momento de aplicación de Pyrimetani-SC, según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad (Tabla 5 y Figura 3) con 10% de severidad se obtiene un mayor índice de severidad con un promedio de 3,75 en comparación al de 5%, que presentó 1,88 de índice de severidad.

Tabla 5

Momento de aplicación de Pyrimetani-SC para el índice de severidad de *B. cinérea* en el cultivo de fresa cv. San Andreas

Nº	Momento de aplicación	Promedio	
1	Al 10% de severidad	3,75	A
2	Al 5% de severidad	1,88	B

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes

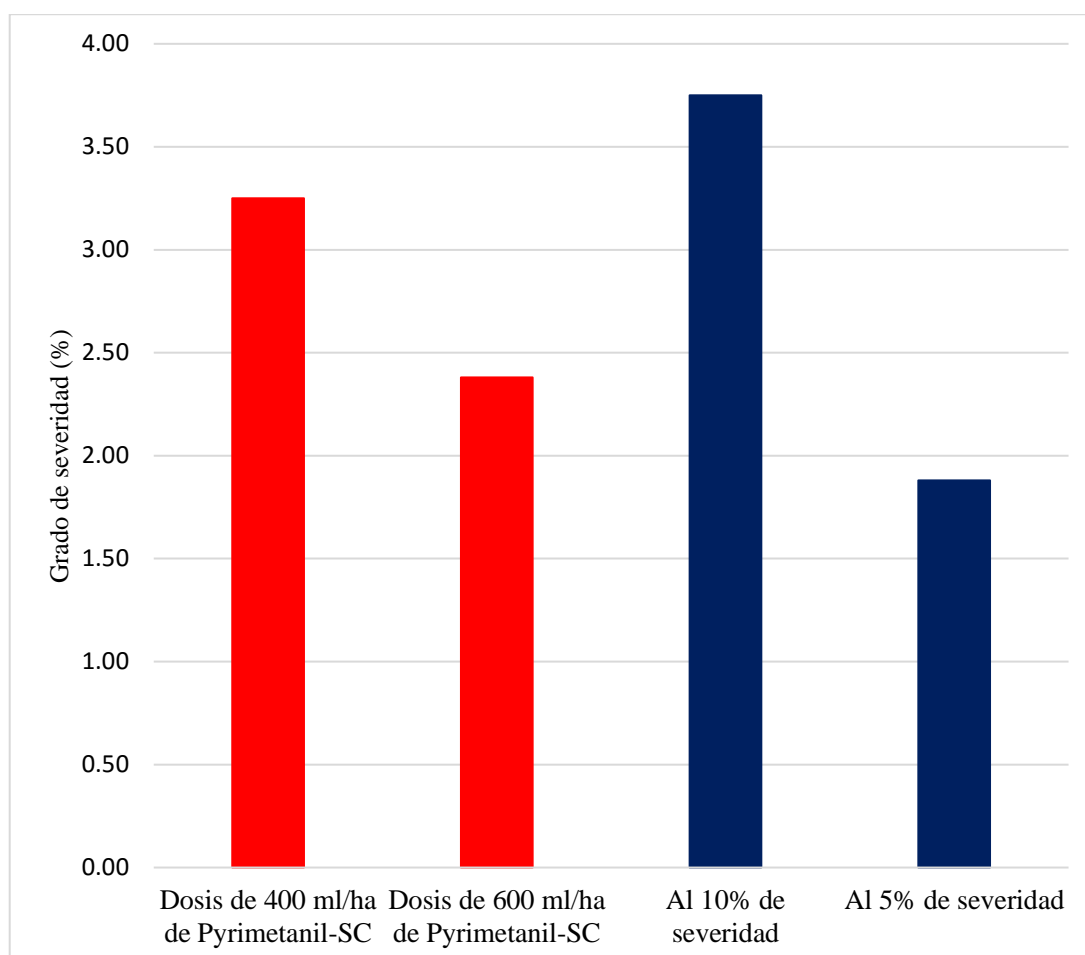


Figura 3. Comparación de dosis y momento de aplicación de Pyrimetani-SC para el índice de severidad de *Botrytis cinérea* en fresa cv. San Andreas

4.2 Incidencia de *Botrytis cinérea* en fresa cv. San Andreas

En la Tabla 6 se muestra el análisis de variancia para la incidencia de *Botrytis cinérea*. Se puede observar que para bloques y para interacción dosis por momento de aplicación no se presentó diferencias significativas; en cambio para las fuentes dosis y momento de aplicación sí se presentó diferencias significativas ($P < 0,01$). El coeficiente de variación fue de 13,55%, valor considerado como medio según Calzada (1982) por lo que los datos son confiables.

Tabla 6

Análisis de varianza para la incidencia de Botrytis cinérea en fresa cv. San Andreas

F.V.	G.L.	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	150,00	50,00	0,90	0,4782	NS
D	1	900,00	900,00	16,20	0,003	**
M	1	1225,00	1225,00	22,05	0,0011	**
D*M	1	25,00	25,00	0,45	0,5192	NS
Error	9	500,00	55,56			
Total	15	2800,00				

C.V. = 13,55 %

NS = no significativo, ** = altamente significativo ($P < 0,01$), * = significativo ($P < 0,05$).

Analizando las dosis, según la prueba de Tukey al 5%, con la aplicación de 400 mL ha⁻¹ de Pyrimetanil-SC se obtuvo el mayor valor de incidencia con 62,50; en tanto que con 600 mL ha⁻¹ de Pyrimetanil-SC, la incidencia fue menor, alcanzando un valor de 47,50% (Tabla 7 y Figura 4).

Tabla 7

Dosis de Pyrimetanil-SC para la incidencia de Botrytis cinérea en fresa cv. San Andreas

Nº	Dosis de aplicación	Promedio (%)	
1	Dosis de 400 ml/ha de Pyrimetanil-SC	62,50	A
2	Dosis de 600 ml/ha de Pyrimetanil-SC	47,50	B

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes

Con respecto al momento de aplicación de Pyrimetanol-SC, según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad (Tabla 8 y Figura 4) con 10% de severidad se obtiene una mayor incidencia con un promedio de 63,75 en comparación al de 5%, que presentó 46,25% de incidencia.

Tabla 8

Momento de aplicación de Pyrimetanol-SC para la incidencia de *B. cinérea* en fresa cv. San Andreas

N°	Momento de aplicación	Promedio (%)	
1	Al 10% de severidad	63,75	A
2	Al 5% de severidad	46,25	B

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes

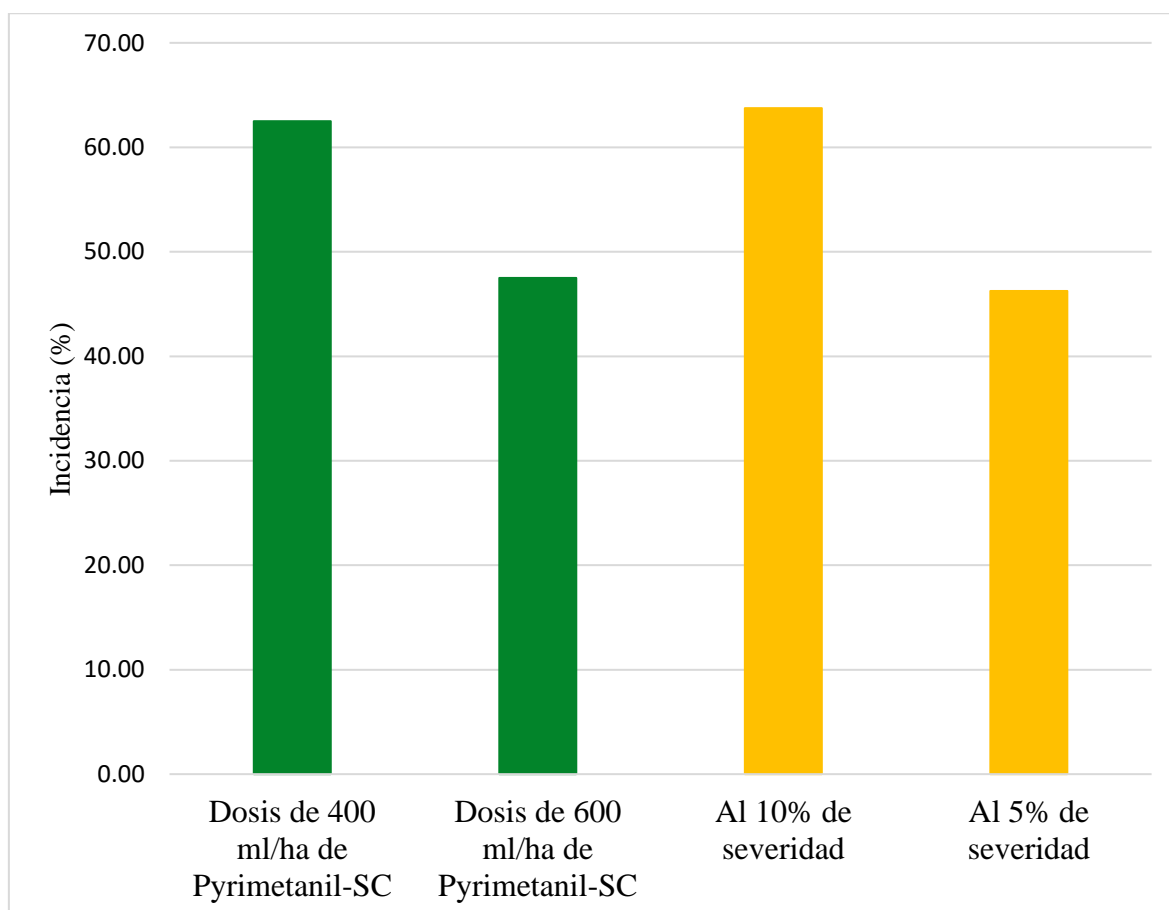


Figura 4. Comparación de dosis y momento de aplicación de Pyrimetanol-SC para la incidencia de *Botrytis cinérea* en fresa cv. San Andreas

4.3 Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) en dosis y momento de aplicación de Pyrimetanil-SC para el control de *B. cinérea* en fresa

En la Tabla 9 se muestra el análisis de variancia para la ABCPE. Se puede observar que para bloques y para interacción dosis por momento de aplicación no se presentó diferencias significativas; en cambio para las fuentes dosis y momento de aplicación sí se presentó diferencias significativas ($P < 0,01$). El coeficiente de variación fue de 15,24%, valor considerado como medio según Calzada (1982) por lo que los datos son confiables.

Tabla 9

Análisis de varianza para el ABCPE en el control de B. cinérea en fresa cv. San Andreas

Fuente de Variación	G.L.	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	104,69	34,90	0,07	0,9726	NS
D	1	5439,06	5439,06	11,48	0,008	**
M	1	26814,06	26814,06	56,60	<,0001	**
D*M	1	976,56	976,56	2,06	0,1849	NS
Error	9	4264,06	473,78			
Total	15	37598,44				

C.V. = 15,24 %

NS = no significativo, ** = altamente significativo ($P < 0,01$), * = significativo ($P < 0,05$).

Analizando las dosis, según la prueba de Tukey al 5%, con la aplicación de 400 mL ha⁻¹ de Pyrimetanil-SC se obtuvo el mayor valor del ABCPE con 161,25; en tanto que con 600 mL ha⁻¹ de Pyrimetanil-SC, el ABCPE fue menor, alcanzando un valor de 124,38 (Tabla 10 y Figura 5).

Tabla 10

Dosis de Pyrimetanil-SC para el ABCPE sobre el control de B. cinérea en fresa cv. San Andreas

Nº	Dosis de aplicación	Promedio	
1	Dosis de 400 ml/ha de Pyrimetanil-SC	161,25	A
2	Dosis de 600 ml/ha de Pyrimetanil-SC	124,38	B

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes

Con respecto al momento de aplicación de Pyrimetaniil-SC, según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad (Tabla 11 y Figura 5) con 10% de severidad se obtiene una mayor ABCPE con un promedio de 183,75 en comparación al de 5%, que presentó 101,88 de ABCPE.

Tabla 11

Momento de aplicación para el ABCPE sobre el control de *B. cinérea* en fresa cv. San Andreas

Nº	Momento de aplicación	Promedio	
1	Al 10% de severidad	183,75	A
2	Al 5% de severidad	101,88	B

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes

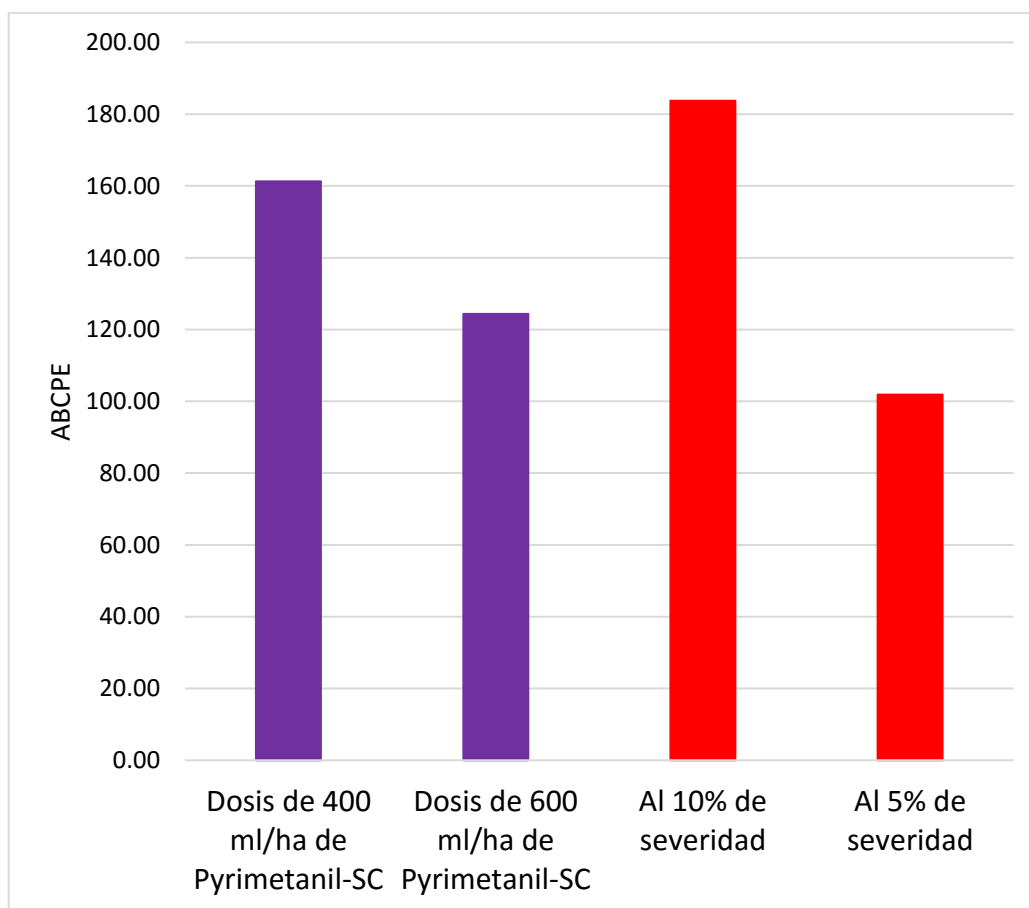


Figura 5. Comparación de dosis y momento de aplicación de Pyrimetaniil-SC para ABCPE de *Botrytis cinérea* en fresa cv. San Andreas

4.4 Eficiencia de Pyrimetanol-SC sobre el control de *B. cinérea* en fresa cv. San Andreas

En la Tabla 12 se muestra el análisis de variancia para la eficiencia de Pyrimetanol-SC en el control de *Botrytis cinérea* en fresa. Se puede observar que para bloques y para interacción dosis por momento de aplicación no se presentó diferencias significativas; en cambio para las fuentes dosis y momento de aplicación sí se presentó diferencias significativas ($P < 0,01$). El coeficiente de variación fue de 25,54%, valor considerado como alto según Calzada (1982) por lo que estos resultados deben ser tomados con cautela.

Tabla 12

Análisis de varianza para la eficiencia de Pyrimetanol-SC sobre el control de B. cinérea en fresa cv. San Andreas

FV.	G.L.	SC	CM	F	P	Sig
Bloque	3	275	91,67	0,45	0,7221	NS
D	1	1225	1225	6,04	0,0363	*
M	1	5625	5625	27,74	0,0005	**
D*M	1	25	25	0,12	0,7336	NS
Error	9	1825	202,78			
Total	15	8975				

C.V. = 25.54 %

NS = no significativo, ** = altamente significativo ($P < 0,01$), * = significativo ($P < 0,05$).

Analizando las dosis, según la prueba de Tukey al 5%, con la aplicación de 600 mL ha⁻¹ de Pyrimetanol-SC se obtuvo el mayor valor de eficiencia de control con 52,50%; en tanto que con 400 mL ha⁻¹ de Pyrimetanol-SC, la eficiencia de control fue menor, alcanzando un valor de 35% (Tabla 13 y Figura 6).

Tabla 13

Dosis de Pyrimetanol-SC para la eficiencia de Pyrimetanol-SC sobre el control de B. cinérea en fresa cv. San Andreas

Nº	Dosis de aplicación	Promedio	
1	Dosis de 600 ml/ha de Pyrimetanol-SC	52,50	A
2	Dosis de 400 ml/ha de Pyrimetanol-SC	35,00	B

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes

Con respecto al momento de aplicación de Pyrimetaniil-SC, según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad (Tabla 14 y Figura 6) con 10% de severidad se obtiene una mayor eficiencia sobre el control de *Botrytis cinérea* en fresa cv. San Andreas con un promedio de 62,50% en comparación al de 5%, que presentó 25% de eficiencia sobre el control.

Tabla 14

Momento de aplicación para la eficiencia de Pyrimetaniil-SC sobre el control de B. cinérea en fresa cv. San Andreas

Nº	Momento de aplicación	Promedio (%)	
1	Al 5% de severidad	62,50	A
2	Al 10% de severidad	25,00	B

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes

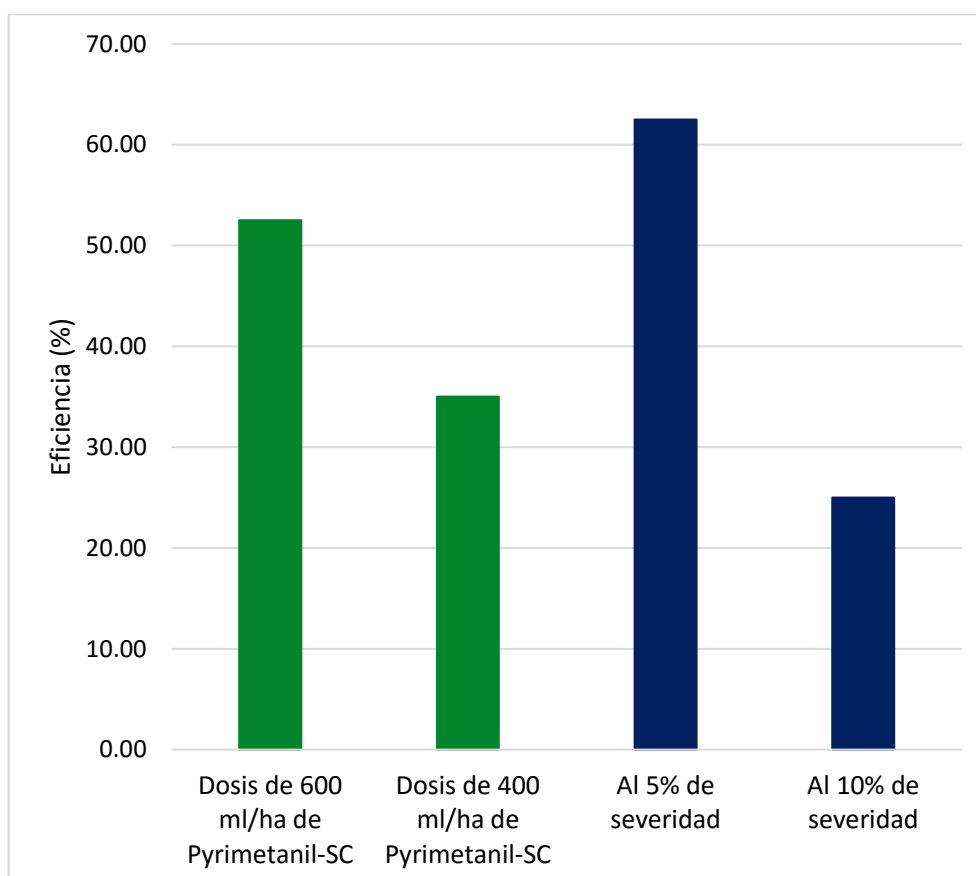


Figura 6. Comparación de dosis y momento de aplicación de Pyrimetaniil-SC para la eficiencia de Pyrimetaniil-SC sobre el control de *B. cinérea* en fresa cv. San Andreas

4.5 Rendimiento de fresa

En la Tabla 15 se muestra el análisis de variancia para el rendimiento de fresa. Se puede observar que para bloques y para interacción dosis por momento de aplicación no se presentó diferencias significativas; en cambio para las fuentes dosis y momento de aplicación sí se presentó diferencias significativas ($P < 0,01$). El coeficiente de variación fue de 4,61%, valor considerado como bajo según Calzada (1982) por lo que los datos son confiables.

Tabla 15

Análisis de varianza para el rendimiento de fresa cv. San Andreas

Fuente de Variación	G.L.	SC	CM	F	P	Sig.
Bloque	3	3349577,19	1116525,73	1,34	0,322	NS
D	1	15974010,56	15974010,56	19,15	0,0018	**
M	1	79606545,06	79606545,06	95,43	<,0001	**
D*M	1	1501,56	1501,56	0	0,9671	NS
Error	9	7507999,6	834222,2			
Total	15	106439633,9				

C.V. = 4,61%

NS = no significativo, ** = altamente significativo ($P < 0,01$), * = significativo ($P < 0,05$).

Analizando las dosis, según la prueba de Tukey al 5%, con la aplicación de 600 mL ha⁻¹ de Pyrimetanol-SC se obtuvo el mayor valor de rendimiento de fresa con 20801,6 kg/ha; en tanto que con 400 mL ha⁻¹ de Pyrimetanol-SC, el rendimiento de fresa fue menor, alcanzando un valor de 18803,3 kg/ha (Tabla 16 y Figura 6).

Tabla 16

Dosis de Pyrimetanol-SC para el rendimiento de fresa cv. San Andreas

Nº	Dosis de aplicación	Promedio (kg/ha)	
1	Dosis de 600 ml/ha de Pyrimetanol-SC	20801,6	A
2	Dosis de 400 ml/ha de Pyrimetanol-SC	18803,3	B

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes

Con respecto al momento de aplicación de Pyrimetaniil-SC, según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad (Tabla 17 y Figura 6) con 5% de severidad se obtiene un mayor rendimiento de fresa cv. San Andreas con un promedio de 18803,3 kg/ha en comparación al de 10%, que presentó 17571,9 kg/ha de fresa cv. San Andreas.

Tabla 17

Momento de aplicación para el rendimiento de fresa cv. San Andreas

N°	Momento de aplicación	Promedio (kg/ha)	
1	Al 5% de severidad	22033,1	A
2	Al 10% de severidad	17571,9	B

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes

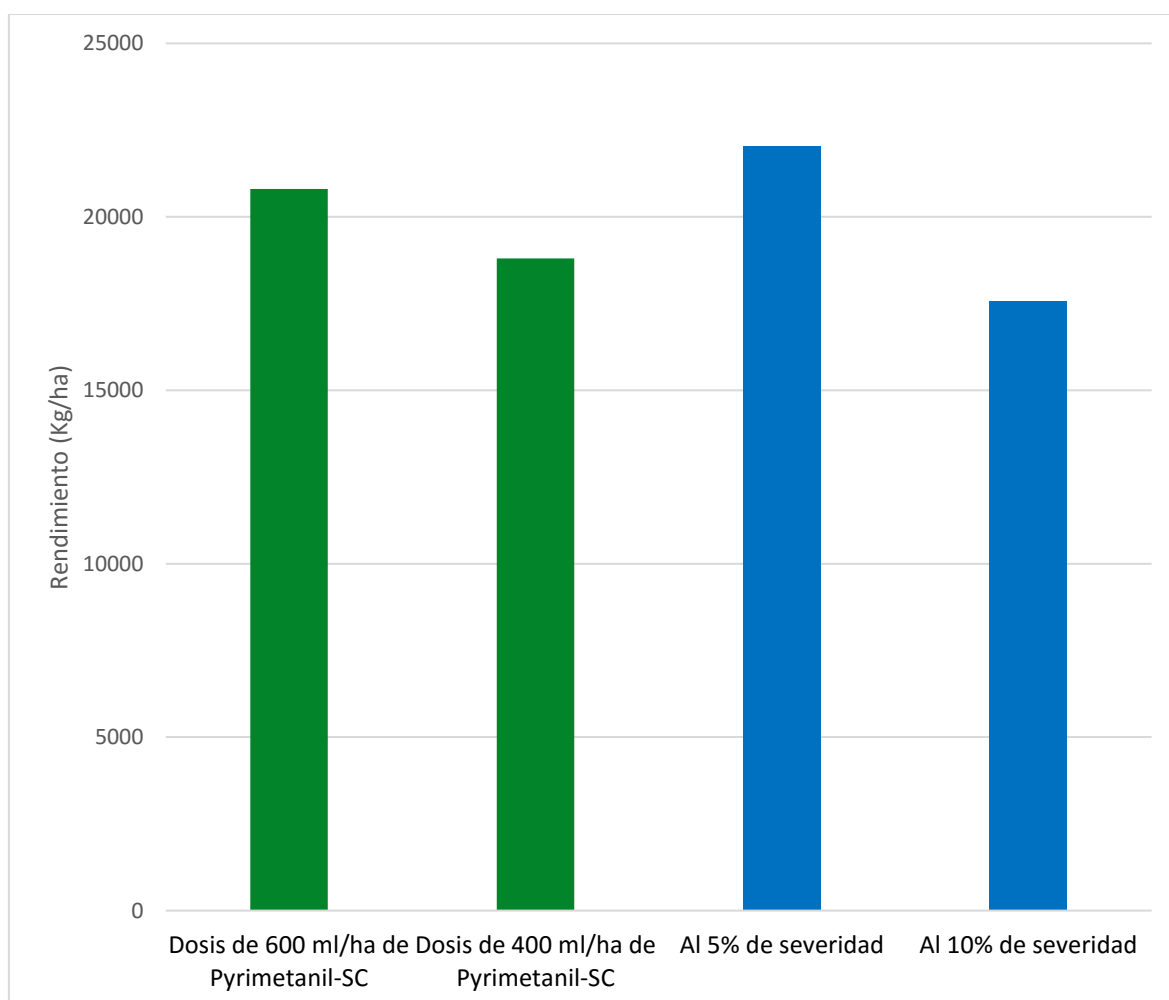


Figura 7. Comparación de dosis y momento de aplicación de Pyrimetaniil-SC para el rendimiento de fresa cv. San Andreas

CAPITULO V. DISCUSIONES

5.1 Índice de severidad de *Botrytis cinérea* en fresa cv. San Andreas

Los resultados del índice de severidad de *Botrytis cinérea* indican que a menor dosis la fresa tiene mayor índice de severidad y a mayor dosis existe menos severidad en las plantas. Resultados se asemejan a los mostrados por Merchán et al. (2014) quienes luego de evaluar Pyrimetanil-SC para controlar *Botrytis cinerea* en fresa y su calidad que posee el fruto, encontraron que Pyrimetanil-SC a dosis de 600ml/ha reduce la severidad del hongo, llegando hasta a grado de 2 de severidad y el testigo sin aplicación reporta el mayor grado de severidad “5”, asimismo, mencionan que la aplicación de este fungicida controla esta enfermedad de *Botrytis cinérea*.

Asimismo, estos resultados concuerdan con Mouden et al. (2016) quienes en su investigación sobre el control químico de *B. cinerea* en fresa, observaron que el control con Pyrimetanil a dosis de logró inhibir la germinación conidial de este hongo con porcentajes que osciló entre 69.8 y 100%, cuando se utilizó 400 ml/ha. Además, el Pyrimetanil apareció moderadamente eficaz en la inhibición del 70% de la podredumbre causada por *B. cinérea*, con más capacidad para reprimir el crecimiento que la producción de conidios y la germinación de aislamientos de *B. cinerea*.

5.2 Incidencia de *Botrytis cinérea* en el cultivo de fresa cv. San Andreas

En cuanto incidencia de *Botrytis cinérea* en fresa indican que a menor dosis obtuvo el mayor valor de incidencia y a mayor dosis reporta el valor más bajo de incidencia.

Asimismo, concuerdan con lo reportado por Pazmiño (2018) quien evaluando un método alternativo para controlar *Botrytis Cinerea* en fresa, demostraron que a dosis de 500ml/ha de Pyrimetanil-SC reporta mayor control de *Botrytis cinerea* y llega a presentar una incidencia de 41,67% a los 40 días después de la primera aplicación a diferencia del testigo sin aplicación cuya incidencia fue del 95.83%.

5.3 ABCPE en dosis y momento de aplicación de Pyrimetanol-SC para el control de *B. cinérea* en fresa.

En el caso de ABCPE los resultados para la variable ABCPE presenta que a mayor dosis obtuvo el menor valor de ABCPE y al aplicar al momento de 5% de severidad se obtiene menor área ABCPE.

Resultados se asemejan a Bartra (2017) quien, evaluando el efecto de los fungicidas químicos en el control de *B. cinérea*, demostró que el efecto de fungicida sintético reporto menos área ABCPE con 90 de área de la enfermedad indicando tasas de infección bajas. Sosteniendo que a menor ABCPE se tiene una menor tasa de infección.

Esto es corroborado con Panimboza (2017) quien al evaluar la patogenicidad y susceptibilidad de *Botrytis cinérea* mediante la concentración de 500ml/ha de Pirimetanol reportaron que este fungicida inhibe el 100% del crecimiento micelial de *B. cinérea*. Reportando inhibición del crecimiento micelial del hongo en condiciones de laboratorio.

5.4 Eficiencia de Pyrimetanol-SC sobre el control de *B. cinérea* en fresa cv. San Andreas

Para la variable eficiencia de Pyrimetanol-SC sobre el control de *B. cinérea* en fresa cv. San Andreas indica que a mayor dosis (600 ml/ha de Pyrimetanol-SC) tuvo el mayor porcentaje de eficiencia. Al aplicar al momento del 5% de severidad presenta mayor porcentaje de eficiencia.. Resultados se asemejan a Mertely et al. (2002) quien en su investigación sobre el momento correcto de aplicación del fungicida, indicando que la programación de aplicaciones de fungicidas para *B. cinérea* está a base a la etapa de desarrollo de flores y frutas de fresa menciona que la eficacia del fungicida para el control se ve afectada significativamente por la etapa de floración por el ataque de este hongo fitopatógeno, es decir las flores abiertas son el principal campo de infección, y por tanto una aplicación de Pyrimetanol-SC a dosis de 600 ml/ha durante la floración controla con éxito la podredumbre de la fruta de *Botrytis*, mientras que las aplicaciones para la fruta verdes, fueron progresivamente menos efectivas. Por lo tanto, sugieren que se deben aplicar fungicidas protectores tan pronto como se abran las flores o dentro de unos días de la anthesis para controlar eficazmente la podredumbre de la fruta de *Botrytis*.

Asimismo, Mertely et al. (2002) señala que la efectividad de Pyrimetanol-SC a 600 ml/ha sugieren que el control se ve cada vez más comprometido a medida que se retrasa el tiempo de aplicación. Por lo tanto, los fungicidas protectores deben aplicarse con frecuencia durante los períodos de floración para proteger las flores susceptibles que se abren a diario. Sin embargo, la protección de todas las flores no es factible debido a problemas técnicos para lograr una cobertura completa de la pulverización. Además, las aplicaciones frecuentes de fungicidas son difíciles de coordinar con intervalos de recolección de 2 a 3 días comunes en fresa y no deseables por razones económicas, ambientales, de salud, de seguridad y reglamentarias. Resultados también se asemejan a Zárate (2012) quien evaluando la sensibilidad de *B. cinerea* con el uso del fungida Scala 40SC (pyrimetanol) encontró que con este fungicida se obtuvo altos los valores de la concentración efectiva.

Es corroborado por Capelo y Roche (2010) quien luego de evaluar la acción de controlar *Botrytis cinerea* con 10 fungicidas en fresa, demostraron que el fungicida Pyrimetanol (Scala 40 SC) a una dosis de 1 cc/l, reportó un 91.18% de reducción del ataque del hongo *Botrytis cinerea*, en cambio las dosis de 1.5 y 2 cc/l obtuvo un 100% de reducción del ataque del hongo, indicando que la eficiencia del fungicida está determinado por el momento y dosis, sosteniendo que a mayor dosis de Pyrimetanol presenta mayor control de *Botrytis cinerea*.

De igual manera se ha hallado por Calvo (2013) quien al evaluar el control de *B. cinerea* con el uso del fungida pyrimetanol, demostró que la aplicación del fungicida reporta un alto porcentaje de eficiencia en el control de *B. cinerea* en fresa con 44 a 96 % de eficiencia del control. Asimismo, Alizadeh et al (2007) quien evaluando los efectos del control químico sobre el agente *B. cinerea* en fresa demostró que los fungicidas causaron una disminución en la enfermedad después de la cosecha, ya que el tratamiento más efectivo de control químico fue el fungicida químico benomil con 68.33%.

5.5 Rendimiento de fresa

En cuanto al rendimiento de fresa cv. San Andreas indica que a mayor dosis obtiene el mayor rendimiento. Al aplicar al momento del 5% de obtuvo mayor rendimiento en fresa cv. San Andreas. Estos resultados se asemejan a lo reportado por Llanos (2017) quien evaluando el control de *Botrytis cinerea* mediante el uso de Pirimetanol-SC, demostró que Pirimetanol-SC mostraron altos rendimientos de frutos de fresa.

Asimismo, Alizadeh et al. (2007) quien evaluando la capacidad de los fungicidas en control de *Botrytis cinérea*, demostraron que los fungicidas retrasan la germinación micelológica de los esclerocios a y reducen la severidad de la enfermedad y en consecuencia aumenta el rendimiento de la fresa.

Teniendo en cuenta que *Botrytis cinerea* es un patógeno necrotrófico que causa un problema importante en la exportación y poscosecha de fresa, por lo que el uso inadecuado de fungicidas conduce a la resistencia entre los patógenos fúngicos (Kim et al., 2016). Ello coincide en la investigación de Legard et al. (2001) quienes mencionan que este patógeno causa pérdidas de rendimiento de más del 50% si no se maneja bien, en cambio las aplicaciones de Pirimetanil-SC durante floración de la fresa obtiene un mayor control y genera mayor rendimiento.

Esto es corroborado por Mouden et al. (2016) quien evaluando Pyrimetanil en el control de *B. cinérea*, demostraron que Pyrimetanil proporcionó una protección máxima después del tratamiento preventivo o curativo y tiene bajo riesgo de resistencia, además de su perfil toxicológico y ambiental favorable, ha completado un control patógeno significativo. En consecuencia, su uso en el control químico previo a la recolección de hongos patógenos de las fresas sería beneficioso e interferir con otra que es una ventaja posible para reducir el riesgo de desarrollo de resistencia y la aparición de enfermedades fúngicas.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

La dosis con 600 ml/ha de Pyrimetaniil-SC aplicado a 5% de severidad controló significativamente el moho gris (*Botrytis cinérea*), en fresa cv. San Andreas en Chaquila-Barranca.

La dosis con 600 ml/ha de Pyrimetaniil-SC fue la más eficiente con 52.5% en el control de moho gris en el cultivo de fresa cv. San Andreas en Chaquila-Barranca.

En cuanto al momento de aplicación a 5% de severidad fue la más eficiente con 62.5% en la reducción de la severidad de *Botrytis cinérea* en el cultivo de fresa cv. San Andreas en Chaquila-Barranca.

6.2 Recomendaciones

Recomendar Pyrimetaniil-SC a una dosis de 600 ml/ha en base a los resultados y conclusiones para que los productores de fresa en Barranca incluyan en el control de *Botrytis cinérea* en el cultivo de fresa cv. San Andreas.

Validar los resultados obtenidos, realizando nuevamente la presente investigación en la misma zona con Pyrimetaniil-SC a una dosis de 600 ml/ha usando la misma metodología.

Recomendar Pyrimetaniil-SC a una dosis de 600 ml/ha en diferentes zonas productoras de fresa para evaluar el control de *Botrytis cinérea* en el cultivo de fresa cv. San Andreas.

REFERENCIAS

6.1 Fuentes bibliográficas

- Achicanoy L., J. (2000). Descripción cuantitativa de las epidemias de las plantas. *Revista de la Facultad Nacional de Agronomía, Medellín*, 53(1), 941–968.
- Amézquita, M. (2018). Niveles de “bocashi” y “microorganismos eficaces” en el rendimiento de fresa (*Fragaria x ananassa Duch*) Cv. Selva en condiciones de zonas áridas – Irrigación Majes (tesis pregrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú.
- Alizadeh HR, Sharifi-Tehrani A, Hedjaroude GA. (2007). Evaluation of the effects of chemical versus biological control on *Botrytis cinerea* agent of gray mould disease of strawberry. *Commun Agric Appl Biol Sci*. 72(4), 795-800.
- Álvarez, A., Silva, H., Leyva, S., Marbán, N. y Rebollar, A. (2017). Resistance of botrytis cinerea from strawberry (*Fragaria x ananassa Duch.*) to fungicides in michoacan mexico resistencia de *Botrytis cinerea* de fresa (*Fragaria x ananassa Duch.*) a fungicidas en Michoacán México. *Agrociencia* 51, 783-798.
- Altamirano, R. (2004). *El cultivo de la fresa para el ciclo otoño-invierno, en California, Estados Unidos De Norte América* (tesis pregrado). Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México.
- Bartra, A. (2017). *Efecto de fungicidas orgánicos y químico en el control del moho gris (Botrytis cinerea Pers.) de la granadilla (Passiflora ligularis juss.) en el distrito de Molino De La Región Huánuco* (tesis pregrado). Universidad Nacional Agraria De La Selva, Tingo María, Perú.
- Bonet, J. (2010). *Desarrollo y caracterización de herramientas genómicas en Fragaria diploide para la mejora del cultivo de fresa* (tesis doctoral). Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, España.
- Calvo, C. (2013). *Control de la podredumbre por Botrytis cinerea mediante la aplicación de Candida sake CPA-1 y otras estrategias alternativas a los fungicidas químicos en uva de vinificación* (tesis doctoral). Universitat de Lleida, Lleida, España.

- Capelo, G. y 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* (tesis pregrado). Universidad De Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- Chávez, P. (2016). *Control del moho gris (Botrytis cinerea Pers.) en Begonia rex con fungicidas químicos y biológicos* (tesis pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Chiqui, F. y Lema, M. (2010). *Evaluación del rendimiento en el cultivo de fresa (Fragaria sp) variedad oso grande, bajo invernadero mediante dos tipos de fertilización (orgánica y química) en la parroquia Octavio Cordero Palacios, Cantón Cuenca* (tesis pregrado). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador.
- Cordova, L., Amiri, A. and Peres, N. (2017). Effectiveness of fungicide treatments following the Strawberry Advisory System for control of Botrytis fruit rot in Florida. *Crop Protection* 100, 163-167.
- Hollomon, D. (2015). Fungicide Resistance: Facing the Challenge. *Plant Protect. Sci.* 51(4), 170–176.
- Ishii, H. y Hollomon, H. (2015). *Fungicide Resistance in Plant Pathogens: Principles and a Guide to Practical Management*. Publisher Springer Japan. Edition Number 1. 490p.
- Kim, J., Shin, J., Gumilang, A., Chung, K., Choi, K. and Kim, K. (2016). Effectiveness of Different Classes of Fungicides on Botrytis cinerea Causing Gray Mold on Fruit and Vegetables. *Plant Pathol. J.* 32(6), 570-574
- Maldonado, D. (2018). *Pruebas de sensibilidad de dos fungicidas unisitio para el control de Botrytis sp. en el cultivo de rosa* (tesis pregrado). Universidad Central Del Ecuador. Quito- Ecuador.
- Medina, J. (2015). *Evaluación de cuatro abonos orgánicos en la producción de la fresa (Fragaria chiloensis) variedad albión en la granja educativa del colegio bachillerato San Vicente Ferrer De La Parroquia Chuquiribamba Cantón Loja – Provincia De Loja* (tesis pregrado). Universidad Nacional De Loja, Loja, Ecuador.
- Merchán, J., Ferrucho, R. y Álvarez, G. (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.

- Mertely, J. C., MacKenzie, S. J., and Legard, D. E. (2002). Timing of fungicide applications for *Botrytis cinerea* based on development stage of strawberry flowers and fruit. *Plant Dis.* 86, 1019-1024.
- Legard, D.E., Xiao, C. L., Mertely, J. C. and Chandler, C. K. (2001). Management of *Botrytis* Fruit Rot in Annual Winter Strawberry Using Captan, Thiram, and Iprodione. *Plant Disease* 85(1), 31-39.
- Llanos, A. (2017). *Control de Botrytis cinerea pers. en fresa (Fragaria x ananassa Duch.) cv. aromas mediante fungicidas biológicos y químicos en Huaral* (tesis pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Mouden, N., Chliyeh, M., Benkirane, R., Ouazzani, T. and Douira, A. (2016). Chemical control of some strawberries fungal pathogens by foliarfungicides under in vitro and in vivo conditions. *International Journal of Recent Scientific Research* 7(2), 9037-9051
- Oliveira, E., Soares, T., Barbosa, C., Santos, H. & Nunes, O. (2013). Severidade de doenças em maracujazeiro para identificação de fontes de resistência em condições de campo. *Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal* 35(2), 485-49.
- Panimboza, J. (2017). *Patogenicidad y susceptibilidad in vitro a fungicidas de Botrytis cinerea pers. causante del moho gris en el cultivo de Fragaria vesca L cv. Albion* (tesis pregrado). Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Pazmiño, N. (2018). Métodos alternativos de fungicidas para control de *Botrytis Cinerea* en fresa (*Fragaria Vesca*). *INNOVA Research Journal*, 3 (2.1), 52-58.
- Plascencia, R. (2011). *Bacterias antagonicasaisladas de fresa, como controladoras de Botrytis cinerea y Rhizopus stolonifer en frutos de fresa postcosecha* (tesis pregrado). Instituto Politécnico Nacional. Jiquilpan, Michoacán, México.
- Rivera, F. (2011). *Propiedades antioxidantes de extractos metanólicos de fruta de fresa de variedades mexicanas y extranjeras* (tesis pregrado). Instituto Politécnico Nacional. Jiquilpan, Michoacán, México.
- Sánchez, J. (1999). *El cultivo de la fresa (Fragaria spp.) en el bajío y su comercialización* (tesis pregrado). Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. Buenavistas. Saltillo, Coahuila, México.

Tomalo, M. (2015). *Caracterización morfológica de hongos fitopatógenos en el cultivo de fresa (Fragaria vesca) en el sector de Salache Barbapamba, Cantón Salcedo, Cotopaxi* (tesis pregrado). Universidad Técnica De Cotopaxi, Cotopaxi, Ecuador.

Zaragoza, R. (2013). *Evaluación de Técnicas Hidropónicas de Producción en el Cultivo de Fresa (Fragaria x ananassa) Bajo Invernadero* (tesis posgrado). Centro De Investigación En Química Aplicada. Saltillo, Coahuila, México.

Zárate, G. (2012). *Análisis de sensibilidad de fungicidas utilizados en el combate de Botrytis cinérea in vivo utilizando plántulas de tomate (Solanum lycopersicum)* (tesis pregrado). Universidad de Costa Rica. Rodrigo Facio, Costa Rica.

6.2 Fuentes hemerográficas

6.3 Fuentes documentales

Koike, S. y Bolda, M. (2016). *Guía del Moho Gris, o Pudrición de Fresa*. California Strawberry Commission Production Guideline. UC Cooperative Extension.

Laranjeira, F. (2005). *Problemas e perspectivas da avaliação de doenças como suporte ao melhoramento do maracujazeiro*. In: Faleiro, F. G.; Junqueira, N. T.V.; Braga, M. F. Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina: Embrapa Cerrados. p.161-184.

6.4 Fuentes electrónicas

Bayer. (2019). *Scala® SC*. Recuperado en:

<https://www.cropscience.bayer.ec/~media/Bayer%20CropScience/Peruvian/Country-Ecuador-internet/PAGIN%20WEB%20BAYER%20ECUADOR/PRODUCTOS/Fichas%20Tecnicas/SCALA.ashx>

BASF. (2017). *Fungicida Scala*. Recuperado en:

<https://www.agro.basf.es/es/Productos/Cat%C3%A1logo-Agro/Scala.html>

ANEXOS

ANEXO 1. Datos de campo

Tabla 18

Datos de severidad

Tratamiento	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
T1: Dosis de 400ml/ha de Pyrimetani-SC al 5% de severidad.	3	3	2	1	9	2.25
T2: Dosis de 400ml/ha de Pyrimetani-SC al 10% de severidad.	4	4	5	4	17	4.25
T3: Dosis de 600ml/ha de Pyrimetani-SC al 5% de severidad.	1	2	1	2	6	1.50
T4: Dosis de 600ml/ha de Pyrimetani-SC al 10% de severidad	3	3	4	3	13	3.25
TOTAL	11	12	12	10	45	2.81

Tabla 19

Datos de incidencia

Tratamiento	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
T1: Dosis de 400ml/ha de Pyrimetani-SC al 5% de severidad.	50	60	60	50	220	55.00
T2: Dosis de 400ml/ha de Pyrimetani-SC al 10% de severidad.	70	60	80	70	280	70.00
T3: Dosis de 600ml/ha de Pyrimetani-SC al 5% de severidad.	40	30	30	50	150	37.50
T4: Dosis de 600ml/ha de Pyrimetani-SC al 10% de severidad	60	50	60	60	230	57.50
TOTAL	220	200	230	230	880	55.00

Tabla 20*Datos de ABCPE*

Tratamiento	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
T1: Dosis de 400ml/ha de Pyrimetani-SC al 5% de severidad.	110	110	120	110	450	112.50
T2: Dosis de 400ml/ha de Pyrimetani-SC al 10% de severidad.	180	220	210	230	840	210.00
T3: Dosis de 600ml/ha de Pyrimetani-SC al 5% de severidad.	90	100	95	80	365	91.25
T4: Dosis de 600ml/ha de Pyrimetani-SC al 10% de severidad	200	150	130	150	630	157.50
TOTAL	580	580	555	570	2285	142.81

Tabla 21*Datos de porcentaje de eficiencia de control*

Tratamiento	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
T1: Dosis de 400ml/ha de Pyrimetani-SC al 5% de severidad.	40,00	40,00	60,00	80,00	220	55,00
T2: Dosis de 400ml/ha de Pyrimetani-SC al 10% de severidad.	20,00	20,00	0,00	20,00	60	15,00
T3: Dosis de 600ml/ha de Pyrimetani-SC al 5% de severidad.	80,00	60,00	80,00	60,00	280	70,00
T4: Dosis de 600ml/ha de Pyrimetani-SC al 10% de severidad	40,00	40,00	20,00	40,00	140	35,00
TOTAL	180	160	160	200	700	43,75

Tabla 22***Datos de Rendimiento de fresa***

Tratamiento	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
T1: Dosis de 400ml/ha de Pyrimetani- SC al 5% de severidad.	20460	22560	21650	19504	84174	21043,50
T2: Dosis de 400ml/ha de Pyrimetani- SC al 10% de severidad.	16520	15790	17402	16540	66252	16563,00
T3: Dosis de 600ml/ha de Pyrimetani- SC al 5% de severidad.	21500	23670	23450	23470	92090	23022,50
T4: Dosis de 600ml/ha de Pyrimetani- SC al 10% de severidad	18630	17903	19340	18450	74323	18580,75
TOTAL	77110	79923	81842	77964	316839	19802,44