

**“EVALUACIÓN DE PRODUCTOS ORGÁNICOS PARA EL
CONTROL DE ANTRACNOSIS (*Colletotrichum* spp.) EN
CULTIVO DE BRÓCOLI EN PISHILATA PROVINCIA DE
TUNGURAHUA”**

DIANA CAROLINA TACOAMAN MORETA

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN ESTRUCTURADO DE MANERA
INDEPENDIENTE COMO REQUISITO PARA OPTAR EL TÍTULO
DE INGENIERA AGRÓNOMA**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



AMBATO - ECUADOR

2018

La suscrita, DIANA CAROLINA TACOAMAN MORETA, portadora de cédula de identidad número: 1804164604, libre y voluntariamente declaro que el trabajo de investigación titulado: “EVALUACIÓN DE PRODUCTOS ORGÁNICOS PARA EL CONTROL DE ANTRACNOSIS (*Colletotrichum* spp.) EN CULTIVO DE BRÓCOLI EN PISHILATA PROVINCIA DE TUNGURAHUA” es original, auténtica y personal. En tal virtud, declaro que el contenido será de mi sola responsabilidad legal y académica.

DIANA CAROLINA TACOAMAN MORETA

DERECHO DE AUTOR

Al presentar esta tesis como uno de los requisitos previos para la obtención del título de Tercer Nivel en la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que haga de esta tesis un documento disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de esta tesis dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de esta tesis, o de parte de ella.

DIANA CAROLINA TACOAMAN MORETA

Fecha:

**“EVALUACIÓN DE PRODUCTOS ORGÁNICOS PARA EL CONTROL DE
ANTRACNOSIS (*Colletotrichum* spp.) EN CULTIVO DE BRÓCOLI EN
PISHILATA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**

REVISADO POR:

Ing. Agr. Mg. Hernán Zurita V.
TUTOR

Ing. Agr. Mg.
ASESOR DE BIOMETRÍA

Ing. Agr. Mg. Giovanni Velástegui E.
ASESOR DE BIOMETRÍA

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación dedico:

A Dios, por darme la fe, inteligencia, fortaleza y salud.

A mis queridos padres: Fausto Tacoamán y María Moreta por haberme dado la vida y por el gran apoyo que recibí durante todos estos años de estudio que hicieron posible que alcance mi sueño anhelado de convertirme en Ingeniera Agrónoma.

De manera especial a mi amor Enrique Anchundia, a mis enanos Alex y Dayana porque ellos me dan la fuerza y motivación que necesite para culminar mi carrera.

A mis hermanos Fabián y Paola por su apoyo incondicional de igual manera a mis amigos/as.

A todos gracias.....

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Técnica de Ambato, por haberme acogido en sus aulas y de manera particular a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, la cual ha hecho de mí, una profesional útil para la sociedad.

Al Ing. Agr. Mg. Hernán Zurita V., director de tesis por su apoyo incondicional, consejos, guía y buenas recomendaciones durante toda la investigación.

A los Ingenieros Agrónomos Magister Fidel Rodríguez A. y Giovanni Velástegui E, por su apoyo, en las comisiones de biometría y redacción técnica, respectivamente.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
CAPÍTULO 1	01
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	01
1.1. PROBLEMA	01
1.2. ANÁLISIS DEL PROBLEMA	02
1.3. JUSTIFICACIÓN	03
1.4. OBJETIVOS	04
1.4.1 Objetivo general	04
1.4.2. Objetivos específicos	04
CAPÍTULO 2	05
MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS	05
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	05
2.2. MARCO CONCEPTUAL	05
2.2.1. Productos orgánicos	05
2.2.1.1. Advance	05
2.2.1.2. Sonata	05
2.2.1.3. Bio-Clean	05
2.2.2. Antracnosis	05
2.2.2.1. <i>Colletotrichum</i>	05
2.2.2.2. Desarrollo de la enfermedad	05
2.2.2.3. Germinación y formación del apresorio	05
2.2.2.4. Formas de penetración	05
2.2.2.5. Infección y colonización de tejidos vegetales.....	05
2.2.2.6. Reproducción necrotrófica	05
2.2.2.7. Infección latente e infección quiescente	05
2.2.2.8. Síntomas	05
2.2.2.9. Condiciones favorables para la enfermedad	05
2.2.2.10. Fuentes de inóculo y dispersión	05
2.2.3. Cultivo de brócoli	05
2.2.3.1. Origen	05
2.2.3.2. Taxonomía y morfología	05
2.2.3.3. Clasificación botánica	05
2.2.3.4. Fases del cultivo	05

	Pág.
2.2.3.5. Requerimientos edafoclimáticos	05
2.2.3.6. Variedades	05
2.2.3.7. Mejora genética	05
2.2.3.8. Particularidades del cultivo	05
2.2.3.9. Densidad de plantación	05
2.2.4. Características del híbrido Avenger	05
2.3. HIPÓTESIS	17
2.4. VARIABLES DE LA HIPÓTESIS	17
2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	17
CAPÍTULO 3	19
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	19
3.1. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	19
3.2. UBICACIÓN DEL ENSAYO	19
3.3. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR	19
3.4. FACTORES EN ESTUDIO	21
3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL	21
3.6. TRATAMIENTOS	21
3.7. CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO	22
3.8. DATOS TOMADOS	23
3.9. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN	24
CAPÍTULO 4	28
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1. RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y DISCUSIÓN	28
4.1.1. Altura de planta	05
4.1.2. Diámetro ecuatorial de la pella	05
4.1.3. Peso de la pella	05
4.1.4. Color de la pella	05
4.1.5. Porcentaje de incidencia	05
4.1.6. Porcentaje de severidad	05
4.1.7. Rendimiento	05
4.2. RESULTADOS, ANÁLISIS ECONÓMICO Y DISCUSIÓN	41
4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS	44
CAPÍTULO 5	45

	Pág.
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	45
5.1. CONCLUSIONES	45
5.2. RECOMENDACIONES	46
CAPÍTULO 6	48
PROPUESTA	48
6.1. TÍTULO	48
6.2. FUNDAMENTACIÓN	48
6.3. OBJETIVOS	49
6.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	49
6.5. IMPLEMENTACIÓN Y PLAN DE ACCIÓN	50
BIBLIOGRAFÍA	53
APÉNDICE	56

ÍNDICE DE CUADROS

		Pág.
CUADRO 1.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	18
CUADRO 2.	TRATAMIENTOS	21
CUADRO 3.	ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA ALTURA DE PLANTA	21
CUADRO 4.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA	21
CUADRO 5.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA PRODUCTOS OR- GÁNICOS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA	21
CUADRO 6.	ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA DIÁMETRO ECUA- TORIAL DE LA PELLA	21
CUADRO 7.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE DIÁMETRO ECUATORIAL DE LA PELLA	21
CUADRO 8.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA PRODUCTOS OR- GÁNICOS EN LA VARIABLE DIÁMETRO ECUATO- RIAL DE LA PELLA	21
CUADRO 9.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE DIÁMETRO ECUA- TORIAL DE LA PELLA	21
CUADRO 10.	ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA PESO DE LA PELLA	21
CUADRO 11.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PESO DE LA PELLA	21
CUADRO 12.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA PRODUCTOS OR- GÁNICOS EN LA VARIABLE PESO DE LA PELLA	21
CUADRO 13.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PESO DE LA PELLA	21
CUADRO 14.	COLOR DE LA PELLA	21
CUADRO 15.	ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA PORCENTAJE DE INCIDENCIA	21
CUADRO 16.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA.....	21
CUADRO 17.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA PRODUCTOS OR- GÁNICOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE INCI-	

	Pág.
DENCIA	21
CUADRO 18. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA	21
CUADRO 19. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA PORCENTAJE DE SEVERIDAD	21
CUADRO 20. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SEVERIDAD	21
CUADRO 21. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA PRODUCTOS ORGÁNICOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SEVERIDAD	21
CUADRO 22. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SEVERIDAD	21
CUADRO 23. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA RENDIMIENTO	21
CUADRO 24. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO	21
CUADRO 25. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA PRODUCTOS ORGÁNICOS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO	21
CUADRO 26. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE RENDIMIENTO	21
CUADRO 27. COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO (Dólares)	21
CUADRO 28. COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO	21
CUADRO 28. INGRESOS TOTALES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO	21
CUADRO 30. CÁLCULO DE LA RELACIÓN BENEFICIO COSTO DE LOS TRATAMIENTOS CON TASA DE INTERÉS AL 11%	21

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

		Pág.
FIGURA 1.	Árbol de problemas	03
FIGURA 2.	Ciclo de la enfermedad de <i>Colletotrichum</i>	03
FIGURA 3.	Regresión lineal para frecuencias de aplicación versus diámetro ecuatorial de la pella	21
FIGURA 4.	Regresión lineal para frecuencias de aplicación versus peso de la pella	21
FIGURA 5.	Regresión lineal para frecuencias de aplicación versus porcentaje de incidencia	21
FIGURA 6.	Regresión lineal para frecuencias de aplicación versus porcentaje de severidad	21
FIGURA 7.	Regresión lineal para frecuencias de aplicación versus rendimiento	21

RESUMEN EJECUTIVO

El ensayo se realizó en la propiedad del señor Fausto Ricardo Tacoaman Moreta, localizado en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, parroquia Pishilata, a la altitud de 2 415 m.s.n.m., cuyas coordenadas geográficas son: 01° 15' 14" de latitud Sur y 78° 39' 38" de longitud Oeste; con el propósito de: determinar el producto orgánico (Bio-Clean 500 cc/200 l P1, Sonata 1 000 cc/200 l P2 y Advance 250 cc/200 l P3) y la frecuencia de aplicación (cada 7 días F1, cada 14 días F2 y cada 21 días F3), para el control de antracnosis (*Colletotrichum* spp.), en el cultivo de brócoli *Brassica oleracea* L. var. Itálica; a más de evaluar económicamente los tratamientos.

Los tratamientos fueron 10, nueve que recibieron aplicación de productos orgánicos y un testigo. Se efectuó el análisis de variancia (ADEVA), pruebas de significación de Tukey al 5% y polinomios ortogonales para el factor frecuencias de aplicación. El análisis económico de los tratamientos se realizó mediante el cálculo de la relación beneficio costo (RBC).

El producto orgánico que mejor controló el ataque de antracnosis (*Colletotrichum* spp.), fue Advance (250 cc/200 l) (P3), al observarse el menor porcentaje de incidencia en las pellas (12,04%), como el menor porcentaje de severidad (3,77%); consecuencia de lo cual, las plantas, al contar con mejores condiciones de desarrollo, experimentaron mayor crecimiento en altura (58,82 cm), así como desarrollaron pellas de mayor diámetro ecuatorial (24,71 cm) y peso (809,53 g), consiguiéndose los mayores rendimientos (17,74 t/ha).

La aplicación de los productos orgánicos para el control de antracnosis, con la frecuencia de cada 7 días (F1), fue la frecuencia que mejores resultados reportó, al observarse en éstos tratamientos, el menor porcentaje de incidencia (10,18%) y el menor porcentaje de severidad (4,17%); consecuencia de aquello, las plantas se desarrollaron mejor, reportando pellas de mayor diámetro ecuatorial (25,54 cm), como de mejor peso (756,08 g), obteniéndose consecuentemente los mejores rendimientos (17,21 t/ha).

Del análisis económico se concluye que, el tratamiento P3F1 (Advance 250 cc/200 l, cada 7), alcanzó la mayor relación beneficio costo de 0,55, en donde los beneficios netos obtenidos fueron 0,55 veces lo invertido, siendo desde el punto de vista económico el tratamiento de mayor rentabilidad.

CAPÍTULO 1

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 PROBLEMA

Entre los mayores problemas que existen en el cultivo de brócoli en la provincia de Tungurahua se encuentra la presencia de antracnosis (*Colletotrichum* spp.), lo que origina una considerable disminución en la producción y hasta la pérdida del cultivo, lo que influye directamente en la situación económica del agricultor, además se realizan aplicaciones excesivas de pesticidas costosos y contaminantes que disminuye el margen de utilidad.

1.2 ANÁLISIS DEL PROBLEMA

Existen diversos problemas en el manejo de los cultivos de brócoli, establecidos en la provincia de Tungurahua, uno de ellos es la falta de conocimientos en la utilización de fungicidas biológicos como una alternativas para el control de antracnosis que afecta a este cultivo, lo que origina una considerable disminución en la producción y hasta la pérdida de la misma lo que conlleva a un detrimento económico para el productor. El ataque de hongos en el cultivo de brócoli viene generando grandes pérdidas a los agricultores al tener que realizar aplicaciones hasta con intervalos menores a ocho días para el control de la enfermedad, con productos muy costosos, lo que disminuye el margen de utilidad o simplemente no logran controlar la enfermedad perdiendo la inversión realizada.

El brócoli a pesar de ser una especie hortícola ya conocida y consumida en la época de los romanos, recién se ha generalizado su cultivo en diversas áreas del mundo, existiendo países que han incrementado notablemente su producción en los últimos años, tal es el caso de Ecuador, que en la actualidad provee la demanda del norte de Europa en un 30 a 40% de producto congelado. Guatemala está en un porcentaje similar al Ecuador y la diferencia de la demanda provee España y Portugal. La demanda de brócoli por parte de Estados Unidos es cuatro veces más que del norte de Europa y es abastecido en un 90% por México. Entre otros países ofertantes y que en un futuro no muy lejano serán nuestros competidores se hallan

Sudáfrica y China. Entre los países auto-consumidores se hallan Italia y Francia. Japón es un mercado potencial para el Ecuador.

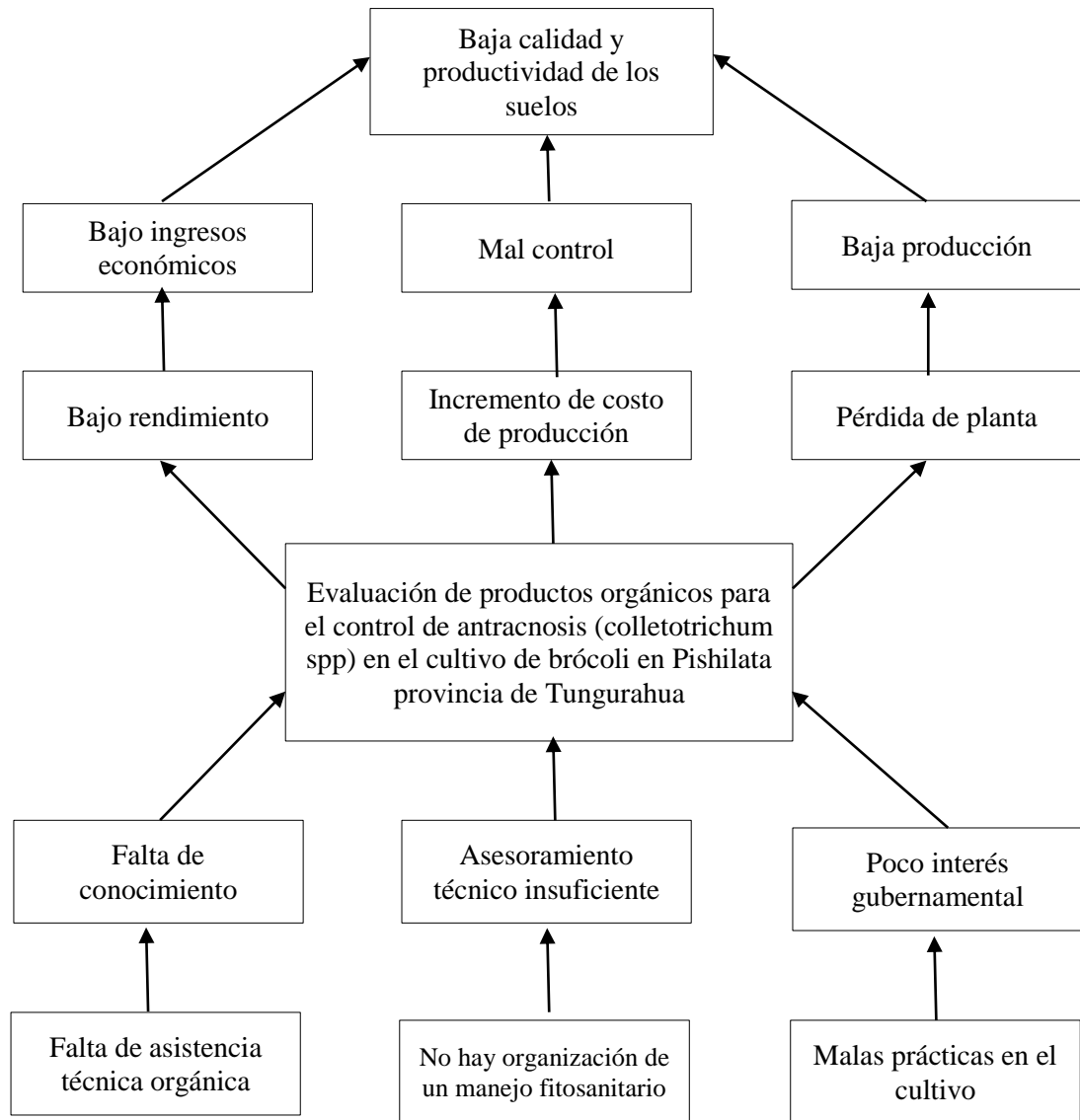


FIGURA 1. Árbol de problemas

Fuente: personal y bibliográfica

1.3. JUSTIFICACIÓN

El Ecuador cuenta con bastas zonas dedicadas a la horticultura, cuya demanda de estos productos en el mercado se incrementa cada día más, debido al aumento de población sobre todo en las ciudades.

La provincia de Tungurahua se encuentra entre las mayores productoras de hortalizas del país, con zonas específicas como: Cunchibamba, Izamba, Samanga, Pelileo, Patate, Píllaro, entre otras; cuya producción abastecen los mercados de Quito y Guayaquil principalmente, constituyéndose de esta manera en una fuente de trabajo para diversos sectores.

Dentro del cultivo de hortalizas, el brócoli es uno de los rubros más importantes, ya que se constituye en una fuente de ingreso rápido debido a su corto ciclo de cultivo y a la precocidad de la misma.

Las zonas adecuadas para el cultivo de brócoli están caracterizadas por ser bosques secos y zonas húmedas montano bajas, con clima templado y frío, con alturas entre los 2 700 y 3 200 m.s.n.m., por lo que la región andina se convierte en la ideal para este cultivo. La provincia de Cotopaxi es la principal productora del país con el 68% de la producción total, seguida por Pichincha e Imbabura que producen el 16% y el 10% del total nacional respectivamente.

Según estimaciones de las empresas procesadoras y exportadoras, el 97% de la producción total de brócoli del país se destina a la exportación en forma de congelado, a través de cinco plantas procesadoras: Provefrut, Ecofroz, IQF, Valley Foods y Pilvicsa; de estas, las cuatro primeras se dedican al proceso agroindustrial IQF (Individual Quick Frozen). El 3% restante de la producción tiene como destino final el mercado nacional con presentación en fresco.

Según los datos de la CORPEI (Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones, 2003) actualmente el rubro por ventas de brócoli al exterior representa el 1,24% de las exportaciones totales del país, por ello, se ha incrementado su

producción en el Ecuador, especialmente en las provincias de Pichincha, Cotopaxi y últimamente en zonas de Chimborazo, Imbabura, Cañar y Azuay.

La producción de brócoli en el Ecuador ha mostrado un fuerte dinamismo en los últimos años, constituyéndose como un producto bandera dentro de los no tradicionales de exportación. La información del III Censo Agropecuario muestra que la superficie cosechada de brócoli en el Ecuador fue de 3 359 hectáreas, alcanzando una producción total de 50 000 toneladas, aproximadamente, con un rendimiento promedio de 14,6 t/ha. En la actualidad se estima que debido al crecimiento del sector, la superficie sembrada asciende a 5 000 hectáreas en el país.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Aportar al mejoramiento tecnológico del cultivo de brócoli (*Brassica olerácea* L. var. Itálica), mediante una medida de combate de antracnosis (*Colletotrichum* spp.), con el uso de productos diferentes a los convencionales.

1.4.2. Objetivos específicos

Determinar el producto orgánico adecuados para el control de antracnosis (*Colletotrichum* spp.), en el cultivo de brócoli *Brassica olerácea* L. var. Itálica.

Conocer la frecuencia de aplicación más adecuada, de los productos orgánicos para el control de antracnosis en el cultivo de brócoli.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Medina (2012), mediante el trabajo de investigación “Control alternativo de áfidos (*Brevicoryne brassicae*) en brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*) híbrido Avenger”, concluye que el producto conformado por Barbasco fue el que mejores resultados reportó al obtener el menor porcentaje de severidad(4,40%) e incidencia (59,60%), en el ensayo.

Ojeda (2011), con respecto a la aplicación de productos orgánicos para el control de mosca blanca en el cultivo de fréjol variedad Toa, concluye que, los resultados más relevantes se obtuvieron con la aplicación de Tarssus (P1), con el cual se logró disminuir significativamente la presencia de adultos en las hojas, consiguiéndose menor grado de infestación a los 60 días (3,36 moscas blancas/hoja), como a los 90 días (3,37 moscas blancas/hoja); consecuencia del control, las plantas experimentaron mayor crecimiento en altura a los 60 días (1,81 m), como también a los 90 días (1,95 m), desarrollando estos tratamientos mayor longitud de la vaina (14,95 cm), mejor diámetro de la vaina (1,79 cm), obteniéndose mayor peso de 100 semillas en estado verde (144,49 g), consecuentemente el rendimiento de vainas verdes se incrementó (30,18 kg/tratamiento), por lo que es el producto orgánico apropiado para el control de mosca blanca, sin afectar al medioambiente. La aplicación del producto Tarssus + Muffly (P3), se destacó, especialmente con el segundo mejor peso de 100 semillas en estado verde (144,14 g).

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Productos orgánicos

2.2.1.1. Advance

Fungicida, bactericida, alguicida, viricida, inductor fisiológico de resistencia, activador de sistema inmune vegetal, que actúa por

contacto y con efecto translaminar, Advance ayuda a combatir una amplia gama de hongos y bacterias fitopatógenas, especialmente en los cuales se reportan resistencias o complejos fitopatogénicos en cultivos de rosas, frutales, hortalizas y flores de verano (Advance, 2014).

El Advance por la naturaleza bioquímica de los elementos activos afines al metabolismo vegetal, son absorbidos por la plantas y transportados por sistemas de conducción del tejido y célula, en los cuales actúa como curativo, erradicante y protector. Inhibe tanto en la germinación, desnaturaliza enzimas y toxinas fitopatógenas como las estructuras de infección en forma de micelio. Además destruye la pared celular de hongos como de bacterias (Advance, 2014).

Fungicida, bactericida, alguicida, con alta eficacia viricida. La innovación en la formulación del Advance, son los metabolitos microbianos inmuno inductivos (MMII®) y los principios activos orgánicos de reacción inmunológica vegetal (PAORIV®), los cuales coadyuvan la acción del principio activo principal el sulfato de cobre pentahidratado (SCPHTRX), hacia niveles de alta consistencia en el control de afecciones bióticas o abióticas en cultivos intensivos. La bioactividad de la innovación (MMII® + SCPHTRX® + PAORIV®), única en su genero, involucra el estímulo de los principios moleculares de resistencia vegetal más la acción fungicida multisitio (Advance, 2014).

2.2.1.1.1. Compactibilidad

Advance se puede mezclar con otros productos fitosanitarios, no obstante se recomienda hacer pruebas de compactibilidad, antes de las aplicaciones al cultivo (Advance, 2014).

2.2.1.1.2. Modo de empleo y dosis

Advance viene en solución acuosa para ser aplicado al follaje o al sistema de raíces de las plantas, o para el tratamiento de semillas. Es importante que para la mezcla de preparación el agua tenga un pH de 4,5-5,5, luego diluir la cantidad requerida de Advance en un poco de agua, hasta formar una

solución homogénea. Finalmente agregar esta solución al agua contenida en el tanque la cual debe ser mantenida en constante agitación. Posteriormente se debe completar el volumen de agua requerida y aplicar (Advance, 2014).

2.2.1.1.3. Composición

Sulfato de cobre pentahidratado:	210 g
Principios activos orgánicos de reacción inmunológica vegetal:	350 g
Metabolitos microbianos:	7 g

2.2.1.2. Sonata

Sonata es derivado de *Bacillus pumilus*, el cual controla las enfermedades a través de varios mecanismos: primero, las esporas de Sonata una barrera física en la superficie de la planta, previniendo que los patógenos tengan acceso a ella; segundo, los compuestos antifúngicos atacan las células fungosas y finalmente los compuestos de Sonata, incitan los mecanismos naturales de defensa de la planta. Los tres mecanismos se complementan, brindando a la planta una protección completa. Sonata, tiene el mismo perfil que otros productos de AgraQuest exentos de tolerancias, cero días a cosecha y cero residuos tóxicos (Ficha técnica sonata, 2013).

2.2.1.2.1. Ingrediente activo

Esporas de *Bacillus pumilus*. Amino azúcares: compuestos antifúngicos y conservantes (Ficha técnica sonata, 2013).

2.2.1.2.2. Formulación

Suspensión concentrada 1,38 gramos de ingrediente activo por litro de producto (Ficha técnica sonata, 2013).

2.2.1.2.3. Modo de empleo y dosis

Poner en el tanque de mezcla la mitad del agua que se vaya a emplear, adicionar la cantidad de Sonata de acuerdo a la dosis recomendada y agitar. Adicionar el resto del agua. La dosis recomendada es 2-4 l/ha. Realizar la

primera aplicación cuando las condiciones ambientales favorezcan la aparición de las enfermedades. Realizar la segunda aplicación 7 a 14 días después (Ficha técnica sonata, 2013).

2.2.1.2.4. Mecanismos de acción

Los amino azúcares antifúngicos presentes en cada envase de Sonata, compiten por la enzima que forma glucosa para construir las paredes celulares, esto da como resultado: Inhibición de la formación del tubo germinativo. Inhibición de la formación de una nueva pared celular. Destrucción de la integridad celular y muerte de la célula patógena. Las esporas de *Bacillus pumilus* crean una barrera física que bloquea el acceso y además actúan como activadores de las defensas propias de la planta (Ficha técnica sonata, 2013).

2.2.1.2.5. Toxicidad

Es un producto natural cuya categoría toxicológica es IV. No tiene efectos nocivos con el medio ambiente, tampoco se han encontrado efectos contra abejas, insectos benéficos, aves, etc (Ficha técnica sonata, 2013).

2.2.1.2.6. Compatibilidad

Sonata es compatible con un amplio rango de pesticidas, fertilizantes y adyuvantes mayoría de los pesticidas y fertilizantes usados comúnmente. El único producto con el que se ha comprobado que no tiene compatibilidad física es con Fosetil-Aluminio (Ficha técnica sonata, 2013).

2.2.1.3. Bio-Clean

Bio-Clean es un producto orgánico revolucionario que activa y potencia las funciones de defensas en las plantas, actuando como una vacuna vegetal, creando un medio hostil para los patógenos y coadyuvando a la planta a resistir condiciones adversas, favoreciendo el adecuado desarrollo de los cultivos (Vademecum, 2000).

Bio-Clean esta compuesto de extractos de plantas y frutos, así como por metabolitos de microorganismos específicos que hacen de este producto un regenerador biológico natural del suelo y de los cultivos tratados. Los compuestos de Bio-Clean a base de materia orgánica y potasio lo vuelven un producto respetuoso con el medio ambiente. Bio-Clean es un productor natural y ecológico (Vademecum, 2000).

Bio-Clean es un compuesto sanador de cultivos, que permite un manejo más adecuado de las enfermedades fúngicas y bacterianas.

2.2.1.3.1. **Indicaciones y dosis**

Vía suelo: desde el inicio del cultivo o siempre que se presenten afectaciones o condiciones adversas sobre las plantas cultivadas. Dosis de 3 a 5 l/ha (Vademecum, 2000).

Vía foliar: a lo largo de todo el ciclo de cultivo en dosis de 1 a 2,5 cc/l de agua. Tomando en cuenta su amplio poder regenerador, su aplicación en solitario o combinada con agroquímicos compatibles, logra una alta efectividad ante las condiciones adversas mencionadas (Vademecum, 2000).

2.2.1.3.2. **Riquezas garantizadas**

Materia orgánica total:	30% p/p
K ₂ O (óxido de potasio) soluble en agua:	10% p/p
Densidad:	1,25 g/cc
pH:	6

2.2.2. **Antracnosis**

Es una enfermedad producida por hongos que causa la desintegración de los tejidos. Se observan manchas negras y hundidas en forma de úlcera que aparecen sobre hojas, tallos, flores y frutos de numerosas plantas. Pueden aparecer rayas de color marrón oscuro en la punta de las hojas. Prosperan en ambientes cálidos y húmedos. Al dificultar la fotosíntesis las hojas se tornan amarillas y rugosas

hasta su destrucción total. Entre los síntomas se encuentran unas manchas hundidas de diversos colores en las hojas, tallos, frutos o flores, que muchas veces derivan en el marchitamiento y muerte de los tejidos. Puede llegar a infectar varias plantas desde árboles hasta hierba (Agrios, 1995).

La descripción de antracnosis según Bayercropscience (2014) es:

Tipo:	Agentes patógenos
Nombre científico:	<i>Colletotrichum</i> spp.
Reino:	Fungi
División:	Ascomycota
Clase:	Sordariomycetes
Orden:	Phyllachorales
Familia:	Phyllachoraceae
Género:	Colletotrichum
Nombres comunes:	Antracnosis, ojo de pollo

2.2.2.1. *Colletotrichum*

Colletotrichum es un microorganismo que en la naturaleza vive de la materia orgánica y tiene la capacidad de volverse patógeno, como el agente causal de la antracnosis, prefiriendo atacar tejidos jóvenes y viejos, físicamente débiles. Existen algunos reportes de la patogenicidad de éste, en varias especies frutales como tomate de árbol, aguacate, cítricos, mango, papaya, maracuyá y guayaba (Alarcón, 2008).

Es uno de los hongos con mayor éxito en su estrategia de ataque a los vegetales, debido a que las estrategias físicas y químicas de defensa de las plantas, se presentan cuando la infección ha avanzado significativamente y el hongo ha invadido las células casi en su totalidad, lo que demuestra la efectividad del ataque fitoquímico del hongo que prácticamente pasa desapercibido por las plantas (Femenía, 2007).

Éste hongo se encuentra en la naturaleza en su estado asexual, presenta un micelio enramado inmerso, septado de color blanco. Acérvulos cerosos, de color salmón en forma de disco, sub epidermal con setas en el borde, ubicados entre conidioforos simples y alargados. Las conidias son hialinas, unicelulares, y de

forma ovoide; durante la germinación se tornan color castaño pálido, se septan y forman el apresorio. A menudo las esporas son tan numerosas que pueden formar masas brillantes de color rosado (Botero,1999).

2.2.2.2. Desarrollo de la enfermedad

El proceso de infección de *Colletotrichum gloeosporioides* involucra una secuencia común de eventos como podemos observar, la germinación, formación del tubo germinativo, formación del apresorio, penetración y colonización (Alarcón, 2008).

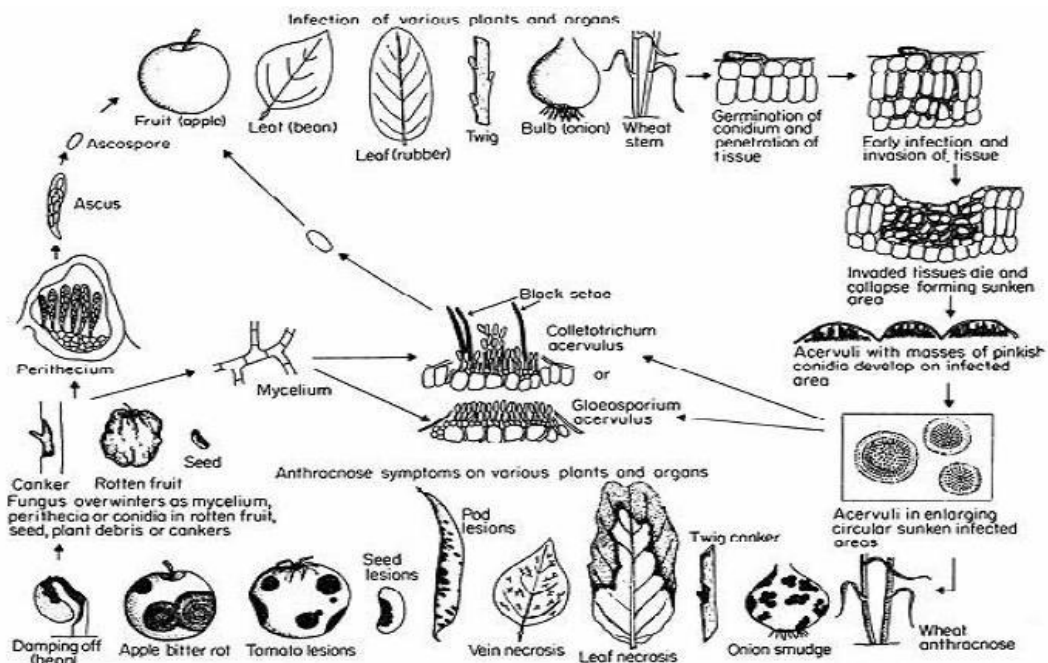


FIGURA 2. Ciclo de la enfermedad de *Colletotrichum*

Fuente: Agrios (2002)

2.2.2.3. Germinación y formación del apresorio

El inóculo se adhiere a la cutícula de la planta, y germina en un lapso de 24 horas, produciendo el tubo germinal para formar el apresorio terminal, que penetra la cutícula. El apresorio mide entre 6 a 20 micras de largo por 4 a 12 micras de ancho, su pared está formada por dos capas compuestas de carbohidratos y

melanina, la que protege al apresorio de la irradiación y está involucrada en los procesos de penetración (Contreras, 2006).

2.2.2.4. Formas de penetración

Colletotrichum spp tiene varias formas de penetración a la superficie de las plantas, a través de aberturas naturales como los estomas y lenticelas, a través de heridas naturales y penetración directa de la barrera cuticular, la forma más común. Después de la penetración en los frutos, el crecimiento del hongo se restringe en la capa dérmica, hasta que ciertos tejidos producidos en la maduración promuevan la reactivación del patógeno (Contreras, 2006).

2.2.2.5. Infección y colonización de tejidos vegetales

Es uno de los microorganismos con mayor eficacia, debido a que sus hifas pueden presentarse por dentro de las células, dentro de la pared celular y en espacios intercelulares, provocando una gran cantidad de tejido destruido (Botero, 1999).

Este hongo presenta un proceso infectivo de dos fases, una fase asintomática inicial, durante la cual el patógeno se establece en los tejidos del hospedero, seguido por una fase destructiva visible (Contreras, 2006).

2.2.2.6. Reproducción necrotrófica

Cuando los tejidos son colonizados exitosamente, el patógeno crece y se desarrolla a través del hospedero con un comportamiento necrotrófico clásico (Contreras, 2006). La fase necrotrófica es responsable de los síntomas típicos de la antracnosis (Botero, 1999).

2.2.2.7. Infección latente e infección quiescente

Una infección latente es aquella donde un hospedero es infectado por un patógeno, pero no muestra los síntomas. Pueden ser consideradas

como un tipo de tolerancia de las plantas a ciertos patógenos, donde el parásito encuentra el ambiente interno inapropiado para su crecimiento y multiplicación (Contreras, 2006).

Las infecciones latentes persisten hasta que los síntomas son inducidos por condiciones ambientales y nutricionales, daños al tejido por insectos, daños mecánicos, senescencia de tejidos y por el estado de madurez del hospedero, los que producen lesiones necróticas (Alarcón, 2008).

El periodo de latencia puede durar mucho tiempo, siendo en este lapso la enfermedad asintomática. El patógeno se dispara con los cambios metabólicos que ocurren durante el periodo de maduración y por la presencia de prolongados períodos de alta humedad (Femenía, 2007).

La infección quiescente se describe como una relación parasítica latente, que después de un tiempo prolongado cambia a una forma activa. Laquiescencia o dormancia puede ser promovida por condiciones fisiológicas y físicas adversas impuestas por el hospedante sobre el patógeno, por modificación de la capacidad patogénica del organismo y por resistencia temporal del hospedante (Alarcón, 2008).

Algunos factores que pueden activar esta infección son: condiciones inapropiadas de almacenamiento, daños físicos, mecánicos o plagas, estrés o cambios bruscos de temperatura en el campo, cambios fisiológicos en la maduración de la fruta y deficiente nutrición (Contreras, 2006).

Pueden ocurrir en floración, o permanecer en frutos inmaduros, hasta su maduración, activándose en pos cosecha, ya que desafortunadamente estas infecciones no son visibles o predecibles en el momento de la cosecha, ocasionando pérdidas proporcionalmente mayores que las pérdidas en campo (Contreras, 2006).

2.2.2.8. Síntomas

La antracnosis ataca a las hojas, ramas, flores y frutos en todos sus estados de desarrollo. El hongo permanece latente en las hojas más viejas, y de ahí infecta las ramas y los frutos (CORPOICA, 2001).

En las hojas se presentan lesiones localizadas especialmente en los márgenes de las más viejas y a lo largo de las nervaduras, y se presentan como manchas necróticas de color negro, siendo más notorio en el envés (Alarcón, 2008).

A medida que la enfermedad avanza se desarrollan anillos concéntricos en los cuales los acérvulos se hacen visibles principalmente en el haz de la hoja como pequeños puntos negros (Rodríguez, 2007).

El hongo también afecta los brotes y ramas débiles, en los que las lesiones se presentan inicialmente como manchas amarillas y al poco tiempo se extienden a lo largo de la rama, causando finalmente necrosis apical (Alarcón, 2008). La enfermedad puede causar la muerte descendente de las plantas, haciendo que las hojas cambien de color amarillo a negro y eventualmente se secan y caen (Rodríguez, 2007).

En las flores afectadas por éste hongo, se presentan manchas de color café oscuro que se inician en la base de la flor, y se extienden hasta cubrirla totalmente, causando su necrosis y caída (Rodríguez, 2007). Los síntomas iniciales se presentan seis días después de la inoculación, como puntos aceitosos que con el tiempo se convierten en manchas negras, las que pueden llegar a cubrir todo el fruto. Bajo condiciones ambientales favorables al hongo, es decir, humedad relativa alta, temperaturas bajas y precipitación continua, aparece un polvillo rosado en la superficie de la lesión, formado por esporas del patógeno (Tamayo, 2001).

2.2.2.9. Condiciones favorables para la enfermedad

En los períodos de crecimiento reproductivo, floración y fructificación, sedan los procesos más vulnerables de la planta, los que predominan en invierno, de manera que las condiciones climáticas son favorables para el patógeno (CORPOICA, 1999).

La infección y propagación del hongo es favorecida por altas precipitaciones, alta humedad ambiental y altas temperaturas, que al presentarse simultáneamente en niveles óptimos para el patógeno, conducen a epidemias

destructivas (Alarcón, 2008). La temperatura óptima para el desarrollo del hongo es de 25°C, la que favorece la germinación de conidias y la formación del apresorio, importante en la penetración del hongo. La precipitación aumenta la incidencia y la severidad de la enfermedad, tomando en cuenta la cantidad y la intensidad con que llueve, debido a que se requieren cuatro horas de permanente humedad sobre la superficie del hospedante, para que se desarrolle la enfermedad. Una humedad relativa mayor al 90% permite la germinación de las esporas, formación de apresorios y diseminación del hongo (Botero, 1999).

Otros factores favorables para el hongo son las características del árbol, como las copas voluminosas con excesivo follaje, donde se crea un microclima húmedo, con poca penetración de luz solar y baja ventilación. Algunos aspectos agronómicos favorecen el desarrollo del patógeno, como las distancias de siembra inapropiadas, frecuencias cortas de fertilización y dosis inadecuada, principalmente de nitrógeno, y la falta de podas de deformación (Botero, 1999).

2.2.2.10. Fuentes de inóculo y dispersión

La principal fuente de inóculo son las esporas del hongo, que se encuentran en las hojas, ramas, inflorescencias, flores y en los frutos, en términos generales en todo el árbol (Alarcón, 2008). Las esporas se localizan en acérvulos que se distribuyen en formaciones concéntricas bien diferenciadas, y están cubiertas por una sustancia formada por polisacáridos y glicoproteínas, que las protegen de temperaturas extremas, la luz ultravioleta y de los metabolitos tóxicos de las plantas (Contreras, 2006).

En invierno, la lluvia y la intensidad de ésta, producen la separación y transporte de las esporas, diseminando el hongo a través de las gotas de agua en el mismo árbol y por salpique a otros árboles (CORPOICA, 1999). En verano, el viento se encarga de la dispersión de las esporas (Femenía, 2007). Otro mecanismo de dispersión de las esporas, son los insectos de los órdenes Díptera, Coleóptera y Homóptera, que transportan las esporas adheridas a su cuerpo, mientras mantienen permanente contacto entre frutos enfermos en el árbol y el suelo, hojas, flores y frutos sanos (Contreras, 2006). Las aves, los pequeños mamíferos, las

herramientas utilizadas en las labores agrícolas y la circulación de personas en el interior de los cultivos, se consideran medios de dispersión secundarios (Femenía, 2007).

2.2.3. Cultivo de brócoli

2.2.3.1. Origen

Infoagro (2006), indica que su origen está ubicado en el Mediterráneo oriental y concretamente en Asia Menor, Líbano, Siria, etc. Los romanos ya cultivaban esta planta, pero hace unos 20 años que su consumo empezó a incrementarse.

2.2.3.2. Taxonomía y morfología

El mismo autor señala que el brócoli pertenece a la familia Cruciferae y su nombre botánico es *Brassica oleracea* L., variedad *Botrytis subvar. cymosa* Lam. Es una planta similar a la coliflor, aunque las hojas son más estrechas y más erguidas, con peciolo generalmente desnudos, limbos normalmente con los bordes más ondulados, así como nervaduras más marcadas y blancas; pellas claras o ligeramente menores de tamaño, superficie más granulada y constituyendo conglomerados parciales más o menos cónicos que suelen terminar en este tipo de formación en el ápice, en bastantes casos muy marcada. Es importante resaltar la posible aparición de brotes laterales en los brócolis de pella blanca en contraposición a la ausencia de este tipo de brotes en la coliflor. La raíz es pivotante, con raíces secundarias y superficiales. Las flores del brócoli son pequeñas, en forma de cruz de color amarillo y el fruto es una silicua de valvas ligeramente convexas con un solo nervio longitudinal. Produce abundantes semillas redondas y de color rosáceo.

2.2.3.3. Clasificación botánica

Reino:	Vegetal
Clase:	Angiospermas
Subclase:	Dicotiledónea
Orden:	Chaparrales

Familia:	Brassicaceae
Género :	Brassica
Espécie:	Olerácea L. var itálica
Nombre científico:	<i>Brassica olerácea</i> L. var. Itálica
Nombre común:	Brócoli

2.2.3.4. Fases del cultivo

Agricultura urbana (2006), indica que en el desarrollo del brócoli se pueden considerar las siguientes fases: de crecimiento: la planta desarrolla solamente hojas. De inducción floral: después de haber pasado un número determinado de días con temperaturas bajas la planta inicia la formación de la flor; al mismo tiempo que está ocurriendo esto, la planta sigue brotando hojas de tamaño más pequeño que en la fase de crecimiento. De formación de pellas: la planta en la yema terminal desarrolla una pella y al mismo tiempo, en las yemas axilares de las hojas está ocurriendo la fase de inducción floral con la formación de nuevas pellas, que serán bastante más pequeñas que la pella principal. De floración: los tallos que sustentan las partes de la pella inician un crecimiento en longitud, con apertura de las flores. De fructificación: se forman los frutos (silicuas) y semillas.

2.2.3.5. Requerimientos edafoclimáticos

Según Infoagro (2006), es un cultivo que para el desarrollo normal de la planta es necesario que las temperaturas durante la fase de crecimiento oscilen entre 20 y 24°C; para poder iniciar la fase de inducción floral necesita entre 10 y 15°C durante varias horas del día. La planta y la pella no suelen helarse con temperaturas cercanas a 0°C, cuando su duración es de pocas horas del día. Las variedades que tienen pella única y blanca (más similares a la coliflor) son menos resistentes al frío que los brócolis ahijados. La humedad relativa óptima oscila entre 60% y 75%. Como todas las crucíferas prefiere suelos con tendencia a la acidez y no a la alcalinidad, estando el óptimo de pH entre 6,5 y 7,0. Requiere suelos de textura media. Soporta mal la salinidad excesiva del suelo y del agua de riego. En el caso de variedades tempranas pueden emplearse suelos ligeros y son más adecuados los fuertes para las variedades tardías. Es conveniente que el suelo esté en un estado perfecto de humedad.

2.2.3.6. Variedades

Infoagro (2006), expone que existen variedades desde grano muy apretado hasta tipos que lo tienen muy suelto, pasando por las formas intermedias. Teniendo en cuenta el ciclo de formación de la pella desde la siembra a la madurez, se dividen también las variedades en tempranas, de media estación y tardías. Las variedades tempranas se siembran a finales de junio, en clima continental y se recolectan durante los meses de octubre, noviembre y diciembre. Las de media estación se siembran en la misma fecha y se recolectan en enero y febrero. Y las variedades tardías se cosecharán durante los meses de marzo, abril y mayo. Admiral: variedad de ciclo medio. 80-85 días desde trasplante a recolección. Coaster: ciclo medio-largo. 80-85 días desde trasplante a recolección. Greenduke y Peyet: ciclo de 80-90 días. Corvet: variedad precoz. 90-95 días desde la siembra. Resistente a *Peronospora brassicae*. Shogum: ciclo semi tardío. Tolerante a *Peronospora brassicae*. Marisa: muy precoz. 55-60 días desde el trasplante a la recolección.

2.2.3.7. Mejora genética

Agricultura urbana (2006), dice que los objetivos de la mejora genética en brócoli se basan fundamentalmente en: incremento de los rendimientos, producción homogénea y recolección solapada, adaptación de los factores agronómicos que influyen en el desarrollo de la planta y de la inflorescencia, resistencia a plagas y enfermedades.

2.2.3.8. Particularidades del cultivo

Preparación del terreno

Infoagro (2006), manifiesta que se efectúa una labor de subsolador a unos 50 cm, seguido de una de vertedera de 40 cm. Posteriormente se ejecutan unas labores complementarias de grada o cultivador, para dejar de este modo el suelo bien mullido. Se realizan caballones separados entre si de 0,8 a 1 m, según el desarrollo de la variedad que se va a cultivar. Los cultivos precedentes de

los brócolis más recomendados son: patatas, cebollas, tomates, melones, maíz, etc. Deben evitarse las rotaciones con otras crucíferas como rábanos, repollos, nabos, etc.

Siembra

El mismo autor señala que el brócoli se siembra en semillero. La semilla se cubre ligeramente con una capa de tierra de 1-1,5 cm y con riegos frecuentes para conseguir una planta desarrolla en unos 45-55 días. La nascencia tiene lugar aproximadamente 10 días después de la siembra. En general, la cantidad de semilla necesaria para una hectárea de plantación es de 250 a 300 gramos, en función del marco de plantación y de la variedad que se plante. Si el semillero está muy espeso es conveniente aclararlo para que la planta se desarrolle de forma vigorosa y evitar el ahilamiento.

Trasplante

Infoagro (2006), señala que la planta tiene que ser vigorosa y estar bien desarrollada, con 18-20 cm de altura y 6-8 hojas definitivas, lo que tiene lugar a los 50 días de la siembra. Se deben eliminar las plantas débiles y las que tengan la yema terminal abortada, particularmente importante en las variedades de pella. Normalmente se emplean unas densidades de 12 000-30 000 plantas/ha, que en marcos de plantación sería 0,80-1,0 m entre líneas y 0,40-0,80 m entre plantas.

Riego

Agricultura urbana (2006), indica que el riego debe ser abundante y regular en la fase de crecimiento. En la fase de inducción floral y formación de pella, conviene que el suelo esté sin excesiva humedad.

Abonado

Es un cultivo que requiere un alto nivel de materia orgánica, que se incorporará un mes o dos antes de la plantación del orden de 4 t/ha de estiércol bien fermentado. Si es un cultivo de relleno, último en la alternativa anual,

no es necesario hacer estercoladura. El brócoli es exigente en potasio y también lo es en boro; en suelos en los que el magnesio sea escaso conviene hacer aportación de este elemento (Agricultura urbana, 2006).

Fisiopatías

Tallo hueco: es una cavidad en la parte central del tallo de la base de la inflorescencia. La superficie de corte en el pedúnculo tiende a volverse parda. El desarrollo de esta fisiopatía depende del cultivar y de las condiciones durante la producción (Agricultura urbana, 2006).

Amarillamiento de las inflorescencias: su amarillamiento puede deberse a sobremadurez en la cosecha, temperaturas altas de almacenamiento y/o contacto con el etileno. En todos estos casos la causa fisiológica es la senescencia de las inflorescencias. La aparición de un color amarillo en las inflorescencias termina con la vida comercial del brócoli. El amarillamiento por senescencia no debe confundirse con el color verde claro-amarillento que presentan las áreas de las inflorescencias que no estuvieron expuestas a la luz durante el crecimiento, algunas veces llamado "amarillamiento marginal" (Agricultura urbana, 2006).

Granos pardos en la superficie del cogollo: es una fisiopatía en la que ciertas áreas de las inflorescencias no se desarrollan correctamente, mueren y se tornan pardas. Se cree que es provocada por un desequilibrio nutricional de la planta (Agricultura urbana, 2006).

Enfermedades

Pudrición bacteriana: hay varias bacterias causantes de pudriciones blandas (*Erwinia*, *Pseudomonas*) que pueden reducir la vida del brócoli. Generalmente, las pudriciones debidas a estos microorganismos se asocian con daño físico (Haro y Maldonado, 2009).

Enfermedades causadas por hongos: aunque no tan comunes como las pudriciones bacterianas, las pudriciones por moho gris (*Botrytis cinerea*) y

moho negro (*Alternaria*) pueden infectar las cabezas de brócoli cuando durante su crecimiento se presentan condiciones lluviosas o muy frías (Haro y Maldonado, 2009).

Recolección

Infoagro (2006), señala que los brócolis deben cosecharse con el número de hojas exteriores necesario para su protección; en el caso de los brócolis de pella conviene que estén lo más cubiertos posible. La recolección comienza cuando la longitud del tallo alcanza 5 o 6 cm, posteriormente se van recolectando a medida que se van produciendo los rebrotes de inflorescencias laterales. El brócoli de buena calidad debe tener las inflorescencias cerradas y de color verde oscuro brillante, compacta (firme a la presión de la mano) y el tallo bien cortado y de la longitud requerida. Las producciones varían según se trate de brócolis ahijados o de pella, además del tipo de variedad. Pero pueden estimarse unos rendimientos normales entre 15 000 y 25 000 kg/ha.

2.2.3.9. Densidad de plantación

Los almacigales son producidos en la misma finca en bandejas de estereofón de 242 hoyos. Se emplea semillas Legacy. A las tres semanas de sembradas, las plántulas con su sustrato son aflojadas en el invernadero y transportadas en las bandejas al campo. El suelo es previamente humedecido para favorecer el enraizamiento, luego se hacen los hoyos con un espeque y se trasplanta. A la siembra, a manera preventiva se aplica vinagre de madera como fertilizante foliar e insecticida. La siembra promedio es de 40 000 plantas/ha (Haro y Maldonado, 2009).

Se requiere de 50-70 m² de almácigos para plantar una hectárea en los cuales se siembran 200 y 300 gramos de semilla respectivamente y cada una se deposita en hileras separadas a 10 cm. y a 1 cm. de profundidad (Corfo, 1986).

El trasplante se realiza cuando las plántulas alcanzan 3 a 5 hojas verdaderas, lo que normalmente ocurre 30-50 días después de siembra de la almaciguera. La distancia entre hilera oscila entre 45 a 80 cm, en tanto la distancia sobre hilera varia entre 25 y 50 cm. Por lo general el brócoli destinado a la agroindustria se trasplanta a una mayor densidad (5-8 plantas/m²) que aquellos destinados al mercado fresco (4 plantas/m²) (Bianco, 1990).

Tanto la siembra directa como el trasplante deben realizarse en épocas de siembra en donde la pella se desarrolle a temperaturas inferiores a 20°C, para que sea compacta y de buena calidad. Así las condiciones climáticas de cada localidad determinan la época de plantación. En localidades costeras es posible trasplantar en Noviembre y Diciembre lo que no es recomendable en los valles interiores. En la zona sur es posible trasplantar en Septiembre y Octubre para cosechar en Noviembre y Diciembre. Por lo general la época de plantación más común es entre Diciembre y Marzo para cosechar entre Marzo o Julio dependiendo de la precocidad de los cultivos utilizados. En las siembras tardías, normalmente disminuye el peso de la pella y siembras tempranas ven limitada su producción y presentan flores pardas (Krarup, 1992).

Para lograr altos rendimientos por unidad de superficie se debe usar poblaciones iguales o mayores a 40 000 plantas por hectáreas (Krarup, 1992). Sin embargo la población debe ser determinada según el destino de la producción, ya que con altas densidades se obtienen pellas con flores más pequeñas, color más oscuro, disminuye el porcentaje de tallo hueco y se presentan menos problemas de virosis. Por el contrario con bajas densidades incrementa el peso medio de las pellas y aumenta el diámetro de alto.

2.2.4. Características del híbrido Avenger

Este híbrido posee excelentes características de calidad y alto rendimiento en el mercado agroindustrial principalmente de los congelados, así como el mercado en fresco. Sus tallos son gruesos pero cortos, con inserción baja de la pella. Sus hojas son anchas y largas para proteger a la pella de factores externos. Las pellas tienen forma de domo bien definido de color verde azulado, cuyos granos son

finos y medios, de buena compactación. En condiciones normales de manejo no presenta tallo hueco, teniendo mayor peso y rendimiento. No presenta brotes laterales desarrollados. Es muy susceptible a pudrición de cabeza principalmente en el invierno. Su ciclo de cultivo es largo entre 13 y 14 semanas (Haro y Maldonado, 2009).

2.3. HIPÓTESIS

Ho: La aplicación de productos orgánicos para el control de antracnosis permiten obtener una mejor producción en el cultivo de brócoli.

Ha: La aplicación de productos orgánicos para el control de antracnosis no permiten obtener una mejor producción en el cultivo de brócoli.

2.4. VARIABLES DE LAS HIPÓTESIS

2.4.1. Variables independientes

Aplicación productos (Bio-Clean, Sonata, Advance)

Frecuencias de aplicación (7, 14 y 24 días)

2.4.2. Variables dependientes

Altura de la planta, diámetro de la pella, color de la pella, peso de la pella, porcentaje de incidencia, porcentaje de severidad y rendimiento.

2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

La operacionalización de variables para los factores en estudio se muestra en el cuadro 1.

CUADRO 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variables	Conceptos	Categorías	Indicadores	Índices
<u>Variable independiente</u>		Bio-Clean		500 cc/200 l
Productos orgánicos	Productos de origen no químico con propiedades fungicidas	Sonata		1 000cc/200 l
		Advance	Características de la pella y crecimiento de la planta.	250 cc/200 l
Frecuencias de aplicación	Número de veces que aplica el producto con respecto a una unidad de tiempo	Cada 7		Días
		Cada 14		Días
		Cada 21		Días
<u>Variable dependiente</u>		Crecimiento	Altura de planta	cm
Calidad de la pella	Características favorables de la pella	Desarrollo de la pella	Diámetro ecuat. de la pella	cm
			Peso del repollo	kg
		Rendimiento	Rendimiento	t/ha
Incidencia y severidad	Presencia y cantidad de daño que provoca el hongo	Hojas afectadas	Incidencia	%
			Severidad	%

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

El enfoque de la investigación es cuali-cuantitativo, pues se evaluó el producto orgánico y la frecuencia de aplicación que mejor controle el ataque de antracnosis, consecuentemente, provoque las mejores características productivas en cuanto a calidad y rendimiento.

La investigación presentó una modalidad mixta debido a que se realizó la ejecución del proyecto en el campo tras un previo sustento en la investigación bibliográfica y documental.

Este trabajo es de tipo exploratorio y explicativo pues trata de conocer el producto orgánico y la frecuencia de aplicación que mejor controle la presencia de antracnosis. Además se trata de encontrar una explicación técnica de los resultados obtenidos.

3.2. UBICACIÓN DEL ENSAYO

El presente ensayo se realizó en la propiedad del señor Fausto Ricardo Tacoaman Moreta, localizado en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, parroquia Pishilata, a la altitud de 2 415 m.s.n.m., cuyas coordenadas geográficas son: 01° 15' 14" de latitud Sur y 78° 39' 38" de longitud Oeste (Datos tomados con GPS, Sistema de Posicionamiento Global).

3.3. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR

3.3.1. Clima

El clima del cantón es diverso, modificado por la altitud. La temperatura media anual es 17,12°C, la temperatura máxima es de 28,6°C, la temperatura mínima es 4,6°C, el microclima es húmedo subtemplado (INAMHI, 2013).

3.3.2. Suelo

Los suelos de esta zona son heterogéneos, de origen cangahua, su textura es arcillosa, de topografía plana, estructura granular, pH 7,4, parcialmente neutro (Instituto Geográfico Militar, 1986).

3.3.3. Agua

La fuente de agua proviene de la vertiente de Curiquingue, con un pH de 8,5.

3.3.4. Zona de vida

Según la clasificación ecológica de Holdridge (1982), la zona en la cual se desarrolló el estudio corresponde a la formación bosque seco-Montano Bajo (bs-MB).

3.3.5. Cultivos

En la parroquia Pishilata del cantón Ambato, se cultivan varios productos como: hortalizas, frutales, moras, lechugas y varias leguminosas.

3.4. FACTORES EN ESTUDIO

3.4.1. Productos orgánicos

Bio-Clean (500 cc/200 l)	P1
Sonata (1 000 cc/200 l)	P2
Advance (250 cc/200 l)	P3

3.4.2. Frecuencias de aplicación

Cada 7 días	F1
Cada 14 días	F2
Cada 21 días	F3

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se empleó el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) en arreglo factorial de $3 \times 3 + 1$ testigo, con tres repeticiones.

3.6. TRATAMIENTOS

Los tratamientos fueron 10, nueve que recibieron aplicación de productos orgánicos y un testigo, como se detalla en el cuadro 2.

CUADRO 2. TRATAMIENTOS

No.	Símbolo	Productos orgánicos	Frecuencias de aplicación (días)
1	P1F1	Bio-Clean (500 cc/200 l)	Cada 7
2	P1F2	Bio-Clean (500 cc/200 l)	Cada 14
3	P1F3	Bio-Clean (500 cc/200 l)	Cada 21
4	P2F1	Sonata (1 000 cc/200 l)	Cada 7
5	P2F2	Sonata (1 000 cc/200 l)	Cada 14
6	P2F3	Sonata (1 000 cc/200 l)	Cada 21
7	P3F1	Advance (250 cc/200 l)	Cada 7
8	P3F2	Advance (250 cc/200 l)	Cada 14
9	P3F3	Advance (250 cc/200 l)	Cada 21
10	T		

3.6.1. Análisis

Se efectuó el análisis de variancia (ADEVA), de acuerdo al diseño experimental planteado. Pruebas de significación de Tukey al 5%, para diferenciar entre productos orgánicos, frecuencias de aplicación y la interacción; y, polinomios ortogonales para el factor frecuencias de aplicación, con cálculos de correlación y regresión.

El análisis económico de los tratamientos se realizó mediante el cálculo de la relación beneficio costo (RBC).

3.7. CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO

Número de plantas/parcela:	40
Distancia entre hileras:	0,70 m
Distancia entre plantas:	0,40 m
Número de plantas por hilera:	10
Número de tratamientos:	10

3.8. DATOS TOMADOS

3.8.1. Altura de la planta

Se registró la altura de la planta midiendo con cinta métrica desde el cuello del tallo hasta el ápice de la hoja bandera, a 12 plantas tomadas al azar de la parcela neta. La lectura se efectuó a los 90 días del trasplante.

3.8.2. Diámetro ecuatorial de la pella

Al momento de la cosecha, con ayuda de un calibrador pie de rey, se midió el diámetro ecuatorial de la pella, de 12 plantas tomadas al azar de la parcela neta.

3.8.3. Peso de la pella

Al final del ensayo, se pesaron las pellas de 12 plantas tomadas al azar de la parcela neta, utilizando una balanza. Los resultados se expresaron en kilogramos

3.8.4. Color de la pella

El color de la pella se determinó comparando con la tabla de colores Munsell para vegetales, registrando a 12 pellas tomadas al azar de la parcela neta.

3.8.5. Porcentaje de incidencia

Se determinó el porcentaje de incidencia al momento de la cosecha, observando la sintomatología de la presencia del hongo (aparecimiento de manchas concéntricas color amarillento distribuidas por toda la pella, que posteriormente aumenta su tamaño presentando un color café oscuro, producido por el desarrollo de las hifas y de los acérbulos) en 12 pellas tomadas al azar de la parcela, aplicando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ incidencia} = \frac{\text{Número de pellas afectadas}}{\text{Número total de pellas evaluadas}} \times 100$$

3.8.6. Porcentaje de severidad

Se determinó el porcentaje de severidad del ataque del hongo, efectuando la lectura al momento de la cosecha. Este valor se obtuvo mediante la utilización de la malla de puntos, determinando el área de tejido afectado en 12 pellas tomadas al azar de cada parcela neta, aplicando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Severidad} = \frac{\text{Área de tejido afectado}}{\text{Área total de tejido}} \times 100$$

3.8.7. Rendimiento

El rendimiento correspondió al peso de las pellas cosechadas en el total de plantas de cada parcela. Los valores se expresaron en toneladas por hectárea.

3.9. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

3.9.1. Abonadura orgánica

Esta actividad consistió en añadir abono orgánico al suelo, para lo cual se utilizó abono de gallina bien descompuesto, el mismo que fue esparcido e incorporado en el terreno. La cantidad utilizada fue de 42,3 kg en el área del ensayo.

3.9.2. Desinfección del suelo

Para esta actividad se utilizó Furadan granulado (I.A: Carbofuran 100 g/kg) en dosis 9 kg/ha, la misma que consistió en esparcir los gránulos del producto sobre el suelo para luego ser mezclados. La dosis utilizada fue de 0,2295 kg en el área del ensayo.

3.9.3. Preparación del suelo

La preparación del suelo se hizo mecánicamente, una semana antes del trasplante, con arado, rastra. Posteriormente se realizó el surcado.

3.9.4. Trazado de parcelas

La delimitación de las parcelas dentro de cada bloque, se hizo de acuerdo al diseño experimental establecido, utilizando flexómetro, piolas, estacas. Seguidamente se trazaron los surcos, separados a la distancia de 0,70 m.

3.9.5. Adquisición de plántulas

Las plántulas de brócoli híbrido Avenger, se adquirieron para el momento del trasplante. Las plántulas tenían 30 días de edad, altura de 12 cm, con 3-4 hojas verdaderas.

3.9.6. Trasplante

El trasplante se efectuó cuidadosamente para no estropear las plántulas, colocando una plántula por golpe, a las distancias de 0,40 m entre plantas y 0,70 m entre surcos.

3.9.7. Deshierba y aporque

El deshierbe se efectuó a los 30 días del trasplante, manualmente. El aporque se realizó a los 60 días, de forma manual. Esta actividad se hizo una sola vez en el cultivo, consiste en cubrir de tierra el tallo para un mejor desempeño radicular.

3.9.8. Aplicación de tratamientos

La aplicación de los productos orgánicos para el control de antracnosis, se efectuó de acuerdo al producto (Bio-Clean 500 cc/200l, Sonata 1000

cc/200l y Advance 250 cc/200l) y a la frecuencia de aplicación (cada 7, 14 y 21 días) que correspondió a cada tratamiento. La primera aplicación se hizo a los 60 días del trasplante, efectuando cinco aplicaciones en los tratamientos de la frecuencia de cada 7 días (a los 60, 67, 74, 81 y 88 días del trasplante); tres aplicaciones en los tratamientos de la frecuencia de cada 14 días (a los 60, 74 y 88 días del trasplante) y dos aplicaciones en los tratamientos de la frecuencia de cada 21 días (a los 60 y a los 81 días del trasplante). Las aplicaciones se realizaron con bomba mochila manual, rociando todo el follaje de las plantas.

3.9.9. Riegos

El riego se suministró cada ocho días, en forma gravitacional, con una hora de duración, dando un total de 12 riegos durante el desarrollo del ensayo. El agua es proveniente de una vertiente.

3.9.10. Fertilización

Se efectuaron dos fertilizaciones durante el ciclo del cultivo. La primera a los 30 días del trasplante y la segunda a los 60 días. El fertilizante utilizado fue 15-15-15 de Agrofeed. La cantidad utilizada fue de 9,8 kg en el área del ensayo, que corresponde a 360 kg/ha, incorporando el 50% al momento de la deshierba y el restante 50% al aporque, el mismo que fue colocado al voleo.

3.9.11. Fertilización foliar

Se efectuaron tres aplicaciones durante el ciclo del cultivo. La primera a los 28 días para la cual se utilizó Complefol Especial 30N/18P/25K+3 Mg, dosis 5 g/l, para desarrollo de la planta. La segunda a los 70 días aplicando abono foliar: solucat 20-20-20: 20N/20P, 20/l K + micro elementos, dosis 5 cc/l de agua, para mantenimiento de la planta. La tercera aplicación se la realizó a los 107 días del trasplante para lo cual se utilizó un abono foliar líquido: Peka: 150 g/l P, 160 g/l K + micro elementos, dosis 2,5 cc/l agua.

3.9.12. Cosecha

Se cosecharon las pellas cuando presentaron las condiciones de madurez comercial (flores cerradas sin considerar su tamaño) de acuerdo a los requerimientos del mercado antes de que pierda su forma compacta debido a la maduración de la flor. La cosecha se efectuó alrededor de los 100 días del trasplante.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DISCUSIÓN

4.1.1. Altura de planta

Los valores registrados al medir el crecimiento en altura de planta a los 90 días del trasplante, para cada tratamiento, se indican en el anexo 1, cuya altura promedio general fue de 55,42 cm. Ejecutando el análisis de variancia (cuadro 3), se establecieron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. Los productos orgánicos se diferenciaron a nivel del 1%, como también la comparación testigo versus resto; no mostrando significación las frecuencias de aplicación y la interacción entre los dos factores. El coeficiente de variación fue de 4,18%, cuya magnitud confiere alta confiabilidad a los resultados reportados.

CUADRO 3. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA ALTURA DE PLANTA

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	9,745	4,873	0,76 ns
Tratamientos	9	446,909	49,657	7,79 **
Productos orgánicos (P)	2	175,184	87,592	13,74 **
Frecuencias de aplicación (F)	2	41,966	20,983	3,29 ns
P x F	4	14,199	3,550	0,56 ns
Testigo versus resto	1	215,561	215,561	33,80 **
Error experimental	18	114,791	6,377	
Total	29	571,446		

Coeficiente de variación: 4,18%

ns = no significativo

** = significativo al 1%

La prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en la altura de planta a los 90 días del trasplante, estableció tres rangos de significación (cuadro 4). La mayor altura de planta se observó en el tratamiento P3F1 (Advance 250 cc/200 l, cada 7), con promedio de 59,31 cm, ubicado en el primer rango, seguido de los tratamientos P1F1 (Bio-Clean 500 cc/200 l, cada 7), P3F2 (Advance 250 cc/200 l, cada 14) y P3F3 (Advance 250 cc/200 l, cada 21), que compartieron el primer rango, con promedios que van desde 58,89 cm hasta 58,50 cm; el resto de tratamientos se ubicaron y compartieron rangos inferiores; mientras que, el testigo, al

no recibir aplicación de productos, las condiciones de desarrollo fueron menos favorables, por lo que el crecimiento en altura de planta fue menor, con promedio de 47,37 cm, ubicado en el tercer rango y último lugar en la prueba.

CUADRO 4. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA

Tratamientos		Promedio (cm)	Rango
No.	Símbolo		
7	P3F1	59,31	a
1	P1F1	58,89	a
8	P3F2	58,65	a
9	P3F3	58,50	a
2	P1F2	57,28	ab
3	P1F3	55,70	ab
4	P2F1	55,54	ab
5	P2F2	52,49	abc
6	P2F3	50,42	bc
10	T	47,37	c

Examinando el factor productos orgánicos, en la altura de planta a los 90 días del trasplante, la prueba de significación de Tukey al 5%, separó los promedios en dos rangos de significación bien definidos (cuadro 5). La mayor altura de planta reportaron los tratamientos que recibieron aplicación de Advance (250 cc/200 l) (P3), cuyas plantas al encontrar mejores condiciones de desarrollo, experimentaron mayor altura, con promedio de 58,82 cm, ubicado en el primer rango; seguido de los tratamientos que recibieron aplicación de Bio-Clean (500 cc/200 l) (P1), que compartieron el primer rango, con altura promedio de 57,29 cm. El menor crecimiento en altura de planta, por su parte, se observó en los tratamientos que se aplicó Sonata (1 000 cc/200 l) (P2), al ubicarse en el segundo rango, con la menor altura promedio de 52,82 cm.

CUADRO 5. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA PRODUCTOS ORGÁNICOS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA

Productos orgánicos	Promedio (cm)	Rango
---------------------	------------------	-------

Advance (250 cc/200 l) P3	58,82	a
Bio-Clean (500 cc/200 l) P1	57,29	a
Sonata (1 000 cc/200 l) P2	52,82	b

Los valores observados permiten deducir que, los productos orgánicos para el control de antracnosis en el cultivo de brócoli, influenciaron favorablemente en el control del hongo, producto de lo cual, las plantas al encontrar mejores condiciones de desarrollo, respondieron con mayor crecimiento en altura; por cuanto, en general todos los tratamientos que recibieron aplicación de productos, reportaron mejores alturas que el testigo, en donde el ataque de antracnosis fue significativamente mayor, por lo que las plantas reportaron menor crecimiento. Los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos que recibieron aplicación de Advance (250 cc/200 l) (P3), con el cual las plantas superaron la altura en promedio de 6,0 cm, que lo observado en los tratamientos que se aplicó Sonata (1 000 cc/200 l) (P2), lo que permite inferir que, la aplicación de Advance, es el producto orgánico que mejor controló el embate de antracnosis, consiguiéndose mejor crecimiento y desarrollo de las plantas, por lo que es el producto apropiado para el control de hongo, sin afectar mayormente a las condiciones ambientales. Según la Hoja Técnica Advance (2014), éste producto tiene propiedades fungicida, bactericida, alguicida, con alta eficacia viricida. La innovación en la formulación de Advance, son los metabolitos microbianos inmuno inductivos y los principios activos orgánicos de reacción inmunológica vegetal, los cuales coadyuvan la acción del principio activo principal el sulfato de cobre pentahidratado, hacia niveles de alta consistencia en el control de afecciones bióticas o abióticas en cultivos intensivos. La bioactividad de la innovación es única en su genero, involucra el estímulo de los principios moleculares de resistencia vegetal más la acción fungicida multisitio, por lo que el control de la enfermedad fue eficaz, lo que mejoró consecuentemente el crecimiento y desarrollo de las plantas.

4.1.2. Diámetro ecuatorial de la pella

Los datos correspondientes al crecimiento en diámetro ecuatorial de la pella al momento de la cosecha, en cada tratamiento, se presentan en el anexo 2,

cuyo diámetro promedio general fue de 23,47 cm. Mediante el análisis de variancia (cuadro 6), se detectaron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. Los productos orgánicos se diferenciaron a nivel del 1%, como también las frecuencias de aplicación, esta última con tendencia lineal altamente significativa. La interacción entre los dos factores no mostró significación; en tanto que, la comparación testigo versus resto; fue significativa a nivel del 1%. El coeficiente de variación fue de 4,86%, cuya magnitud confiere alta confiabilidad a los resultados obtenidos.

CUADRO 6. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA DIÁMETRO ECUATORIAL DE LA PELLA

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	5,543	2,772	2,13 ns
Tratamientos	9	122,546	13,616	10,44 **
Productos orgánicos (P)	2	14,972	7,486	5,74 **
Frecuencias de aplicación (F)	2	39,955	19,977	15,32 **
Tendencia lineal	1	39,338	39,338	30,17 **
Tendencia cuadrática	1	0,617	0,617	0,47 ns
P x F	4	5,431	1,358	1,04 ns
Testigo versus resto	1	62,189	62,189	47,70 **
Error experimental	18	23,467	1,304	
Total	29	151,556		

Coeficiente de variación: 4,86%

ns = no significativo

** = significativo al 1%

Mediante la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en el diámetro ecuatorial de la pella, se detectaron tres rangos de significación (cuadro 7). Las pellas desarrollaron mayor diámetro en el tratamiento P3F1 (Advance 250 cc/200 l, cada 7), con promedio de 23,69 cm, al ubicarse en el primer rango, seguido de los tratamientos P1F1 (Bio-Clean 500 cc/200 l, cada 7) y P2F1 (Sonata 1 000 cc/200 l, cada 7), que compartieron el primer rango, con promedios de 25,59 cm y 24,34 cm, respectivamente; el resto de tratamientos se ubicaron y compartieron en rangos inferiores; en tanto que, el testigo, al no recibir aplicación de productos, las condiciones de desarrollo fueron menos favorables, por lo que el crecimiento y desarrollo fue menor, reportando las pellas de menor diámetro ecuatorial, con promedio de 19,15 cm, ubicado en el tercer rango y último lugar en la prueba.

CUADRO 7. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE DIÁMETRO ECUATORIAL DE LA PELLA

Tratamientos		Promedio (cm)	Rango
No.	Símbolo		
7	P3F1	26,69	a
1	P1F1	25,59	a
4	P2F1	24,34	a
8	P3F2	24,08	ab
2	P1F2	23,63	ab
5	P2F2	23,51	ab
3	P1F3	23,40	ab
9	P3F3	23,37	ab
6	P2F3	20,98	bc
10	T	19,15	c

En relación al factor productos orgánicos, en la evaluación del diámetro ecuatorial de la pella, según la prueba de significación de Tukey al 5%, se apreciaron dos rangos de significación (cuadro 8). El diámetro ecuatorial de la pella experimentó mayor diámetro en los tratamientos que recibieron aplicación de Advance (250 cc/200 l) (P3), con promedio de 24,71 cm, ubicado en el primer rango; seguido de los tratamientos que recibieron aplicación de Bio-Clean (500 cc/200 l) (P1), que compartieron el primero y segundo rangos, con diámetro promedio de 24,20 cm. El menor crecimiento en diámetro ecuatorial de la pella, por su parte, se detectó en los tratamientos que se aplicó Sonata (1 000 cc/200 l) (P2), al ubicarse en el segundo rango, con el menor diámetro promedio de 22,94 cm.

CUADRO 8. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA PRODUCTOS ORGÁNICOS EN LA VARIABLE DIÁMETRO ECUATORIAL DE LA PELLA

Productos orgánicos	Promedio (cm)	Rango
Advance (250 cc/200 l) P3	24,71	a
Bio-Clean (500 cc/200 l) P1	24,20	ab
Sonata (1 000 cc/200 l) P2	22,94	b

Evaluando el factor frecuencias de aplicación en la evaluación del diámetro ecuatorial de la pella, aplicando la prueba de significación de Tukey al 5%, se establecieron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 9). Mayor altura de planta experimentaron los tratamientos que recibieron aplicación de productos orgánicos con la frecuencia de cada 7 días (F1), con promedio de 25,54 cm, ubicado en el primer rango, en tanto que, los tratamientos de la frecuencia de cada 14 días (F2) y los tratamientos de la frecuencia de cada 21 días (F3), compartieron el segundo rango, con menor crecimiento en altura de planta, promedios de 23,74 cm y 22,58 cm, en su orden.

CUADRO 9. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE DIÁMETRO ECUATORIAL DE LA PELLA

Frecuencias de aplicación	Promedio (cm)	Rango
Cada 7 días (F1)	25,54	a
Cada 14 días (F2)	23,74	b
Cada 21 días (F3)	22,58	b

Gráficamente, mediante la figura 3, se representa la regresión lineal entre frecuencias de aplicación versus el diámetro ecuatorial de la pella, en donde la tendencia lineal negativa de la recta, indica que, a mayor número de aplicaciones de los productos orgánicos, las plantas encontraron mejores condiciones de desarrollo, por lo que alcanzaron mejores diámetros de la pella, observando los mejores resultados en los tratamientos de la frecuencia de cada 7 días (F1), con correlación lineal significativa de -0,67 *.

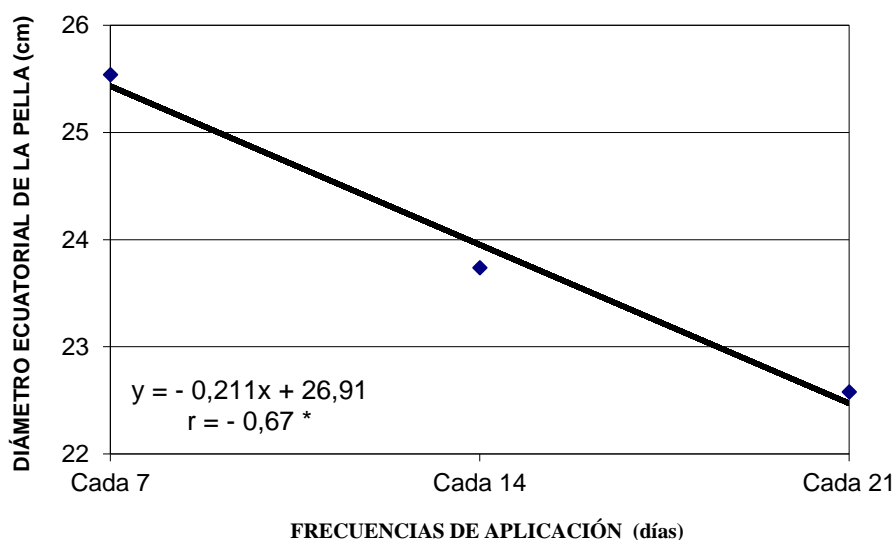


FIG1

netro

Los resultados obtenidos en el crecimiento en diámetro ecuatorial de la pella permiten informar que, los productos orgánicos para el control de antracnosis en el cultivo de brócoli, influenciaron favorablemente en el control del hongo, producto de lo cual, las plantas al encontrar mejores condiciones de desarrollo, respondieron con pellas de mejor calidad; por cuanto, en general todos los tratamientos que recibieron aplicación de productos, reportaron pellas de mayor diámetro que el testigo, en donde el ataque de antracnosis fue significativamente mayor, por lo que las plantas reportaron pellas de menor crecimiento. Los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos que recibieron aplicación de Advance (250 cc/200 l) (P3), con el cual las plantas superaron el diámetro ecuatorial de la pella en promedio de 1,77 cm, que lo observado en los tratamientos que se aplicó Sonata (1 000 cc/200 l) (P2); igualmente, al aplicar los productos con la frecuencia de cada siete días (F1), se obtuvieron pellas de mayor diámetro, superando en promedio de 2,96 cm, a los tratamientos de la frecuencia (F3), por lo que es posible inferir que, la aplicación de Advance con la frecuencia de cada siete días, es el producto orgánico y la dosis que mejor controló el ataque de antracnosis, consiguiéndose pellas de mejor diámetro ecuatorial, por lo que es el producto apropiado para el control de hongo, conservando mejor las condiciones ambientales. Es posible que haya sucedido lo manifestado por la Ficha Técnica Advance (2014), que por la naturaleza bioquímica de los elementos activos afines al metabolismo vegetal, son absorbidos por la plantas y transportados por sistemas de conducción del

tejido y célula, en los cuales actúa como curativo, erradicante y protector. Inhibe tanto en la germinación, desnaturaliza enzimas y toxinas fitopatógenas como las estructuras de infección en forma de micelio. Además destruye la pared celular de hongos como de bacterias, por lo que el control de antracnosis fue mejor, especialmente si se aplica con la frecuencia de cada 7 días.

4.1.3. Peso de la pella

El peso de la pella al momento de la cosecha, en cada tratamiento, se muestra en el anexo 3, cuyo peso promedio general fue de 706,51 g. El análisis de variancia (cuadro 10), estableció diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. Los productos orgánicos se diferenciaron a nivel del 1% y las frecuencias de aplicación a nivel del 5%, esta última con tendencia lineal altamente significativa. La interacción entre los dos factores no mostró significación; en tanto que, la comparación testigo versus resto; fue significativa a nivel del 1%. El coeficiente de variación fue de 7,05%, valor que confiere alta confiabilidad en la validez de los resultados.

CUADRO 10. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA PESO DE LA PELLA

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	2 183,810	1 091,905	0,44 ns
Tratamientos	9	195 438,111	21 715,346	8,75 **
Productos orgánicos (P)	2	109 328,064	54 664,032	22,03 **
Frecuencias de aplicación (F)	2	25 728,958	12 864,479	5,18 *
Tendencia lineal	1	25 410,094	25 410,094	10,24 **
Tendencia cuadrática	1	318,865	318,865	0,13 ns
P x F	4	4 175,083	1 043,771	0,42 ns
Testigo versus resto	1	56 206,005	56 206,005	22,65 **
Error experimental	18	44 673,979	2 481,888	
Total	29	242 295,900		

Coeficiente de variación: 7,05%

ns = no significativo

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%

Según la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en el peso de la pella, se observaron cuatro rangos de significación (cuadro 11). Las pellas de mayor peso se detectaron en el tratamiento P3F1 (Advance 250 cc/200 l, cada 7), con promedio de 866,76 g, ubicado en el primer rango, seguido del

tratamiento P3F2 (Advance 250 cc/200 l, cada 14) que compartió el primero y segundo rangos, con promedio de 795,70 g; el resto de tratamientos se ubicaron y compartieron rangos inferiores; en tanto que, el testigo, al no recibir aplicación de productos, las condiciones de desarrollo fueron menos favorables, por lo que el crecimiento y desarrollo general de las plantas fue menor, reportando las pellas de menor peso, con promedio de 576,65 g, al ubicarse en el cuarto rango y último lugar en la prueba.

CUADRO 11. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PESO DE LA PELLA

Tratamientos		Promedio (g)	Rango
No.	Símbolo		
7	P3F1	866,76	a
8	P3F2	795,70	ab
9	P3F3	766,14	abc
1	P1F1	714,10	bcd
2	P1F2	710,07	bcd
4	P2F1	687,36	bcd
5	P2F2	671,61	bcd
3	P1F3	646,69	cd
6	P2F3	629,96	cd
10	T	576,65	d

Con respecto al factor productos orgánicos, en la evaluación del peso de la pella, aplicando la prueba de significación de Tukey al 5%, se establecieron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 12). Las pellas fueron de mayor peso, en los tratamientos que recibieron aplicación de Advance (250 cc/200 l) (P3), con el mayor promedio de 809,53 g, ubicado en el primer rango; en tanto que, los tratamientos que recibieron aplicación de Bio-Clean (500 cc/200 l) (P1) y los tratamientos que se aplicó Sonata (1 000 cc/200 l) (P2), reportaron pellas de menor peso, al compartir el segundo rango, con pesos promedios de 690,29 g y 662,98 g, en su orden.

CUADRO 12. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA PRODUCTOS ORGÁNICOS EN LA VARIABLE PESO DE LA PELLA

Productos orgánicos	Promedio (g)	Rango
Advance (250 cc/200 l) P3	809,53	a
Bio-Clean (500 cc/200 l) P1	690,29	b
Sonata (1 000 cc/200 l) P2	662,98	b

Analizando el factor frecuencias de aplicación en la evaluación del peso de la pella, la prueba de significación de Tukey al 5%, separó los promedios en dos rangos de significación (cuadro 13). Las pellas experimentaron mayor peso en los tratamientos que recibieron aplicación de productos orgánicos con la frecuencia de cada 7 días (F1), con promedio de 756,08 g, al ubicarse en el primer rango, seguido de los tratamientos de la frecuencia de cada 14 días (F2), que compartió el primero y segundo rangos, con promedio de 725,79 g. Las pellas de menor peso, por su parte, reportaron los tratamientos de la frecuencia de cada 21 días (F3), al ubicarse en el segundo rango y último lugar en la prueba, con peso promedio de 680,93 g.

CUADRO 13. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PESO DE LA PELLA

Frecuencias de aplicación	Promedio (g)	Rango
Cada 7 días (F1)	756,08	a
Cada 14 días (F2)	725,79	ab
Cada 21 días (F3)	680,93	b

Mediante la figura 4, se ilustra la regresión lineal entre frecuencias de aplicación de los productos orgánicos versus el peso de la pella, en donde la tendencia lineal negativa de la recta, indica que, a mayor número de aplicaciones de los productos, las plantas encontraron mejores condiciones de desarrollo, por lo que desarrollaron pellas de mayor peso, observando los mejores resultados en los

tratamientos de la frecuencia de cada 7 días (F1), con correlación lineal significativa de $-0,37^*$.

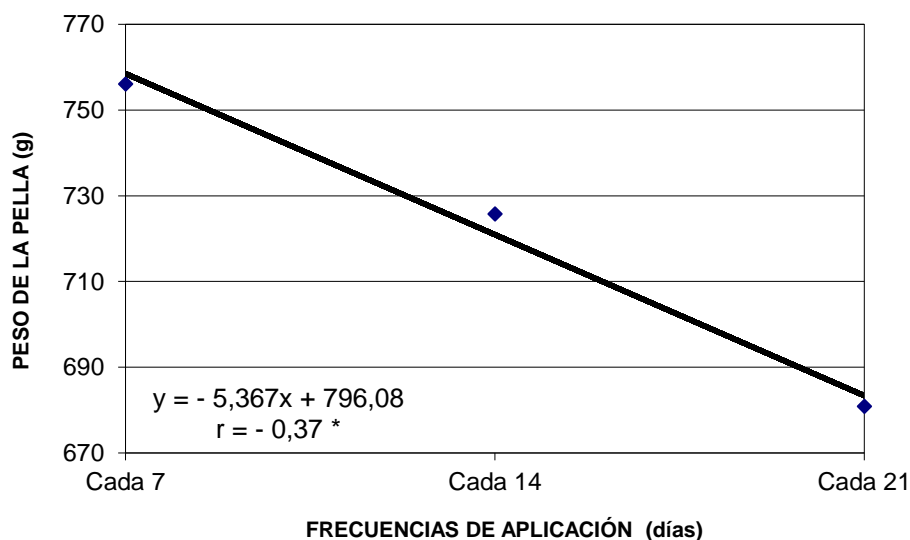


FIGURA 4. Regresión lineal para frecuencias de aplicación versus peso de la pella

Evaluando los resultados del peso de la pella, es posible afirmar que, los productos orgánicos para el control de antracnosis en el cultivo de brócoli, causaron un buen control del hongo, producto de lo cual, las plantas al encontrar mejores condiciones de desarrollo, manifestaron pellas de mejor calidad; por cuanto, en general todos los tratamientos que recibieron aplicación de productos, reportaron pellas de mayor peso que el testigo, en donde el ataque de antracnosis fue significativamente mayor, por lo que las plantas reportaron pellas de menor peso. Los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos que recibieron aplicación de Advance (250 cc/200 l) (P3), con el cual las pellas obtenidas superaron el peso en promedio de 146,55 g, que lo observado en los tratamientos que se aplicó Sonata (1 000 cc/200 l) (P2); así mismo, al aplicar los productos con la frecuencia de cada siete días (F1), se obtuvieron pellas de mayor peso, superando en promedio de 75,15 g, a los tratamientos de la frecuencia (F3), lo que hace posible inferir que, la aplicación de Advance con la frecuencia de cada siete días, es el producto orgánico y la dosis que mejor controló el embate de antracnosis, consiguiéndose pellas de mejor peso, por lo que es el producto apropiado para el control de hongo, conservando adecuadamente las condiciones ambientales. Según Blog.plantelia (2014), las

aplicaciones de sulfato de cobre pentahidratado, parte de Advance, son absorbidos por contacto por los microorganismos que intentan establecerse en las plantas en la etapa de germinación de las esporas. El cobre sustituye otros metales esenciales para la vida de los patógenos en cantidades infinitesimales produciendo una intoxicación y la muerte, por lo que el control de antracnosis fue mejor, obteniéndose pellas mejor conformadas, con mayor peso.

4.1.4. Color de la pella

El cuadro 14, detalla el color de las pellas de brócoli híbrido Avenger, determinado mediante la utilización de la tabla Munsell Color Chart para vegetales, con el cual se estableció que las pellas reportaron el color 5GY, correspondiendo al color verde amarillento, variando el valor entre 4 y 5 y el chroma entre 5 y 6, por lo que el color de las pellas fueron normales, característicos del híbrido Avenger.

CUADRO 14. COLOR DE LA PELLA

Tratamientos		I	II	III
No.	Símbolo			
1	P1F1	5GY 5/6	5GY 5/6	5GY 5/6
2	P1F2	5GY 5/6	5GY 4/6	5GY 5/6
3	P1F3	5GY 4/6	5GY 5/6	5GY 5/6
4	P2F1	5GY 5/6	5GY 5/6	5GY 5/6
5	P2F2	5GY 5/5	5GY 5/6	5GY 5/6
6	P2F3	5GY 5/5	5GY 5/6	5GY 5/6
7	P3F1	5GY 5/6	5GY 5/6	5GY 5/6
8	P3F2	5GY 5/6	5GY 5/6	5GY 5/6
9	P3F3	5GY 4/6	5GY 5/5	5GY 5/6
10	T	5GY 5/6	5GY 4/6	5GY 5/6

4.1.5. Porcentaje de incidencia

Mediante el anexo 4, se presentan los valores de incidencia de antracnosis en las pellas de brócoli, en el momento de la cosecha, para cada tratamiento, cuyo porcentaje promedio general fue de 17,22%. Según el análisis de variancia (cuadro 15), se registraron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. Los productos orgánicos se diferenciaron a nivel del 5% y las frecuencias de aplicación a nivel del 1%, esta última con tendencia lineal altamente

significativa. La interacción entre los dos factores no mostró significación; mientras que, la comparación testigo versus resto fue significativa a nivel del 1%. El coeficiente de variación fue de 26,18%, cuya magnitud es aceptable para conferir confiabilidad a los resultados.

CUADRO 15. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA PORCENTAJE DE INCIDENCIA

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	4,631	2,316	0,11 ns
Tratamientos	9	2 537,430	281,937	13,87 **
Productos orgánicos (P)	2	144,152	72,076	3,55 *
Frecuencias de aplicación (F)	2	391,276	195,638	9,62 **
Tendencia lineal	1	386,142	386,142	18,99 **
Tendencia cuadrática	1	5,134	5,134	0,25 ns
P x F	4	10,305	2,576	0,13 ns
Testigo versus resto	1	1 9991,697	1 9991,697	97,97 **
Error experimental	18	365,943	20,330	
Total	29	2 908,004		

Coeficiente de variación: 26,18%

ns = no significativo

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%

Aplicando la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en el porcentaje de incidencia de antracnosis en las pellas de brócoli, se registraron tres rangos de significación (cuadro 16). El menor porcentaje de incidencia se observó en el tratamiento P1F1 (Bio-Clean 500 cc/200 l, cada 7) y P3F1 (Advance 250 cc/200 l, cada 7), con promedio compartido de 8,33%, ubicado en el primer rango, seguido de varios tratamientos que compartieron el primero y segundo rangos, con promedios que van desde 11,11% hasta 19,45%. El testigo, al no recibir aplicación de productos, la incidencia del hongo fue significativamente mayor, con promedio de 41,67%, ubicado en el tercer rango y último lugar en la prueba.

CUADRO 16. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA

Tratamientos		Promedio (%)	Rango
No.	Símbolo		
1	P1F1	8,33	a

7	P3F1	8,33	a
8	P3F2	11,11	ab
2	P1F2	13,89	ab
4	P2F1	13,89	ab
5	P2F2	16,67	ab
9	P3F3	16,67	ab
3	P1F3	19,45	ab
6	P2F3	22,22	b
10	T	41,67	c

Analizando el factor productos orgánicos, en la evaluación del porcentaje de incidencia de antracnosis en las pellas de brócoli, la prueba de significación de Tukey al 5%, separó los promedios en dos rangos de significación (cuadro 17). Menor incidencia del hongo experimentaron los tratamientos que recibieron aplicación de Advance (250 cc/200 l) (P3), con promedio de 12,04%, ubicado en el primer rango; seguido de los tratamientos que recibieron aplicación de Bio-Clean (500 cc/200 l) (P1), que compartieron el primero y segundo rangos, con incidencia promedio de 13,89%. La mayor incidencia de antracnosis, por su parte, se observó en los tratamientos que recibieron aplicación de Sonata (1 000 cc/200 l) (P2), al ubicarse en el segundo rango, con el mayor promedio de 17,59%.

CUADRO 17. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA PRODUCTOS ORGÁNICOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA

Productos orgánicos	Promedio (%)	Rango
Advance (250 cc/200 l) P3	12,04	a
Bio-Clean (500 cc/200 l) P1	13,89	ab
Sonata (1 000 cc/200 l) P2	17,59	b

En cuanto al factor frecuencias de aplicación, en el porcentaje de incidencia de antracnosis en las pellas de brócoli, según la prueba de significación de Tukey al 5%, se establecieron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 18). La menor incidencia del ataque del hongo se observó en los tratamientos que recibieron aplicación de productos orgánicos con la frecuencia de cada 7 días (F1),

con promedio de 10,18%, al ubicarse en el primer rango; mientras que, los tratamientos de la frecuencia de cada 14 días (F2) y los tratamientos de la frecuencia de cada 21 días (F3), compartieron el segundo rango, con mayor porcentaje de incidencia, promedios de 13,89% y 19,45%, en su orden.

CUADRO 18. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA

Frecuencias de aplicación	Promedio (%)	Rango
Cada 7 días (F1)	10,18	a
Cada 14 días (F2)	13,89	b
Cada 21 días (F3)	19,45	b

Gráficamente, mediante la figura 5, detalla la regresión lineal entre frecuencias de aplicación de los productos orgánicos versus el porcentaje de incidencia, en donde la tendencia lineal positiva de la recta, indica que, a mayor número de aplicaciones de los productos, el porcentaje de incidencia de antracnosis fue significativamente menor, obteniéndose los mejores resultados en los tratamientos de la frecuencia de cada 7 días (F1), con correlación lineal altamente significativa de 0,70 **.

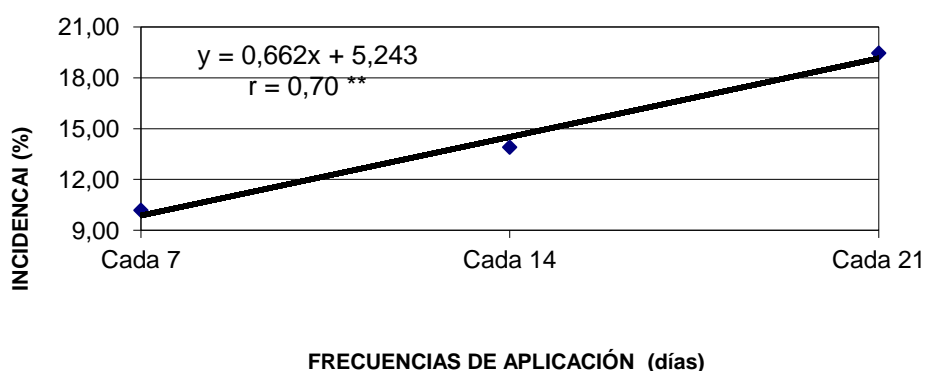


FIGURA 5. Regresión lineal para frecuencias de aplicación versus porcentaje de incidencia

Analizando los resultados obtenidos en el porcentaje de incidencia de antracnosis en las pellas de brócoli, es posible informar que, los productos orgánicos causaron un buen control del hongo, por cuanto, en general todos los tratamientos que recibieron aplicación de productos, reportaron menor porcentaje de incidencia que el testigo, en donde el ataque de antracnosis fue significativo, por lo que el porcentaje de incidencia fue mayor. Los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos que recibieron aplicación de Advance (250 cc/200 l) (P3), con el cual el porcentaje de incidencia disminuyó en promedio de 5,55%, que lo obtenido en los tratamientos que se aplicó Sonata (1 000 cc/200 l) (P2); así mismo, al aplicar los productos con la frecuencia de cada siete días (F1), se obtuvieron pellas con menor incidencia, disminuyendo en promedio de 9,27%, al comparar con los tratamientos de la frecuencia (F3), lo que permite inferir que, la aplicación de Advance con la frecuencia de cada siete días, es el producto orgánico y la dosis que mejor controló la presencia de antracnosis, consiguiéndose pellas de mejor calidad, por lo que es el producto apropiado para el control del hongo, sin afectar mayormente al medio ambiente. En este sentido Ehowenespanol (2014), menciona que, el sulfato de cobre pentahidratado, componente de Advance, en agricultura juega un rol preponderante en el control de los hongos de los cultivos. Los agricultores utilizan el sulfato de cobre en la preparación de las mezclas, esencialmente en soluciones livianas de sulfato de cobre y agua, que se usan para revestir a las plantas antes de la época en que se espera la patología de la enfermedad. El cobre mata al hongo ni bien toma contacto con él, por lo que el control de antracnosis fue mejor, especialmente al aplicar con la frecuencia de cada 7 días, lo que mejoró consecuentemente los niveles de producción y productividad del cultivo.

4.1.6. Porcentaje de severidad

En el anexo 5, se reportan los valores registrados al evaluar la severidad de la presencia de antracnosis en las pellas de brócoli, en el momento de la cosecha, para cada tratamiento, cuyo porcentaje promedio general fue de 6,28%. Aplicando el análisis de variancia (cuadro 19), se detectaron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. Los productos orgánicos se diferenciaron a nivel del 1% y las frecuencias de aplicación a nivel del 5%, esta última con tendencia lineal altamente significativa. La interacción entre los dos factores no

mostró significación; en tanto que, la comparación testigo versus resto fue significativa a nivel del 1%. El coeficiente de variación fue de 17,14%, valor que confiere alta confiabilidad a los resultados que se presentan.

CUADRO 19. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA PORCENTAJE DE SEVERIDAD

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	2,543	1,271	1,10 ns
Tratamientos	9	563,871	62,652	54,04 **
Productos orgánicos (P)	2	28,193	14,096	12,16 **
Frecuencias de aplicación (F)	2	10,518	5,259	4,54 *
Tendencia lineal	1	10,427	10,427	9,00 **
Tendencia cuadrática	1	0,091	0,091	0,08 ns
P x F	4	0,152	0,038	0,03 ns
Testigo versus resto	1	525,008	525,008	452,87 **
Error experimental	18	20,867	1,159	
Total	29	587,281		

Coeficiente de variación: 17,14%

ns = no significativo

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%

La prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, en el porcentaje de severidad de antracnosis en las pellas de brócoli, se establecieron tres rangos de significación (cuadro 20). El porcentaje de severidad fue menor en el tratamiento P3F1 (Advance 250 cc/200 l, cada 7) con promedio de 3,07%, al ubicarse en el primer rango, seguido del tratamiento P3F2 (Advance 250 cc/200 l, cada 14), que compartió el primer rango, con promedio de 3,67% y de varios tratamientos que compartieron el primero y segundo rangos, con promedios que van desde 3,81% hasta 6,16%. El testigo, al no recibir aplicación de productos, la severidad del ataque del hongo fue significativamente mayor, con promedio de 18,83%, ubicado en el tercer rango y último lugar en la prueba.

CUADRO 20. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SEVERIDAD

Tratamientos		Promedio (%)	Rango
No.	Símbolo		
7	P3F1	3,07	a
8	P3F2	3,67	a
1	P1F1	3,81	ab
9	P3F3	4,58	ab
2	P1F2	4,59	ab
3	P1F3	5,56	ab
4	P2F1	5,63	ab
5	P2F2	6,16	ab
6	P2F3	6,94	b
10	T	18,83	c

En referencia al factor productos orgánicos, en la evaluación del porcentaje de severidad de antracnosis en las pellas de brócoli, mediante la prueba de significación de Tukey al 5%, se detectaron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 21). La menor severidad del ataque del hongo se observó en los tratamientos que recibieron aplicación de Advance (250 cc/200 l) (P3), con promedio de 3,77%, al ubicarse en el primer rango; mientras que, los tratamientos que recibieron aplicación de Bio-Clean (500 cc/200 l) (P1) y los tratamientos que recibieron aplicación de Sonata (1 000 cc/200 l) (P2), reportaron mayor severidad de ataque del hongo, al compartir el segundo rango, con promedios de 4,65% y 6,24%, en su orden.

CUADRO 21. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA PRODUCTOS ORGÁNICOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SEVERIDAD

Productos orgánicos	Promedio (%)	Rango
Advance (250 cc/200 l) P3	3,77	a
Bio-Clean (500 cc/200 l) P1	4,65	b
Sonata (1 000 cc/200 l) P2	6,24	b

Examinando el factor frecuencias de aplicación, en el porcentaje de severidad en las pellas de brócoli, aplicando la prueba de significación de Tukey al 5%, se establecieron dos rangos de significación (cuadro 22). La menor severidad del ataque del hongo se detectó en los tratamientos que recibieron aplicación de productos orgánicos con la frecuencia de cada 7 días (F1), con promedio de 4,17%, ubicado en el primer rango; seguido de los tratamientos de la frecuencia de cada 14 días (F2), al compartir el primero y segundo rangos, con promedio de 4,81%; en tanto que, los tratamientos de la frecuencia de cada 21 días (F3), experimentaron el mayor porcentaje de severidad, promedio de 5,69%, ubicado en segundo rango y último lugar en la prueba.

CUADRO 22. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SEVERIDAD

Frecuencias de aplicación	Promedio (%)	Rango
Cada 7 días (F1)	4,17	a
Cada 14 días (F2)	4,81	ab
Cada 21 días (F3)	5,69	b

Mediante la figura 6, se representa la regresión lineal entre frecuencias de aplicación de los productos orgánicos versus el porcentaje de severidad, en donde la tendencia lineal positiva de la recta, demuestra que, a mayor número de aplicaciones de los productos, el porcentaje de severidad de antracnosis fue significativamente menor, alcanzándose los mejores resultados en los tratamientos de la frecuencia de cada 7 días (F1), con correlación lineal significativa de 0,45 *.

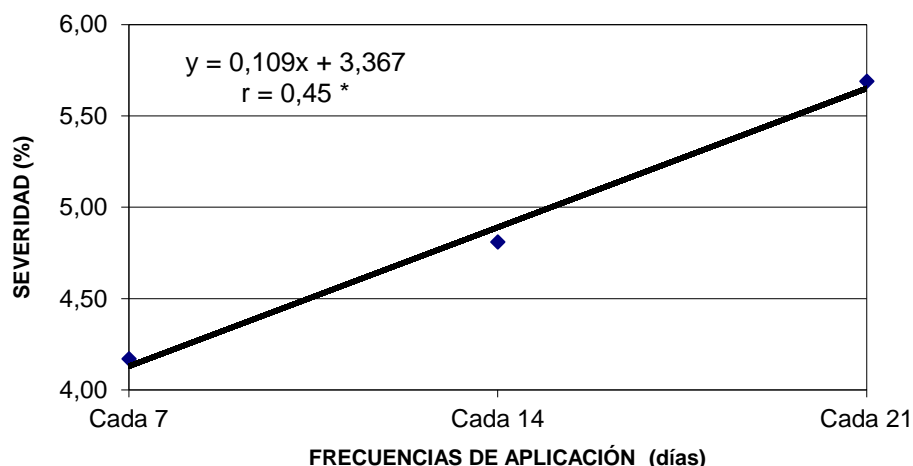


FIGURA 6. Regresión lineal para frecuencias de aplicación versus porcentaje de severidad

Examinando los resultados de la evaluación estadística del porcentaje de severidad de antracnosis en las pellas de brócoli, se puede deducir que, los productos orgánicos causaron aceptable control del hongo, por cuanto, en general todos los tratamientos que recibieron aplicación de productos, reportaron menor porcentaje de severidad que el testigo, en donde el ataque de antracnosis fue significativo, por lo que el porcentaje de severidad fue mucho mayor. Los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de Advance (250 cc/200 l) (P3), con el cual el porcentaje de severidad disminuyó en promedio de 2,47%, que lo obtenido en los tratamientos que se aplicó Sonata (1 000 cc/200 l) (P2); así mismo, al aplicar los productos con la frecuencia de cada siete días (F1), se obtuvieron pellas con menor severidad, disminuyendo en promedio de 1,52%, al comparar con los tratamientos de la frecuencia (F3), por lo que se puede inferir que, la aplicación de Advance con la frecuencia de cada siete días, es el producto orgánico y la dosis apropiada para controlar mejor la presencia de antracnosis, con lo cual se consiguen pellas de mejor calidad y vigorosidad, siendo el producto apropiado para el control del hongo, disminuyendo considerablemente los daños causados al medio ambiente. Es posible que haya sucedido lo citado en la ficha técnica Advance (2014), que éste producto al ser un fungicida, bactericida, alguicida, viricida, inductor fisiológico de resistencia, activa el sistema inmune de las plantas, que actúa por contacto y con efecto translaminar, ayuda a combatir una amplia gama de hongos y bacterias fitopatógenas, especialmente en los cuales se reportan resistencias o complejos fitopatogénicos en cultivos de rosas, frutales, hortalizas y flores de verano. Por otro lado, la forma de

acción del sulfato de cobre pentahidratado, componente básico de Advance, en donde las moléculas de cobre son absorbibles y transportadas por el follaje, en forma sistémica, protegen los tejidos de la planta (Formunica, 2014), lo que sucedió en el cultivo, por lo que el control de antracnosis en las pellas de brócoli fue mejor, especialmente aplicando con la frecuencia de cada 7 días.

4.1.7. Rendimiento

Los valores correspondientes al rendimiento, para cada tratamiento en estudio, se reportan en el anexo 6, cuyo promedio general fue de 16,16 t/ha. Realizando el análisis de variancia (cuadro 23), se registraron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. Los productos orgánicos se diferenciaron a nivel del 1% y las frecuencias de aplicación a nivel del 5%, esta última con tendencia lineal altamente significativa. La interacción entre los dos factores no mostró significación; mientras que, la comparación testigo versus resto fue significativa a nivel del 1%. El coeficiente de variación fue de 8,01%, el cual confiere alta confiabilidad en la validez de los resultados.

CUADRO 23. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA RENDIMIENTO

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	1,636	0,818	0,49 ns
Tratamientos	9	80,321	8,925	5,33 **
Productos orgánicos (P)	2	38,807	19,403	11,58 **
Frecuencias de aplicación (F)	2	15,196	7,598	4,54 *
Tendencia lineal	1	14,365	14,365	8,57 **
Tendencia cuadrática	1	0,831	0,831	0,50 ns
P x F	4	4,818	1,205	0,72 ns
Testigo versus resto	1	21,500	21,500	12,83 **
Error experimental	18	30,158	1,675	
Total	29	112,116		

Coeficiente de variación: 8,01%

ns = no significativo

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%

Mediante la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, en la evaluación del rendimiento, se detectaron tres rangos de significación (cuadro 24). El rendimiento fue mayor en el tratamiento P3F1 (Advance 250 cc/200 l, cada 7) con promedio de 19,21 t/ha, al ubicarse en el primer rango, seguido del tratamiento

P1F1 (Bio-Clean 500 cc/200 l, cada 7), que compartió el primero y segundo rangos, con promedio de 17,31 t/ha y de varios tratamientos que compartieron rangos inferiores. El testigo, al no recibir aplicación de productos, las condiciones de desarrollo fueron menos favorables, por lo que el crecimiento y desarrollo de las plantas fue menor, reportando consecuentemente menor rendimiento, con promedio de 13,62 t/ha, ubicado en el tercer rango y último lugar en la prueba.

CUADRO 24. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO

Tratamientos		Promedio (t/ha)	Rango
No.	Símbolo		
7	P3F1	19,21	a
1	P1F1	17,31	ab
2	P1F2	17,28	abc
9	P3F3	16,19	abc
4	P2F1	15,12	abc
6	P2F3	14,46	abc
3	P1F3	15,62	bc
5	P2F2	14,97	bc
8	P3F2	17,83	bc
10	T	13,62	c

Con respecto al factor productos orgánicos, al evaluar el rendimiento, la prueba de significación de Tukey al 5%, separó los promedios en dos rangos de significación bien definidos (cuadro 25). El rendimiento fue mayor en los tratamientos que recibieron aplicación de Advance (250 cc/200 l) (P3), con el mayor promedio de 17,74 t/ha, al ubicarse en el primer rango; seguido de los tratamientos que recibieron aplicación de Bio-Clean (500 cc/200 l) (P1), que compartieron el primer rango, con rendimiento promedio de 16,74 t/ha. El rendimiento fue menor en los tratamientos que recibieron aplicación de Sonata (1 000 cc/200 l) (P2), al ubicarse en el segundo rango, con el menor promedio de 14,85 t/ha.

CUADRO 25. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA PRODUCTOS ORGÁNICOS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO

Productos orgánicos	Promedio (t/ha)	Rango
Advance (250 cc/200 l) P3	17,74	a
Bio-Clean (500 cc/200 l) P1	16,74	a
Sonata (1 000 cc/200 l) P2	14,85	b

En relación al factor frecuencias de aplicación, en la evaluación del rendimiento, mediante la prueba de significación de Tukey al 5%, se registraron dos rangos de significación (cuadro 26). El mayor rendimiento se obtuvo en los tratamientos que recibieron aplicación de productos orgánicos con la frecuencia de cada 7 días (F1), con el mayor promedio de 17,31 t/ha, ubicado en el primer rango; seguido de los tratamientos de la frecuencia de cada 14 días (F2), al compartir el primero y segundo rangos, con promedio de 16,69 t/ha; mientras que, los tratamientos de la frecuencia de cada 21 días (F3), reportaron el menor rendimiento, promedio de 15,42 t/ha, ubicado en segundo rango y último lugar en la prueba.

CUADRO 26. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE RENDIMIENTO

Frecuencias de aplicación	Promedio (t/ha)	Rango
Cada 7 días (F1)	17,21	a
Cada 14 días (F2)	16,69	ab
Cada 21 días (F3)	15,42	b

La figura 7, grafica la regresión lineal entre frecuencias de aplicación de los productos orgánicos versus el rendimiento, en donde la tendencia lineal negativa de la recta, muestra que, a mayor número de aplicaciones de los productos, las plantas encontraron mejores condiciones de desarrollo, reportando consecuentemente mejores rendimientos, alcanzándose los mejores resultados en los

tratamientos de la frecuencia de cada 7 días (F1), con correlación lineal significativa de $-0,40^*$.

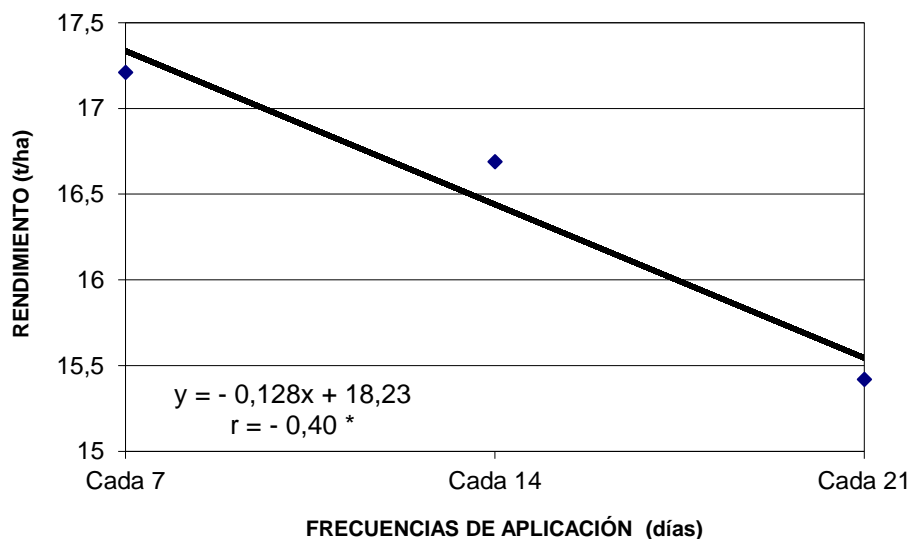


FIGURA 7. Regresión lineal para frecuencias de aplicación versus rendimiento

La evaluación estadística del rendimiento, permite confirmar que, los productos orgánicos para el control de antracnosis en el cultivo de brócoli, causaron un aceptable control del hongo, producto de lo cual, las plantas al encontrar mejores condiciones de desarrollo, manifestaron pellas de mejor calidad; por cuanto, en general todos los tratamientos que recibieron aplicación de productos, reportaron mejores rendimientos que el testigo, en donde el ataque de antracnosis fue significativamente mayor, por lo que las plantas reportaron los menores rendimientos. Los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos que recibieron aplicación de Advance (250 cc/200 l) (P3), con el cual el rendimiento superó en promedio de 2,89 t/ha, que lo observado en los tratamientos que se aplicó Sonata (1 000 cc/200 l) (P2); igualmente, al aplicar los productos con la frecuencia de cada siete días (F1), se obtuvieron mejores rendimientos, superando en promedio de 1,79 t/ha, a los tratamientos de la frecuencia (F3), lo que hace posible inferir que, la aplicación de Advance con la frecuencia de cada siete días, es el producto orgánico y la dosis que mejor controló el embate de antracnosis, consiguiéndose consecuentemente pellas de mejor calidad, elevándose los niveles de rendimiento, a más de conservar las condiciones ambientales del medio. El sulfato de cobre

pentahidratado, componente de Advance, es un protector de contacto, su aplicación forma una lámina superficial de protección que evita que las esporas de los hongos y las bacterias se establezcan y se desarrollen. También penetra dentro de los tejidos de las plantas. Tiene un amplio campo de actividad (ataca a un buen número de hongos diferentes) y buena persistencia (al ser partículas minerales y no biodegradables a corto plazo, pueden permanecer activas mucho más tiempo). Las diferentes formulaciones de cobre, se recomiendan para tratamientos fungicidas preventivos de mildiu, antracnosis, alternariosis, moniliosis y otros hongos (Blog.plantelia, 2014), lo que permitió el mejor control de antracnosis, lo que mejoró las condiciones de desarrollo del cultivo, obteniéndose mayores rendimientos.

4.2. RESULTADOS, ANÁLISIS ECONÓMICO Y DISCUSIÓN

Para evaluar la rentabilidad de la utilización de tres productos orgánicos, en tres frecuencias de aplicación en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. Itálica), para controlar el embate de antracnosis (*Colletotrichum* spp.), se determinaron los costos de producción del ensayo en 469,00 m² que constituyó el área de la investigación (cuadro 27), considerando entre otros los siguientes valores: \$ 185,00 para mano de obra, \$ 96,87 para costos de materiales, dando el total de \$ 281,87.

CUADRO 27. COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO (Dólares)

Labores	Mano de obra			Materiales			Costo total \$		
	No.	Costo unit. \$	Sub total \$	Nombre	Unid.	Cant.		Costo unit. \$	Sub total \$
Arriendo de lote				Lote	unidad	1	25,5	25,50	25,50
Abonadura orgánica	1	10	10,00	Gallinaza	kg	42,3	0,24	10,15	20,15
Preparación del suelo				Tractor	hora	1	15	15,00	15,00
Desinfección del suelo	1	10	10,00	Furadán	kg	0,2295	7	1,61	11,61
Surcado	1	10	10,00	Azadón	día	1	0,2	0,20	10,20
Trazado de parcelas	2	10	20,00	Estacas	unid.	30	0,07	2,10	22,10
				Flexómetro	día	1	0,2	0,20	0,20
				Martillo	día	1	0,2	0,20	0,20
Adquisición de plánt.	0,5	10	5,00	Plántula	unid.	1080	0,012	12,96	17,96
Trasplante	1	10	10,00	Pala	unid.	1	0,2	0,20	10,20
Deshierba y aporque	2	10	20,00	Azadón	día	2	0,2	0,40	20,40
Aplicación de tratam..	3	10	30,00	Bioclean	cc	112,5	0,05	5,63	35,63
				Sonata	cc	225	0,02	4,50	4,50
				Advance	cc	56,25	0,048	2,70	2,70
Riegos	3	10	30,00	Agua	hora	12	0,2	2,40	32,40
Fertilización	1	10	10,00	15-15-15	kg	9,8	0,6	5,88	15,88
Fertilización foliar	1	10	10,00	Complefol	g	250	0,008	2,00	12,00
				Solucat 20.20.20	g	250	0,005	1,25	1,25
				Peka	cc	125	0,012	1,50	1,50
				Bomba	día	10	0,2	2,00	2,00
Cosecha	2	10	20,00	Cuchillo	día	5	0,1	0,50	20,50
Total			185,00					96,87	281,87

El cuadro 28, indica los costos de inversión del ensayo desglosados por tratamiento. La variación de los costos está dada básicamente por el diferente precio de cada producto utilizado y por las diferentes frecuencias de aplicación, que recibió cada tratamiento. Los costos de producción se detallan en tres rubros que son: costos de mano de obra, costos de materiales y costos de la aplicación de productos orgánicos en cada tratamiento.

CUADRO 28. COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO

Tratamiento	Mano de obra (\$)	Materiales (\$)	Aplicación de productos (\$)	Costo total (\$)
P1F1	20,50	8,40	1,88	30,78
P1F2	18,50	8,40	1,88	28,78
P1F3	17,50	8,40	1,88	27,78
P2F1	20,50	8,40	1,50	30,40
P2F2	18,50	8,40	1,50	28,40
P2F3	17,50	8,40	1,50	27,40
P3F1	20,50	8,40	0,90	29,80
P3F2	18,50	8,40	0,90	27,80
P3F3	17,50	8,40	0,90	26,80
T	15,50	8,40		23,90

El cuadro 29, presenta los ingresos totales del ensayo por tratamiento. El cálculo del rendimiento se obtuvo mediante el peso total de pellas cosechadas en cada tratamiento, en las tres repeticiones, considerando el precio de un kilogramo de producto en \$ 0,60 para la época en que se sacó a la venta.

CUADRO 29. INGRESOS TOTALES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO

Tratamiento	Rendimiento (kg/tratamiento)	Precio de 1 kg de brócoli	Ingreso total \$
P1F1	72,69	0,60	43,61
P1F2	72,57	0,60	43,54
P1F3	65,60	0,60	39,36
P2F1	63,49	0,60	38,09
P2F2	62,86	0,60	37,72
P2F3	60,75	0,60	36,45
P3F1	80,69	0,60	48,41
P3F2	74,88	0,60	44,93
P3F3	67,99	0,60	40,79
T	57,20	0,60	34,32

Con los valores de costos e ingresos por tratamiento se calcularon los beneficios netos actualizados, encontrándose valores positivos, en donde los ingresos superaron a los costos en todos los tratamientos. La actualización de los costos se hizo con la tasa de interés bancaria del 11% anual y considerando los cinco meses que duró el ensayo. La relación beneficio costo, presenta valores positivos, encontrando que el tratamiento P3F1 (Advance 250 cc/200 l, cada 7), alcanzó la mayor relación beneficio costo de 0,55, en donde los beneficios netos obtenidos fueron 0,55 veces lo invertido, siendo desde el punto de vista económico el tratamiento de mayor rentabilidad (cuadro 30).

CUADRO 30. CÁLCULO DE LA RELACIÓN BENEFICIO COSTO DE LOS TRATAMIENTOS CON TASA DE INTERÉS AL 11%

Tratamiento	Ingreso total	Costo total	Factor de actual.	Costo total actual.	Beneficio neto actual.	RBC
P1F1	43,61	30,78	0,9552	32,22	11,39	0,35
P1F2	43,54	28,78	0,9552	30,13	13,41	0,45
P1F3	39,36	27,78	0,9552	29,08	10,28	0,35
P2F1	38,09	30,40	0,9552	31,83	6,27	0,20
P2F2	37,72	28,40	0,9552	29,73	7,98	0,27
P2F3	36,45	27,40	0,9552	28,69	7,76	0,27
P3F1	48,41	29,80	0,9552	31,20	17,21	0,55
P3F2	44,93	27,80	0,9552	29,11	15,82	0,54
P3F3	40,79	26,80	0,9552	28,06	12,73	0,45
T	34,32	23,90	0,9552	25,02	9,30	0,37

$$\text{Factor de actualización } Fa = \frac{1}{(1 + i)^n}$$

Tasa de interés anual $i = 11\%$ a Agosto del 2014

Período $n =$ cinco meses de duración del ensayo

$$\text{RBC} = \frac{\text{Beneficio neto actualizado}}{\text{Costo total actualizado}}$$

4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Los resultados obtenidos en la utilización de tres productos orgánicos, en tres frecuencias de aplicación en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. Itálica), para controlar el embate de antracnosis (*Colletotrichum* spp.), permiten aceptar la hipótesis alternativa (Ha), por, cuanto, con la aplicación de los productos orgánicos, se obtuvieron mejores resultados, tanto en el crecimiento y desarrollo de las plantas, como en el desarrollo de las pellas, mejorando la producción y productividad del cultivo, especialmente con la utilización de Advance (250 cc/200 l), aplicado con la frecuencia de cada 7 días.

CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

De la aplicación de tres productos orgánicos, en tres frecuencias, para el control de antracnosis (*Colletotrichum* spp.), en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. Itálica), híbrido Avenger, se concluye que:

El producto orgánico que mejor controló el ataque de antracnosis (*Colletotrichum* spp.), fue Advance (250 cc/200 l) (P3), al observarse el menor porcentaje de incidencia en las pellas (12,04%), como el menor porcentaje de severidad (3,77%); consecuencia de lo cual, las plantas, al contar con mejores condiciones de desarrollo, experimentaron mayor crecimiento en altura (58,82 cm), así como desarrollaron pellas de mayor diámetro ecuatorial (24,71 cm) y peso (809,53 g), consiguiéndose los mayores rendimientos (17,74 t/ha); por lo que es el producto orgánico apropiado para controlar mayormente el embate de la enfermedad, y propendiendo a disminuir considerablemente la afectación al medio ambiente. El producto orgánico Bio-Clean (500 cc/200 l) (P1), reportó buenos resultados, especialmente en el crecimiento en altura de planta (57,29 cm) y obtuvo el segundo mejor rendimiento (16,74 t/ha).

En referencia a frecuencias de aplicación, se concluye que, la aplicación de los productos orgánicos para el control de antracnosis, con la frecuencia de cada 7 días (F1), fue la frecuencia que mejores resultados reportó, al observarse en éstos tratamientos, el menor porcentaje de incidencia (10,18%) y el menor porcentaje de severidad (4,17%); consecuencia de aquello, las plantas se desarrollaron mejor, reportando pellas de mayor diámetro ecuatorial (25,54 cm), como de mejor peso (756,08 g), obteniéndose consecuentemente los mejores rendimientos (17,21 t/ha); por lo que es la frecuencia de aplicación adecuada para disminuir significativamente la presencia de antracnosis (*Colletotrichum* spp.), sin afectar a la producción y a la pérdida del cultivo, siendo una alternativa para evitar la utilización de pesticidas contaminantes que afectan al medio ambiente.

En relación al color de las pellas de brócoli híbrido Avenger, se determinó que las pellas reportaron el color 5GY, correspondiendo al color verde amarillento, variando el valor entre 4 y 5 y el chroma entre 5 y 6, por lo que el color de las pellas fueron normales, característicos del híbrido Avenger.

De la interacción de productos orgánicos por frecuencias de aplicación, al no observarse significación en prácticamente todas las variables analizadas, se deduce que, los productos orgánicos para en el control de antracnosis influenciaron en forma independiente, cuya acción es significativa si se compara con lo obtenido en el testigo.

Con respecto al testigo, al no recibir aplicación de productos para el control de antracnosis (*Colletotrichum* spp.), las plantas reportaron el mayor ataque de la enfermedad, con los más altos porcentajes de incidencia (41,67%) y porcentaje de severidad (18,83%), por lo que el crecimiento y desarrollo del cultivo no fue el mejor, al reportar la menor altura de planta (47,37 cm), con pellas de menos crecimiento en diámetro ecuatorial (19,15 cm), como pellas de menor peso (576,65 g), por lo que los rendimientos fueron los más bajos (13,62 t/ha); lo que justifica la aplicación de los productos orgánicos en el cultivo, siendo una alternativa para el combate de las enfermedades, practicando una agricultura limpia y se afectará al medio ambiente.

Del análisis económico se concluye que: el tratamiento P3F1 (Advance 250 cc/200 l, cada 7), alcanzó la mayor relación beneficio costo de 0,55, en donde los beneficios netos obtenidos fueron 0,55 veces lo invertido, siendo desde el punto de vista económico el tratamiento de mayor rentabilidad.

5.2. RECOMENDACIONES

Para controlar el ataque de antracnosis (*Colletotrichum* spp.), en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. Itálica), híbrido Avenger, consecuentemente para mejorar el crecimiento y desarrollo de las plantas y obtenerse mejores rendimientos, se recomienda la aplicación de Advance en dosis de 250 cc/200 l, aplicado con la frecuencia de cada 7 días, por ser el tratamiento que mejores resultados reportó, en las condiciones que se desarrolló el ensayo, disminuyendo significativamente los porcentajes de incidencia y severidad en las pellas, por lo que se mejora la producción y productividad del cultivo.

Se investigue la eficacia en el control de antracnosis el cultivo de brócoli, de otros productos no tradicionales, que no afecten al medio ambiente, con diferentes dosis y frecuencias de aplicación, aplicando rotación de los productos, que permitan ampliar la información para el control de esta enfermedad, dotando de nuevas alternativas para el agricultor.

Se efectúen investigaciones con alternativas de control integrado, iniciando desde las labores de preparación del suelo y utilizando productos de origen orgánico, contribuyendo de esta forma a la alternativa de practicar agricultura orgánica sin la presencia de enfermedades, practicando una agricultura limpia.

CAPÍTULO 6 PROPUESTA

6.1. TÍTULO

Aplicación del producto orgánico Advance para el control de antracnosis (*Colletotrichum* spp.) en el cultivo de brócoli (*Brassica olerácea* L. var. Itálica), en Pishilata provincia de Tungurahua.

6.2. FUNDAMENTACIÓN

En la provincia de Tungurahua, entre los mayores problemas que existen en el cultivo de brócoli, se encuentra el ataque de antracnosis (*Colletotrichum* spp.), lo que origina una considerable disminución en la producción y hasta la pérdida del cultivo, lo que influye directamente en la situación económica del agricultor, además se realizan aplicaciones excesivas de pesticidas costosos y contaminantes que disminuye el margen de utilidad.

El brócoli a pesar de ser una especie hortícola ya conocida y consumida en la época de los romanos, recién se ha generalizado su cultivo en diversas áreas del mundo, existiendo países que han incrementado notablemente su producción en los últimos años, tal es el caso de Ecuador, que en la actualidad provee la demanda del norte de Europa en un 30 a 40% de producto congelado. Guatemala está en un porcentaje similar al Ecuador y la diferencia de la demanda provee España y Portugal. La demanda de brócoli por parte de Estados Unidos es cuatro veces más que del norte de Europa y es abastecido en un 90% por México. Entre otros países ofertantes y que en un futuro no muy lejano serán nuestros competidores se hallan Sudáfrica y China. Entre los países auto-consumidores se hallan Italia y Francia. Japón es un mercado potencial para el Ecuador.

6.3. OBJETIVOS

Aplicar el producto orgánico Advance para el control de antracnosis (*Colletotrichum* spp.) en el cultivo de brócoli (*Brassica olerácea* L. var. Itálica).

6.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

En la provincia de Tungurahua, existen diversos problemas en el manejo del cultivo de brócoli, uno de ellos es la falta de conocimientos en la utilización de fungicidas biológicos como una alternativas para el control de antracnosis que afecta a este cultivo, lo que origina una considerable disminución en la producción y hasta

la pérdida de la misma lo que conlleva a un detrimento económico para el productor. El ataque de hongos en el cultivo de brócoli viene generando grandes pérdidas a los agricultores al tener que realizar aplicaciones hasta con intervalos menores a ocho días para el control de la enfermedad, con productos muy costosos, lo que disminuye el margen de utilidad o simplemente no logran controlar la enfermedad perdiendo la inversión realizada.

Las zonas adecuadas para el cultivo de brócoli están caracterizadas por ser bosques secos y zonas húmedas montano bajas, con clima templado y frío, con alturas entre los 2 700 y 3 200 m.s.n.m., por lo que la región andina se convierte en la ideal para este cultivo. La provincia de Cotopaxi es la principal productora del país con el 68% de la producción total, seguida por Pichincha e Imbabura que producen el 16% y el 10% del total nacional respectivamente. Según estimaciones de las empresas procesadoras y exportadoras, el 97% de la producción total de brócoli del país se destina a la exportación en forma de congelado, a través de cinco plantas procesadoras: Provefrut, Ecofroz, IQF, Valley Foods y Pilvicsa; de estas, las cuatro primeras se dedican al proceso agroindustrial IQF (Individual Quick Frozen). El 3% restante de la producción tiene como destino final el mercado nacional con presentación en fresco.

6.5. IMPLEMENTACIÓN Y PLAN DE ACCIÓN

6.5.1. Abonadura orgánica

Se añadirá abono orgánico al suelo (abono de gallina bien descompuesto), el mismo que será esparcido e incorporado en el terreno (1,66 t/ha).

6.5.2. Desinfección del suelo

Para esta actividad se utilizará Furadan granulado (I.A: Carbofuran 100 g/kg) en dosis 9 kg/ha, la misma que consistirá en esparcir los gránulos del producto sobre el suelo para luego ser mezclados.

6.5.3. Preparación del suelo

La preparación del suelo se hará mecánicamente, una semana antes del trasplante, con arado, rastra. Posteriormente se realizará el surcado.

6.5.4. Adquisición de plántulas

Las plántulas de brócoli híbrido Avenger, se adquirirán para el momento del trasplante. Las plántulas deberán tener 30 días de edad, altura de 12 cm, con 3-4 hojas verdaderas.

6.5.5. Trasplante

El trasplante se efectuará cuidadosamente para no estropear las plántulas, colocando una plántula por golpe, a las distancias de 0,40 m entre plantas y 0,70 m entre surcos.

6.5.6. Deshierba y aporque

El deshierbe se efectuará a los 30 días del trasplante, manualmente. El aporque se realizará a los 60 días, de forma manual. Esta actividad se realizará una sola vez en el cultivo, consiste en cubrir de tierra el tallo para un mejor desempeño radicular.

6.5.7. Aplicación de Advance

La aplicación de Advance será en dosis de 250 cc/200 l, aplicado con la frecuencia de cada 7 días. La primera aplicación se hará a los 60 días del trasplante, efectuando cinco aplicaciones (a los 60, 67, 74, 81 y 88 días del trasplante). Las aplicaciones se realizaron con bomba mochila manual, rociando todo el follaje de las plantas.

6.5.8. Riegos

Los riegos se suministrarán cada ocho días, en forma gravitacional, con una hora de duración, datando en total de 12 riegos durante el desarrollo del cultivo.

6.5.9. Fertilización

Se efectuarán dos fertilizaciones durante el ciclo del cultivo. La primera a los 30 días del trasplante y la segunda a los 60 días. El fertilizante a utilizar será 15-15-15 de Agrofeed. La dosis será de 360 kg/ha, incorporando el 50% al momento de la deshierba y el restante 50% al aporque, el mismo que será colocado al voleo.

6.5.10. Fertilización foliar

Se efectuarán tres aplicaciones durante el ciclo del cultivo. La primera a los 28 días con Complefol Especial 30N/18P/25K+3 Mg, en dosis 5 g/l, para desarrollo de la planta. La segunda a los 70 días aplicando abono foliar: solucat 20-20-20: 20N/20P, 20/l K + micro elementos, dosis 5 cc/l de agua, para mantenimiento de la planta. La tercera aplicación se la realizará a los 107 días del trasplante utilizando abono foliar liquido: Peka: 150 g/l P, 160 g/l K + micro elementos, dosis 2,5 cc/l agua.

3.9.11. Cosecha

Se cosecharán las pellas cuando presenten las condiciones de madurez comercial (flores cerradas sin considerar su tamaño) de acuerdo a los requerimientos del mercado antes de que pierda su forma compacta debido a la maduración de la flor.

BIBLIOGRAFÍA

- Advance. 2014. Fungicida, bactericida, viricida. Ficha técnica Advance. 1 p.
- Agricultura Urbana. 2006. Agricultura urbana. En línea. Consultado 02-10-2006. Disponible en: www.agriculturaurbana.galeon.com/productos1359686.html.
- Agrios, G. 2002. Fitopatología. México, Editorial Limusa. 1023 p.
- Agrios, G. 1995. Fitopatología. 2 ed. México, UTEHA. 838 p.
- Alarcón, J. 2008. Diagnóstico precoz de la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en tomate de árbol mediante el empleo de infecciones quiescentes, universidad de caldas, programa de agronomía, Colombia.
- Bayercropscience. 2014. Problemas biológicos, antracnosis en brócoli. En línea. Consultado el 12 de febrero del 2014. Disponible en http://www.bayercropscience-ca.com/contenido.php?id=241&id_cult=35&cod_afeccion=6.
- Bianco, G. 2003. Utilización del purín para fertilización en cultivo de brócoli y su comparación con la fertilización química convencional. Proyecto fin de carrera, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica. Universidad Politécnica de Cartagena. 102 p.
- Blog.plantelia. 2014. Sulfato de cobre pentahidrato. En línea. Consultado el 23 de Febrero del 2014. Disponible en <http://blog.plantelia.com/el-cobre-en-los-cultivos/>.
- Botero, M. 1999. Estudio de la interacción biológica de microorganismos relacionados con *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.), penz. & sacc., agente causante de la antracnosis en tomate de árbol”, Colombia.
- Contreras, C. 2006. Caracterización y pruebas de patogenicidad cruzada entre aislamientos de *Colletotrichum* spp. obtenidos de frutos de lulo, tomate de árbol, granadilla, mango y tallos de mora con síntomas de Antracnosis”, Tesis de grado, Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias Básicas, Carrera de Microbiología Agrícola y Veterinaria, Colombia.
- Corfo. 1986. Anuario del campo. Quito, Ecuador.
- Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones (CORPEI). 2003. El brócoli. En línea. Consultado 21-11-2003. Disponible en www.corpei.com.co/brócoli.html.
- Corporación Colombiano de Investigación Agropecuaria (Corpoica). 1999. “estudios biológicos y epidemiológicos de la Antracnosis de tomate de árbol y generación de alternativas para su manejo integrado en Colombia”, Informe técnico final. Proyecto de Cofinanciación PRONATTA, Colombia.

Ecuador. Instituto Geográfico Militar. 1979. Mapa geográfico provincia de Tungurahua. Quito. Esc 1:50.000.

Ehowenespanol. 2014. Usos del sulfato de cobre en agricultura. En línea. Consultado el 16 de Marzo del 2014. Disponible en http://www.ehowenespanol.com/usos-del-sulfato-cobre-agricultura-info_71707/

Femenía, M. 2007. Caracterización química de cepas de hongos del género *Colletotrichum*: Síntesis de gloeosporiol. Diseño y síntesis de modelo de agentes fungistáticos, Tesis de grado, Universidad de Cádiz, Facultad de Ciencias, Departamentos de química orgánica, España.

Formunica. 2014. Acción del sulfato de cobre pentahidratado. En línea. Consultado 03 de Marzo del 2014. Disponible en <http://web.formunica.com/pdf/fung/023.pdf>.

Haro, M.; Maldonado, L. 2009. Guía técnica para cultivo de brócoli en la serranía ecuatoriana. Riobamba, EC., Freire. 88 p.

Holdridge, L.R. 1982. Ecología basado en las zonas de vida. Trad. por Humberto Jiménez Saa. San José, C.R., IICA. p. 44,45. (Serie de libros y materiales educativos no. 34).

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) (Ec.). 2013. Anuario meteorológico 2013. Quito. 125 p.

Instituto Geográfico Militar (IGM) (Ec). 1986. Mapa general de los suelos de Ecuador. Quito. Esc. 1: 1 000 000. Color.

Krarp. 1992. Utilización agrícola del estiércol licuado de ganado porcino: método rápido de determinación del valor fertilizante. Establecimiento de bases para el diseño de un óptimo plan de fertilización. Tesis Doctoral. Universidad de Valladolid.

Medina, S. 2012. Control alternativo de áfidos (*Brevicoryne brassicae*) en brócoli (*Brassica oleracea* var. Itálica) híbrido Avenger. Tesis Ing. Agr. Quito, Escuela Politécnica del Ejército, Carrera de Ingeniería Agronómica. 98 p.

Ojeda, S. 2012. Evaluación de productos orgánicos para el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris*), en la variedad Toa. Tesis Ing. Agr. Ambato, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica. 89 p.

Rodríguez, A. 2007. Caracterización molecular de poblaciones de *Colletotrichum spp.* asociadas a *Coffea arabica* en Colombia y su aplicación en el diagnóstico del CBD, Tesis de Grado, Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, Carrera de Microbiología Industrial, Colombia.

Sonata. 2013. Ficha técnica Sonata, características tecnológicas del fungicida ecológico. 1 p.

Tamayo, P. 2001. Principales enfermedades del tomate de árbol, la mora y el lulo en Colombia”, Boletín técnico 12. CORPOICA, Regional Cuatro, Centro de Investigación La Selva. Colombia.

Vademecum de productos ecológicos milenium. 2000. Quito, Ec., Punto Química, Pesticidas ecológicos. 128 p.

APÉNDICE

ANEXO 1. ALTURA DE PLANTA (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	P1F1	56,24	61,93	58,51	176,68	58,89
2	P1F2	54,35	59,82	57,67	171,84	57,28
3	P1F3	52,08	58,71	56,32	167,11	55,70
4	P2F1	53,35	55,28	57,98	166,61	55,54
5	P2F2	54,68	50,39	52,41	157,48	52,49
6	P2F3	48,21	50,17	52,87	151,25	50,42
7	P3F1	62,09	59,18	56,65	177,92	59,31
8	P3F2	58,86	61,11	55,98	175,95	58,65
9	P3F3	60,34	58,94	56,21	175,49	58,50
10	T	47,66	46,13	48,33	142,12	47,37

ANEXO 2. DIÁMETRO ECUATORIAL DE LA PELLA (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	P1F1	26,28	24,84	25,64	76,76	25,59
2	P1F2	24,32	22,36	24,21	70,89	23,63
3	P1F3	25,21	21,66	23,32	70,19	23,40
4	P2F1	23,55	24,82	24,65	73,02	24,34
5	P2F2	22,64	24,34	23,54	70,52	23,51
6	P2F3	21,31	20,54	21,08	62,93	20,98
7	P3F1	28,97	24,22	26,87	80,06	26,69
8	P3F2	24,25	23,14	24,85	72,24	24,08
9	P3F3	22,05	24,32	23,74	70,11	23,37
10	T	19,33	18,41	19,72	57,46	19,15

ANEXO 3. PESO DE LA PELLA (g)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	P1F1	719,37	683,63	739,31	2142,31	714,10
2	P1F2	728,62	733,96	667,64	2130,22	710,07
3	P1F3	672,94	618,85	648,29	1940,08	646,69
4	P2F1	742,65	693,20	626,24	2062,09	687,36
5	P2F2	641,98	627,31	745,55	2014,84	671,61
6	P2F3	636,87	635,69	617,33	1889,89	629,96
7	P3F1	838,21	863,52	898,56	2600,29	866,76

8	P3F2	891,32	758,74	737,03	2387,09	795,70
9	P3F3	710,54	838,41	749,47	2298,42	766,14
10	T	598,25	583,60	548,11	1729,96	576,65

ANEXO 4. PORCENTAJE DE INCIDENCIA

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	P1F1	8,33	8,33	8,33	24,99	8,33
2	P1F2	16,67	16,67	8,33	41,67	13,89
3	P1F3	16,67	16,67	25,00	58,34	19,45
4	P2F1	16,67	8,33	16,67	41,67	13,89
5	P2F2	16,67	16,67	16,67	50,01	16,67
6	P2F3	25,00	25,00	16,67	66,67	22,22
7	P3F1	8,33	8,33	8,33	24,99	8,33
8	P3F2	8,33	16,67	8,33	33,33	11,11
9	P3F3	16,67	16,67	16,67	50,01	16,67
10	T	41,67	33,33	50,00	125,00	41,67

ANEXO 5. PORCENTAJE DE SEVERIDAD

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	P1F1	2,97	4,52	3,93	11,42	3,81
2	P1F2	3,61	5,33	4,82	13,76	4,59
3	P1F3	4,33	6,64	5,71	16,68	5,56
4	P2F1	6,42	4,37	6,09	16,88	5,63
5	P2F2	6,69	5,52	6,28	18,49	6,16
6	P2F3	7,52	6,11	7,18	20,81	6,94
7	P3F1	3,19	3,69	2,34	9,22	3,07
8	P3F2	3,52	4,34	3,15	11,01	3,67
9	P3F3	4,12	5,02	4,59	13,73	4,58
10	T	18,46	21,41	16,63	56,50	18,83

ANEXO 6. RENDIMIENTO (t/ha)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	P1F1	16,98	15,96	18,98	51,92	17,31
2	P1F2	18,67	17,40	15,76	51,84	17,28
3	P1F3	17,09	15,54	14,24	46,86	15,62
4	P2F1	16,22	14,09	15,04	45,35	15,12
5	P2F2	13,34	14,93	16,63	44,90	14,97
6	P2F3	16,05	13,10	14,24	43,39	14,46

7	P3F1	18,83	18,89	19,91	57,64	19,21
8	P3F2	16,11	18,36	19,01	53,49	17,83
9	P3F3	15,89	16,21	16,46	48,56	16,19
10	T	14,24	13,82	12,80	40,86	13,62
