

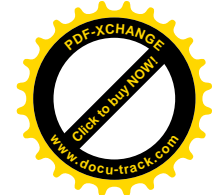


I. INTRODUCCIÓN

En el Ecuador el tomate de árbol es uno de los productos de mayor perspectiva comercial para el mercado nacional e internacional, pues genera empleos rurales directos e indirectos. Esto se debe a una serie de aspectos favorables para su desarrollo y producción, como la existencia de una amplia variabilidad genética, la presencia de nichos ecológicos adecuados y la aceptación de los frutos por parte de los consumidores locales y extranjeros (Tapia, 2004). En nuestro país el tomate de árbol es cultivado principalmente en las zonas andinas de clima frío moderado.

Los principales problemas que tiene el cultivo de tomate de árbol en nuestro país, se derivan de los sistemas de producción familiares sin tecnificación, que conllevan al uso de materiales genéticos locales, altamente diversos e inestables, provenientes de semilla, que no producen frutos uniformes en color, tamaño y dulzura, y además, favorecen la pérdida de genes y homocigosis, lo cual conduce a vulnerabilidad ante el ataque de plagas y enfermedades (Tapia, 2004)

En el cultivo del tomate de árbol una de las enfermedades más limitantes es la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*), debido a su amplia distribución, a la magnitud de las pérdidas que ocasiona, y a la dificultad que presenta su control (Alarcón, 2008). La enfermedad se caracteriza por afectar hojas, ramas y frutos, produciendo lesiones o manchas de coloración oscura, las cuales gradualmente se van tornando negruzcas aumentando de tamaño hasta destruir el tejido completamente. La severidad de la enfermedad se ve



favorecida por condiciones climáticas favorables relacionadas con alta humedad relativa y bajas temperaturas (Saldarriaga, 2006).

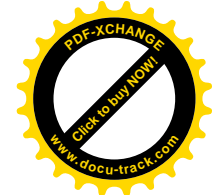
Antracnosis afecta tanto en precosecha como en poscosecha, y puede llegar a ocasionar pérdidas superiores al 90%, cuando no se realizan medidas de control de la enfermedad. En cultivos comerciales bajo condiciones de uso continuo de fungicidas, se estiman pérdidas que oscilan entre el 10 y el 25% de los frutos cosechados (Gómez, 1993).

El manejo de la enfermedad está basado fundamentalmente en la aplicación de fungicidas protectantes y curativos en distintas combinaciones, frecuencias, dosis y formulaciones, con aplicaciones tipo calendario (Alarcón, 2008). Como es obvio, la contaminación ambiental, los daños ecológicos y los costos socioeconómicos son grandes, debido al uso indiscriminado de los fungicidas químicos, que además han originado una resistencia por parte del patógeno.

Según Tamayo (2003), la antracnosis es la enfermedad que mayores costos demanda a los productores, correspondiendo en tomate de árbol a un 45% de los costos totales de producción, lo que causa por lo general el abandono del cultivo después de dos a tres años de producción, por los bajos rendimientos, o la inminente evolución de la severidad de la enfermedad en el tiempo.

Lastimosamente, existe poca información sobre el manejo de esta enfermedad mediante el empleo de control biológico, orientado a la reducción del uso de fungicidas, favoreciendo a largo plazo la disminución de la residualidad de pesticidas en los frutos (Botero, 1999).

Por lo analizado, la presente investigación está enfocada hacia el desarrollo y generación de alternativas más eficientes, estables y económicas para el

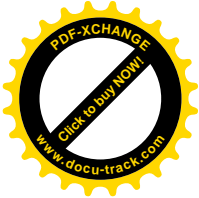


manejo integral de la enfermedad, mediante la evaluación de productos de origen ecológico, biológico y químico, distintos a los productos tradicionales de alta residualidad, estableciendo calendarios de aplicación adecuados, con el fin de reducir la incidencia de esta enfermedad y por ende aumentar la productividad de los agricultores.

La búsqueda de alternativas a los productos químicos para el control de antracnosis en tomate de árbol, tiene varias implicaciones en diferentes aspectos, entre ellos, el principal es generar un manejo con un enfoque ecológico apropiado, para potencializar la factibilidad de introducir la fruta en nuevos mercados a nivel nacional e internacional, los que exigen productos considerados orgánicos que cumplan con los rangos permisibles en la trazabilidad de productos fitosanitarios.

Esta investigación ofrece a los agricultores una mejor alternativa de control para la antracnosis, permitiéndoles reducir significativamente los costos de producción y las pérdidas ocasionadas por la enfermedad, y aumentar los rendimientos y la productividad. Asimismo, favorece a la sociedad de nuestro país, ya que contribuye a la conservación del agro ecosistema, al disminuir la contaminación por productos químicos de alta residualidad, y a la disminución de los niveles de residualidad de los agroquímicos en el fruto a comercializarse, niveles que tienen un efecto tóxico, que causa un impacto negativo en la salud de los consumidores.

Además, esta investigación forma parte de un macro proyecto de extensión agrícola de la Escuela Politécnica del Ejército en convenio con la Municipalidad del Cantón Píllaro, favoreciendo a los agricultores de las comunidades cercanas mediante la transferencia de conocimientos técnicos en los temas de:



identificación de cultivares, técnicas de cultivo y manejo como: poda, regeneración de plantas, fertilización, tutorio, control de enfermedades y plagas, cosecha, poscosecha, etc.; que permitirá tecnificar el cultivo y así obtener mayores ingresos económicos al aumentar la productividad y la calidad de sus frutos.



II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general del proyecto.

Evaluar alternativas de control biológico, ecológico y químico para la Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en el cultivo de tomate de árbol en la localidad de Penileo, cantón Píllaro, provincia de Tungurahua.

2.2 Objetivos específicos

- Aislar y purificar al agente causal de la antracnosis para realizar pruebas de eficiencia *in vitro* con los fungicidas Químicos (Score, Polimaxyn, Opera), Ecológicos (Kryphton, Mil-Agro, Excellent) y Biológicos (Best-Ultra F, Rhapsody, Sonata).
- Establecer el comportamiento en campo de los tratamientos Químicos, Ecológicos y Biológicos en el control de la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*).
- Determinar el tratamiento que resulte más económico y efectivo para el manejo de la enfermedad.
- Determinar la relación que exista entre los diferentes tratamientos con la calidad final de la fruta y sus rendimientos.
- Transferir a los agricultores de tomate de árbol de la zona, los resultados obtenidos en la tesis, mediante una conferencia participativa.



III. MARCO TEÓRICO

3.1. Tomate de árbol

3.1.1. Descripción sistemática.

Según Bohs (1995) la nueva clasificación taxonómica del tomate de árbol es la siguiente:

Reino: Vegetal.

División: Fanerógamas.

Subdivisión: Angiospermas.

Clase: Dicotiledóneas.

Subclase: Metaclamideas.

Orden: Tubiflorales.

Familia: Solanaceae.

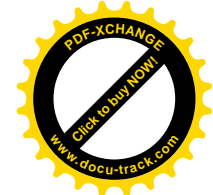
Género: Solanum

Especie: *Solanum betaceum*.

Nombre común: Tomate de árbol, sachatomate, tomate de los Andes, tamarillo.

3.1.2. Generalidades.

El tomate de árbol (*Solanum betaceum*) es una planta perteneciente a la familia de las Solanáceas, originaria de los bosques templados andinos, que todavía se encuentra en estado silvestre en Colombia, Ecuador y Perú.



Desde hace algunos años su cultivo se ha incrementado notablemente en muchos países, como Nueva Zelanda, Australia, Estados Unidos y algunos países europeos con semilla originaria de Colombia (MAG, 1996).

En el año de 1970 en Nueva Zelanda se le asignó el nombre tamarillo, estableciéndose como la designación comercial generalizada para el tomate de árbol en el mercado mundial (MAG, 2001).

Al ser un cultivar autóctono ecuatoriano, el tomate de árbol posee algunas variedades propias, seleccionadas y domesticadas a lo largo de los años por los pobladores y luego por colonizadores y agricultores, por lo que según Soria (2006) se desarrolla entre 600 y 3300 msnm, desde zonas secas con 400 mm/año o menos con riego complementario, hasta en la selva oriental con más de 1000 mm/año, demostrando la gran capacidad adaptativa de este frutal.

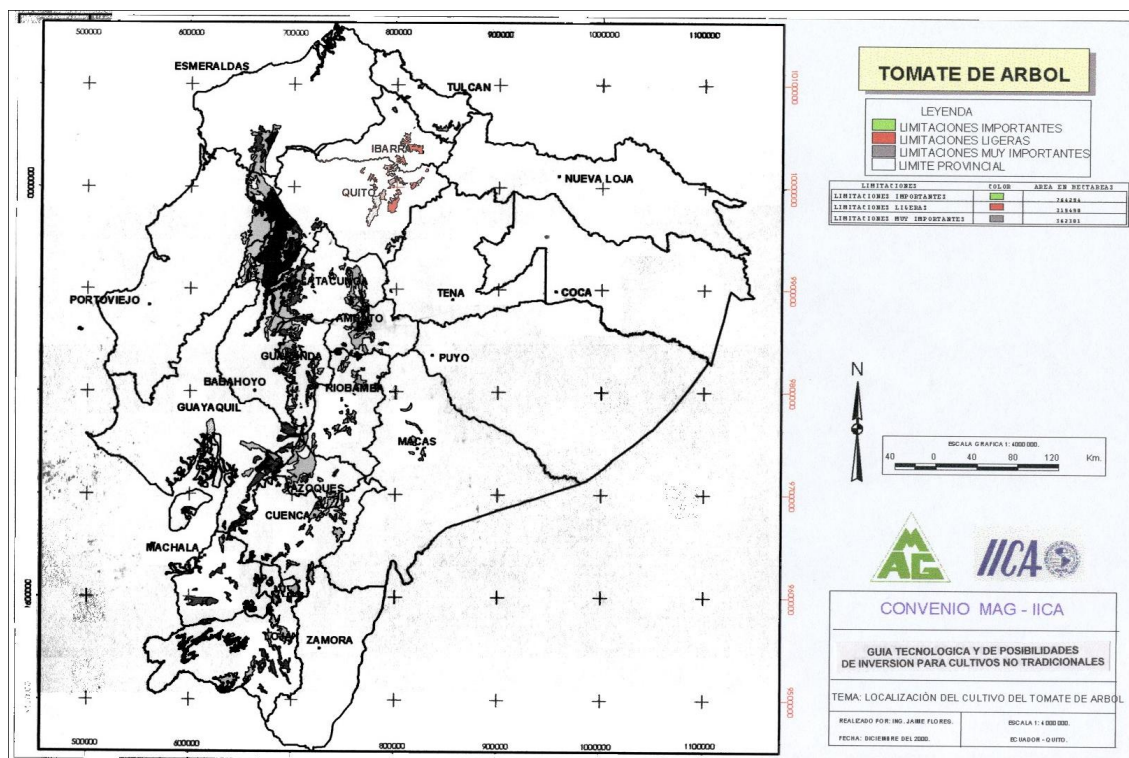
Según el MAG (1990) en el Ecuador las zonas tradicionales más antiguas donde se ha cultivado el tomate de árbol, son Patate y Baños.

En la actualidad por el incremento de la demanda interna y su alta productividad, éste cultivo se ha extendido comercialmente a otras zonas de producción, permitiendo el desarrollo social y económico de pequeños agricultores.

3.1.3. Regionalización.

Como podemos observar en la Figura 3.1, el tomate de árbol es un cultivo de amplio desarrollo en el callejón interandino y estribaciones de la cordillera: Salinas de Ibarra, Ambuquí, San Gabriel, Bolívar, Pimampiro,

Ibarra, Atuntaqui, Tumbaco, Puembo, Tambillo, Latacunga, Salcedo, Pelileo, Huachi, Baños, Gualaceo, Paute, Girón, Santa Isabel, Loja (MAG, 2001).



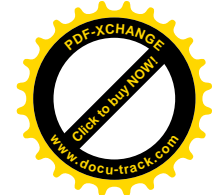
Fuente: Flores, J. Convenio MAG – IICA, 2000.

Figura 3.1.- Localización del tomate de árbol en Ecuador.

3.1.4. Variedades

El tomate de árbol pertenece al grupo de las frutas semiácidas, diferenciándose cada variedad por el tamaño y el sabor de la fruta, según la mezcla de sabor dulce y agrio (MAG, 2001).

En el Ecuador la variedad más difundida es la tradicional anaranjada, y en los últimos años se ha incrementado el tomate mora, de color morado y pulpa más rojiza, pero de palatabilidad inferior.



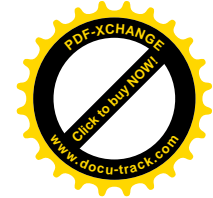
Grijalva (2004) indica que los principales ecotipos que se están cultivando en el Ecuador, ocupando las zonas de tomate de árbol del país son:

- Tomate amarillo. Forma alargada ovalada, corteza amarilla intensa y color de la pulpa amarilla.
- Tomate criollo redondo. Color anaranjado rojizo, fruto más grande y pulpa amarilla.
- Tomate anaranjado puntón. De forma alargada, corteza morada y anaranjada y pulpa anaranjada.
- Tomate negro o púrpura. Variación entre los tipos amarillos y rojos oscuros, de tamaño grande, color rojo intenso, y de mejor calidad.
- Tomate mora. De forma oblonga y de color morado, tiene la pulpa de color anaranjado y el recubrimiento de las pepas de color morado.

Según Amaya (2006) las variedades con frutos que presentan pulpa rojo-oscuro y semillas negras, se prefieren a los de pulpa rosada y semillas claras.

Además, la forma de consumo de la fruta influye mucho al escoger las variedades, así, el tomate rojo se prefiere para consumo en fresco por su color atractivo, mientras que el amarillo se prefiere para la elaboración de conservas por su sabor (MAG, 2001).

A nivel mundial se han desarrollado distintos cultivares, aunque en el mercado no se ha establecido una diferenciación clara entre estos, los principales comercialmente son: Ecuadorian orange, Goldmine, Inca gold, Oratia red, Rothamer, Ruby red, Solid gold y Yellow (MAG, 2001).



3.1.5. Descripción botánica.

Es una planta arbustiva con tallos semileñosos, de follaje grande que alcanza una altura de tres metros (Lebn, 1996).

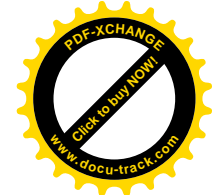
La raíz es profunda y bastante ramificada, cuando es reproducida por semilla, pero se vuelve superficial si se utilizó algún método de propagación vegetativo (Sánchez *et al.*, 1994).

El tallo en un inicio es suculento, pero a medida que la planta va desarrollándose, se torna leñoso a una altura entre uno o dos metros, que es cuando se ramifica, dependiendo de las características del suelo y del clima. Generalmente la técnica moderna recomienda realizar podas de formación para modificar las dimensiones de la planta, facilitando el manejo de las plantaciones.

Las hojas son grandes, cordiformes, carnosas y levemente pubescentes en el envés. El tamaño de las hojas varía según las etapas de producción, son grandes cuando la planta está en crecimiento, aproximadamente de 30 a 40 cm de largo, y más pequeñas cuando ha entrado en producción, alrededor de 20 cm (Soria, 2006).

La inflorescencia es caulinar, con flores de color rosa y lavanda, agrupadas en racimos terminales, las cuales florecen de manera escalada (Amaya, 2006).

Su fruto es una baya aromática de forma ovoidal, punteada en su extremo inferior y con un cáliz cónico, está cubierta por una cáscara gruesa, lisa, brillante y cerácea, de sabor amargo, en tonos ladrillo, rojos, naranjas y amarillos según la variedad.



El mesocarpio o pulpa, es de color variable del amarillo al anaranjado o al anaranjado rosáceo, ligeramente firme, suave y jugosa, con un sabor agridulce. En el centro de la fruta, rodeadas de pulpa más suave que la capa exterior, se encuentran entre 200 y 400 pequeñas semillas comestibles, de forma plana y circular (MAG, 2001).

3.1.6. Exigencia del cultivo.

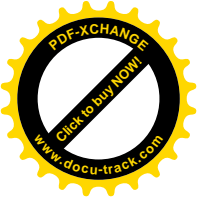
3.1.6.1. Condiciones agroecológicas.

Esta planta ha sido encontrada en un amplio rango de climas en estado silvestre debido a su gran adaptabilidad a los climas andinos, desde zonas cálidas hasta zonas muy frías. Pero la zona óptima se encuentra entre los 1800 y 2800 m.s.n.m., en formaciones ecológicas de bosque húmedo montano bajo (bh-MB) y bosque seco montano bajo (bs-MB) (MAG, 2001).

En altitudes inferiores a los 1000 m.s.n.m. la fructificación es menor porque durante la noche la temperatura no es lo suficientemente baja (Amaya, 2006).

La temperatura ideal para el cultivo está comprendida entre 13 a 24 °C (MAG, 2001). A temperaturas menores de 4 °C se destruye completamente el follaje, ya que es muy vulnerable a las bajas temperaturas (Amaya, 2006).

Requiere un ambiente sombreado o de alta nubosidad con rangos óptimos de humedad del 70% al 80% (MAG, 2001).



El tomate de árbol no tolera vientos fuertes, ya que se produce la caída de las flores, rotura de las ramas y destrucción de las hojas (Lebn, 1996).

Los requerimientos hídricos son de 1500 a 2000 mm de precipitación bien distribuida en el año. Los veranos secos y el exceso de humedad reducen los rendimientos, el cuaje de las flores y la calidad de fruto (Sánchez *et. al*, 1994).

3.1.6.2. Requerimientos edáficos.

La planta del tomate de árbol se adapta muy bien a todo tipo de suelo, sin embargo los suelos ideales son los ricos en materia orgánica, sueltos, con buen drenaje y aireación (MAG, 2001).

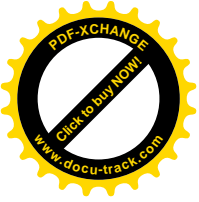
Prefiere suelos de textura franco a franco arenoso, con pH entre 6 y 6,5 ligeramente ácidos. No tolera el encharcamiento (Amaya, 2006).

3.1.7. Propagación.

En el Ecuador se manejan los dos tipos de propagación, la sexual, que consiste en utilizar semillas de frutos seleccionados, para el establecimiento de semilleros; y el método asexual, mediante estacas, chupones, acodos o injertos.

3.1.7.1. Propagación sexual.

La semilla utilizada en la propagación sexual, se obtiene de frutos seleccionados de árboles sanos, vigorosos, de alta producción, con frutos maduros y en buen estado (Amaya, 2006).



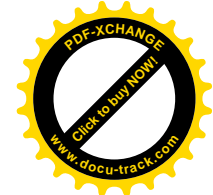
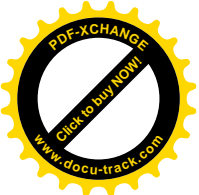
Para la extracción de la semilla, se cortan los frutos y se separa la pulpa de las semillas, con la ayuda de un cedazo de malla fina. Posteriormente, se procede a lavarlas con agua y se separan las semillas que floten, ya que éstas no sirven para el semillero (CORPOICA, 2001).

Una vez lavadas, se las desinfecta sumergiéndolas en soluciones de vitavax o dipel y se secan a la sombra, durante uno a dos días sobre papel periódico (CORPOICA, 2001).

Opcionalmente, se pueden colocar las semillas secas en un congelador durante 24 horas para acelerar la germinación y romper la dormancia (Amaya, 2006).

Para el semillero, debemos desinfectar el sustrato con el fin de evitar enfermedades, mediante la solarización, para lo cual mezclamos tres partes de tierra negra, con una de gallinaza y arena, lo humedecemos y lo tapamos con un plástico transparente durante 45 días (CORPOICA, 2001).

Después de esto el sustrato está listo para ser utilizado en semilleros, en fundas plásticas o en pilones. El método más utilizado es el de semilleros, en el que la semilla se siembra en hileras a chorro continuo con una distancia de diez centímetros entre hileras, o a una distancia de tres centímetros entre cada semilla, luego se cubren con tierra suelta (MAG, 1996). Se pueden utilizar diferentes coberturas de protección, siendo la cobertura de paja la más beneficiosa, pues ayuda a conservar la humedad (Amaya, 2006).



La germinación de las semillas ocurre a los 15 a 22 días, y cuando las plántulas tienen entre 10 y 15 cm de altura se transplantan a bolsas de plástico, llenas de sustrato desinfectado como el del semillero, donde permanecerán hasta el transplante al lugar definitivo (MAG, 1996).

3.1.7.2. Propagación asexual.

El sistema asexual es el más utilizado en nuestro país, ya que garantiza arbustos idénticos a la planta madre (MAG, 1996).

Las estacas deben seleccionarse de plantas vigorosas, sanas, y libres de enfermedades, y deben tener entre tres a cuatro yemas. Una vez seleccionadas las estacas, se las debe desinfectar con Dithane (CORPOICA, 2001).

El sustrato para el semillero debe ser desinfectado mediante la solarización, y debe estar compuesto por dos partes de tierra negra y una parte de cascajo o de cascarilla de arroz.

Las estacas se siembran directamente en el semillero, el que debe encontrarse en un lugar sombreado, hasta el transplante al lugar definitivo. La brotación inicia entre la tercera y cuarta semana (CORPOICA, 2001).

3.1.8. Plantación

3.1.8.1. Selección y preparación del terreno.

El lugar indicado para un cultivo de tomate de árbol, debe ser lejos de grandes fuentes hídricas, como lagunas, charcos, etc. Para obtener

mejores resultados, se deben corregir las características físicas del sitio en donde se va a establecer la plantación (MAG, 2001).

Con un mes de anticipación, el terreno debe ser preparado con labores de nivelado, arado, rastra y sub solado, en caso de que las condiciones de drenaje no sean del todo óptimas (CORPOICA, 2001).

Si es necesario, se debe incorporar materia orgánica, hasta alcanzar niveles del cuatro y cinco por ciento que son ideales (MAG, 2001).

3.1.8.2. Siembra.

El tiempo ideal para la siembra es al inicio de la época de lluvias y libre del periodo de heladas (MAG, 2001).

Se deben seleccionar del semillero plantas vigorosas y sanas, que servirán de material para ser sembradas en hoyos de 40 cm de lado por 40 cm de profundidad. En el fondo de cada hoyo se puede depositar una mezcla de tres kilogramos de gallinaza, más 60 g de fertilizante químico de fórmula 8-20-20 o 10-30-10, luego, poniendo una capa de tierra sobre la mezcla, se colocan las plantas de tomate de árbol (Amaya, 2006).

El sistema de siembra más recomendado para zonas de ladera o con pendiente, es el de tres bolillo y en curvas de nivel, para evitar el encharcamiento de agua, que incide sobre el aparecimiento de enfermedades radiculares (MAG, 2001). Se debe sembrar en dobles hileras en tres bolillo a dos metros de distancia entre plantas, separadas por callejones de tres metros, con el fin de mejorar la circulación de aire y hacer más eficiente el aprovechamiento de la luz, evitando así el



desarrollo de patógenos principalmente de antracnosis y facilitando las labores de manejo del cultivo (Soria, 2006).

Para lotes planos el método más apropiado es el sistema de marco real, en el que se pueden utilizar distancias de siembra de 1,8 m x 1,8 m, 2,5 m x 1,5 m, 2,0 m x 2,0 m y 3 m x 3 m entre hileras y plantas, con densidades de siembra de 3,000 plantas/ha, 2,600 plantas/ha, 2,500 plantas/ha y 1,110 plantas/ha, respectivamente (Lebn, 1996).

3.1.9. Fertilización

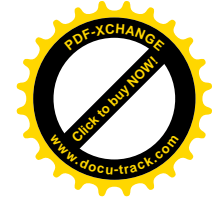
Las plantas de tomate de árbol tienen un buen desarrollo inicial por lo que debemos priorizar el análisis físico y químico del suelo, para determinar las necesidades nutricionales de nuestro cultivo.

Tabla 3.1.- Recomendaciones de fertilizantes para el cultivo de tomate de árbol.

	N	P₂O₅	K₂O	MgO
Bajo	710 - 780	280 – 330	1180 – 1280	130 – 150
Medio	630 - 710	230 – 280	1110 - 1180	110 – 130
Alto	590 - 630	170 – 230	1070 - 1110	90 - 110

Fuente: MAG, 2001.

En la Tabla 3.1, se presentan las recomendaciones para la fertilización del tomate de árbol, tomando en cuenta que el 50 % de la recomendación se la debe aplicar en el primer año, ya que durante esta etapa se presenta un crecimiento acelerado de la planta.



El tomate de árbol requiere de suelos muy ricos en materia orgánica, por lo que dependiendo de las condiciones de fertilidad, se debe aportar entre dos o tres kilogramos de gallinaza bien descompuesta por planta (Lebn, 1996). La materia orgánica es indispensable en suelos arcillosos, ya que mejoran la estructura, el drenaje y la disponibilidad de humedad del suelo (MAG, 1990).

Aplicar en la etapa inicial nitrógeno y fósforo, para lograr un buen desarrollo del arbusto y de las raíces (INIAP, 2004). Se debe evitar el exceso de nitrógeno, pues origina árboles de poca fibra que se desgarran con las cosechas y además, provocan en las plantas susceptibilidad al ataque de plagas y enfermedades (Soria, 2006).

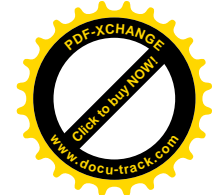
Al inicio de la floración y fructificación, se debe aplicar nitrógeno, potasio, magnesio, calcio, y microelementos como el manganeso, zinc, boro y hierro, entre otros, por lo que es recomendable utilizar fertilizantes foliares ecológicos, especialmente en época de verano (Soria, 2006).

Las demás fertilizaciones se las debe realizar cada seis meses para evitar toxicidades y la pérdida de nutrientes por las lluvias (MAG, 1996).

Los fertilizantes se deben aplicar en la corona a unos 15 cm de la planta, y a medida que el árbol crece, se aumenta la distancia de aplicación hasta 80 cm aproximadamente, incorporándolo en el suelo (CORPOICA, 2001).

3.1.10. Control de malezas.

El control de malezas en pequeñas extensiones se debe realizar en forma manual en las coronas, que deben ser de aproximadamente 50 cm de radio,



y en las calles y surcos se puede utilizar rastrillos, para evitar el daño de las raíces y raicillas que se encuentran entre 0 a 25 cm del tronco y entre 0 a 25 cm de profundidad. El deshierbe manual debe realizarse cuando las malezas recién emergen, y en caso contrario se puede utilizar machete o motoguadaña (INIAP, 2004). En grandes extensiones se puede realizar en forma mecanizada utilizando un rotavator (Lebn, 1996).

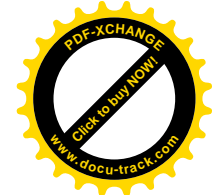
El control de malezas debe ser constante durante los primeros años del cultivo para evitar la proliferación de plagas, ya que posteriormente la planta se ramifica y reduce el ingreso de luz a la plantación, limitando el desarrollo de las malezas (MAG, 1996).

Luego de los dos primeros meses del cultivo, se pueden utilizar herbicidas como el glifosato, teniendo precaución de que el producto no se volatilice, ya que puede causar quemaduras en el follaje del tomate de árbol (INIAP, 2004).

3.1.11. Riego

El cultivo requiere entre 1500 a 2000 mm de agua repartidos durante todo el año, por lo que dependiendo de las condiciones climáticas de la zona, se deberán planificar los riegos complementarios, especialmente en la época de verano (INIAP, 2004).

Los sistemas de riego más utilizados son por surco y por coronas individuales. La frecuencia del riego depende del déficit hídrico existente, siendo por lo general cada 10 o 15 días, con un volumen de agua por árbol de 50 litros (Lebn, 1996).



Se pueden incluir sistemas de goteo o de microaspersión, los que demandan un mayor costo de instalación, pero permiten un eficiente manejo del agua, menor mano de obra, e inclusive fertilizar mediante el riego.

3.1.12. Podas.

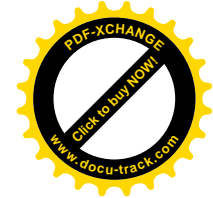
En el tomate de árbol existen diferentes tipos de podas, dependiendo de la edad del árbol, el estado fitosanitario y el origen de la planta, y éstas son: de formación, de mantenimiento, sanitaria y de renovación.

3.1.12.1. Poda de formación.

Sirve para lograr una buena arquitectura de la planta, obteniendo una ramificación a una altura apropiada, que permita fortalecer el vigor de los tallos para sostener el peso de los frutos, y evitar el desgarre de las ramas, además de facilitar las distintas labores del cultivo. Esta poda está dirigida especialmente para las zonas de mayor nubosidad, donde las plantas tienden a crecer demasiado (INIAP, 2004).

Si el árbol proviene de semilla, cuando tenga de 60 a 80 cm se corta la yema apical, dejándolo de 40 a 45 cm de altura, lo que provoca la aparición de nuevas yemas, de las que se seleccionarán tres para formar la copa del árbol (CORPOICA, 2001).

Si el árbol procede de estaca, se eliminan las ramas que brotan a nivel del suelo y se despuntan los demás brotes cuando tengan 25 cm, con el fin de que la rama engruese y emita más brotes para formar la copa (CORPOICA, 2001).



3.1.12.2. Podas de mantenimiento.

Durante el crecimiento de la planta se deben eliminar los chupones del tallo principal, las ramas secas, y las hojas bajas iniciales que se encuentren en mal estado, considerando mantener una buena área fotosintética para la planta (INIAP, 2004).

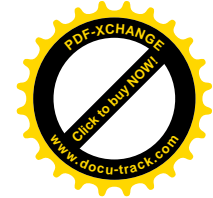
En las épocas de verano y luego de los picos de producción se deben eliminar las ramas entrecruzadas en la copa y las ramas con frutos pequeños, con el fin de eliminar la competencia, favorecer el vigor de las ramas principales y mejorar la aireación de la planta, evitando así la presencia de enfermedades (CORPOICA, 2001).

3.1.12.3. Podas de sanidad.

Sirven para eliminar partes vegetativas enfermas o infestadas con plagas que impiden el normal desarrollo de la planta y consiste en eliminar periódicamente las ramas o ramillas dañadas, enfermas, o afectadas mecánicamente, especialmente por la influencia del viento (MAG, 2001).

3.1.12.4. Poda de renovación.

Cuando plantas de alta producción cumplen cinco años y su altura dificulta las diferentes prácticas del cultivo, se recomienda cortar las plantas a una altura de 50 cm. Esto forzará la emisión de chupones que formarán la nueva copa, la cual volverá a producir aproximadamente a los 10 meses (CORPOICA, 2001).



3.1.13. Sistemas de tutorado.

Los sistemas de tutorado se establecen al inicio de la producción del cultivo, con el fin de evitar que las ramas se desgarran por efecto del peso de los frutos. El tutorado es indispensable en el verano por la presencia de fuertes vientos que pueden provocar la rotura de ramas secundarias (INIAP, 2004).

Según CORPOICA (2001) existen algunos sistemas, siendo los más utilizados el de horqueta, amarre y paraguas.

3.1.13.1. Sistema de horqueta.

Como podemos ver en la Figura 3.2 se disponen en la planta varas con una horqueta en la punta, que se apoyan en el suelo y sostienen las ramas, evitando el desgarre de ramas o rajado del árbol en la base de la copa.



Fuente: CORPOICA, 2001

Figura 3.2.- Sistema de horqueta

3.1.13.2. Sistema de amarre.

Con bandas elásticas, retazos de tela o tiras de piola, como se puede observar en la Figura 3.3, se enlazan las ramas, evitando que se desgajen o caigan por el peso de las frutas.

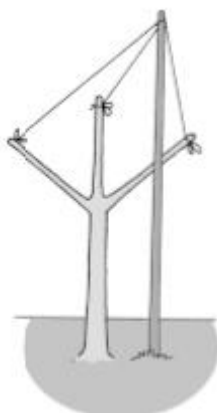


Fuente: CORPOICA, 2001.

Figura 3.3- Sistema de amarre

3.1.13.3. Sistema de paraguas.

Como se puede apreciar en la Figura 3.4, este sistema se basa en la utilización de una vara de tres o cuatro metros de altura ubicada en el centro de las ramas, en la que se colocan en la parte superior cuerdas o bandas elásticas que se amarran a las ramas, evitando su ruptura.

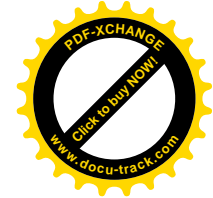


Fuente: CORPOICA, 2001.

Figura 3.4.- Sistema de paraguas

3.1.14. Producción y rendimiento.

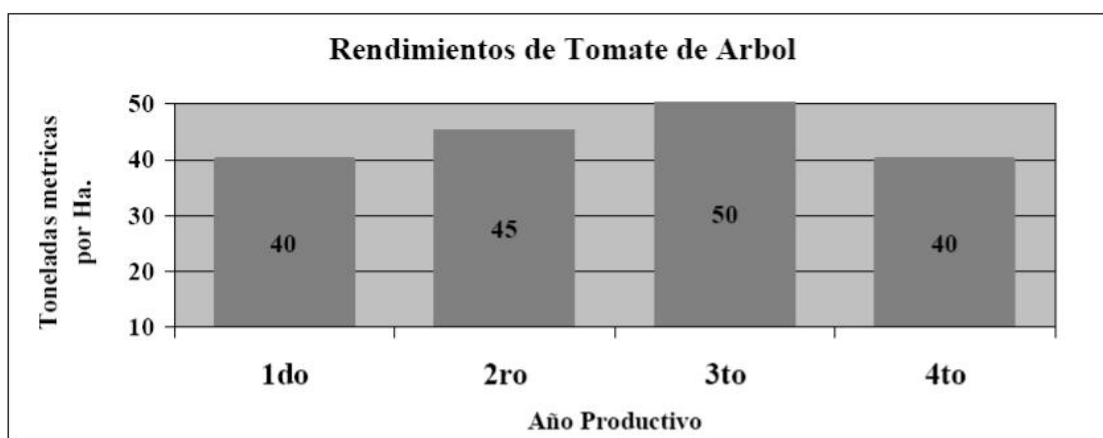
En árboles que provienen de semilla, el inicio de la producción transcurre entre los 12 y 16 meses, y cuando la reproducción se hace



vegetativamente, la producción inicia más temprano entre siete y nueve meses (MAG, 1996).

El tomate de árbol puede producir hasta 10 años, 5 meses por año, teniendo los más altos rendimientos durante los cuatro años iniciales de la producción, como podemos observar en el Figura 3.5 (MAG, 2001).

De cada árbol se obtienen aproximadamente 20 kg de fruto al año (Amaya, 2006).



Fuente: MAG, 2001.

Figura 3.5.- Rendimientos del tomate de árbol

3.1.15. Cosecha.

La cosecha se la realiza cuando el fruto se encuentra en su madurez fisiológica, es decir, cuando el color morado es reemplazado por el rojo o amarillo por lo menos en un 60% y su consistencia es firme al tacto (MAG, 2001).

La recolección se la debe realizar manualmente, y en árboles muy altos se puede utilizar un palo con un gancho. La cosecha debe ser cada semana o cada quince días en las primeras horas de la mañana. Se deben recolectar



frutos del mismo estado de madurez, secos y dejando 5 cm de pedúnculo (CORPOICA, 2001).

Los frutos se deben depositar en recipientes plásticos, que tengan en el fondo hojas de papel blanco. Los recipientes se deben localizar inmediatamente en un sitio seco y fresco, preferible aclimatado, con una temperatura entre 4 °C a 8 °C y una humedad relativa del 80% - 90% (MAG, 2001).

3.1.16. Poscosecha.

3.1.16.1. Selección.

La selección consiste en separar frutos que estén en mal estado, enfermos, con ataques de plagas, o con daños fisiológicos que afecten la presentación y calidad de los frutos (CORPOICA, 2001).

Debe ser realizada por personal capacitado, con vestimenta adecuada y guantes de látex, para evitar posibles contaminaciones con microorganismos (MAG, 2001).

3.1.16.2. Lavado y desinfección.

Se puede realizar mediante un lavado por inmersión de la fruta, eliminando los residuos de cosecha, hojas, e impurezas. El agua utilizada debe ser de buena calidad sin residuos de agroquímicos o tóxicos, y se puede utilizar cualquier desinfectante para poscosecha de frutas. Los frutos se deben secar, para evitar el ataque de hongos (CORPOICA, 2001).



3.1.16.3. Clasificación.

En el tomate de árbol existen índices de clasificación que están en función del peso, el grado de madurez y el tamaño del fruto (MAG, 2001).

Según CORPOICA (2001) el tomate de árbol se puede clasificar en tres categorías:

Primera.- Frutos de mayor tamaño y un peso de 85 g, sin daños ni golpes.

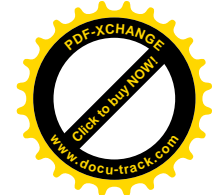
Segunda.- De tamaño intermedio, con un peso de 64 g, se aceptan ligeros daños físicos.

Tercera.- De menor tamaño con un peso de 52 g y se aceptan algunos defectos.

3.1.16.4. Empaque.

El tipo de empaque que se utiliza depende del mercado donde se comercializará la fruta, se pueden utilizar paquetes de poliestireno envueltos con celofán, canastillas plásticas, cajas de cartón y cajas de madera.

La función del empaque es proteger a las frutas contra golpes y otros daños, además de mantener limpio el producto y visible a los ojos del consumidor (CORPOICA, 2001).



3.1.16.5. Almacenamiento.

El almacenamiento ideal es en cuartos fríos con una temperatura de por lo menos 4 °C, y una humedad relativa de 80% a 90% (MAG, 2001).

Si no se disponen de cuartos fríos, el tomate debe almacenarse en lugares frescos, protegidos del sol, limpios y alejados de fuentes de contaminación (CORPOICA, 2001).

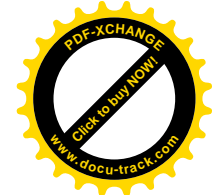
3.1.17. Condiciones para la exportación.

Para el mercado internacional se deben colocar frutos del mismo origen, cultivar, categoría, color y calibre (INIAP, 2004).

Además, el fruto debe poseer una calidad óptima, la que se reconoce por la apariencia sana de su piel, sin manchas, golpes, ni picaduras, con un color intenso y brillante, y una forma adecuada; generalmente se lo presenta con el pedúnculo (MAG, 2001).

El índice de madurez aceptable es alrededor del 60 % cuando el fruto está ligeramente amarillo o rojo, según la variedad, y tiene una textura firme. Los frutos deben cumplir con un calibre específico, para lo cual tienen que medir entre cinco y diez cm de largo y entre cuatro y cinco cm de ancho, con un peso ideal entre 100 y 125 g (MAG, 2001).

En el interior de cada caja se deben colocar entre 18 a 24 frutas, lo que representa un peso neto de alrededor de tres kilogramos, por lo que se recomienda la utilización de cajas entre tres a cinco kilogramos. Dependiendo del mercado las frutas se colocan con mallas de licopor, en charoles de plástico, o sueltas sobre papel picado dentro de cajas de cartón



con hoyos de respiración, y se cubren con otra capa de papel picado (MAG, 2001).

3.1.18. Composición química.

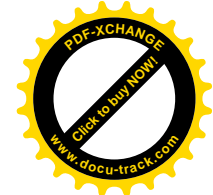
Como podemos observar en la Tabla 3.2, el tomate de árbol es una fuente importante de betacaroteno (provitamina A), vitamina B6, vitamina C (ácido ascórbico) y vitamina E. Es rico en minerales, especialmente calcio, hierro y fósforo; contiene niveles importantes de proteína y caroteno; además es una buena fuente de pectina (MAG, 2001).

Tabla 3.2.- Composición química del tomate de árbol.

Componentes	Contenido de 100 g de parte comestible
Acidez	1.93 – 1.60
Brix	11.60 – 10.50
Calorías	30
pH	3.17 – 3.80
Humedad	86.03 – 87.07 %
Carbohidratos	7 g
Ceniza	0.60 g
Fibra	1.1 g
Proteína	2.00 g
Calcio	9 mg
Caroteno	1 000 IU
Fósforo	41 mg
Hierro	0.90 mg
Niacina	1.07 mg
Riboflavina	0.03 mg
Tiamina	0.10 mg
Vitamina C	25 mg
Vitamina E	2 010 mg

Fuente: MAG, 2001.

Su contenido de carbohidratos es bajo, en promedio una fruta proporciona menos de 40 calorías. El fruto maduro contiene menos del 1% de almidón y 5% de azúcares (sacarosa, glucosa y fructosa) (Amaya, 2006).



Otros componentes químicos, responsables de la coloración del fruto, son las antocianinas, leucoantocianinas, flavonas y flavonoles. Además, se ha reportado la presencia de dos alcaloides esteroideos del tipo de los espirosolanos, solasodina y tomatidenol, con gran importancia en el sector farmacéutico como fuentes alternativas de esteroides (INIAP, 2004).

3.1.19. Usos.

La utilidad primordial del tomate de árbol es el consumo directo como fruta fresca, aunque presenta un problema por el sabor de la cáscara, que produce escozor en los labios de quien la consume (MAG, 2001).

Es una fruta muy versátil respecto a su consumo, se prepara como jugo o bebida refrescante, es un excelente complemento para ensaladas de frutas, y otros usos en repostería o en conservas (Amaya, 2006).

En el sector industrial es utilizado en la fabricación de mermeladas, compotas, helados, jaleas, enlatados, jugos y una variedad de dulces (MAG, 1996).

En usos medicinales el tomate de árbol es muy apreciado por la variedad de aplicaciones y excelentes resultados, es un antioxidante, fortalece el cerebro y la memoria, contribuye a curar migrañas y cefaleas severas, a controlar la rinitis, beneficia el sistema circulatorio, fortalece el sistema inmunológico y la visión, y ayuda en programas de reducción de peso (MAG, 2001).

El fruto, previamente calentado, se aplica en forma tópica contra la inflamación de amígdalas o anginas. Para la gripe, se debe consumir el

fruto fresco en ayunas por el alto contenido de ácido ascórbico (Amaya, 2006).

Además, contiene sustancias como el ácido gamma amino butírico, que baja la tensión arterial, por lo que es útil para los hipertensos.

El consumo de tomate de árbol es contraindicado para personas que sufren de alergias de la piel, tensión baja y urticaria (MAG, 2001).

3.1.20. Plagas.

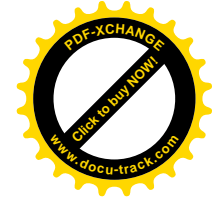
3.1.20.1. Insectos

3.1.20.1.1. Pulgón.

Insectos del género *Myziis* sp. y *Aphis* sp. pertenecientes al orden Homoptera, familia Aphididae. Son de pequeño tamaño, de color verde claro o negro y cuerpo blando. Poseen un aparato bucal picador-chupador, con el cual, se alimentan de los nutrientes elaborados por la planta. Se localizan generalmente en las zonas más tiernas de la planta, en el envés de hojas tiernas y flores (Lebn, 1996).

Provocan poco crecimiento vegetativo, deformación y escaso desarrollo de brotes, y presencia de fumagina debido al sinergismo existente. Además, el mayor daño es la transmisión de virus (INIAP, 2004).

Los factores que favorecen el incremento de la población de este insecto son sequías prolongadas, fertilización excesiva a base de nitrógeno, y poca presencia de enemigos naturales.



Control.

El control físico se lo puede realizar con riego por aspersión, debido a que las gotas de agua lo hacen caer al suelo (INIAP, 2004).

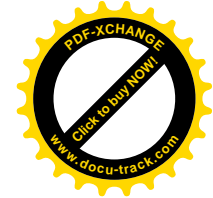
El control biológico es el más utilizado debido a la presencia de un sinnúmero de enemigos naturales, como las mariquitas (Coleoptera), sirfidos (Díptera) y crisopas (Neuróptera) que se alimentan de los adultos (Lebn, 1996).

Además se pueden utilizar diferentes controladores biológicos como *Verticillium lecanii* (107 UFC.mL⁻¹), *Aschersonia sp.* (107 UFC.mL⁻¹), *Aphidoletes aphidimiza* (10 individuos.sitio⁻¹), *Aphidius colemani* (100 individuos.sitio⁻¹) (MAG, 2001).

El control químico se lo realiza únicamente si la población es alta y no existen controladores naturales, utilizando productos como azadirachtina (1 a 3 mL.L⁻¹) o cipermetrina (0,35 mL.L⁻¹), ácido flavaspídico (5 mL.L⁻¹), pirimifos – metil (1 L.ha⁻¹), y dimetoato (1 mL.L⁻¹) (INIAP, 2004).

3.1.20.1.2. Chinche.

Insectos de la especie *Leptoglossus zonatus*, pertenecientes al orden Hemíptera, familia Coreidae. Son de color café oscuro y gran tamaño, y pueden volar en estado adulto. Posee un aparato bucal picador-chupador, con el que se alimenta del jugo de los frutos recién cuajados (Lebn, 1996).



Se los puede observar en las primeras horas de la mañana y en las últimas de la tarde, sobre todo, en zonas bajas donde se cultiva el tomate de árbol (INIAP, 2004).

Su principal daño lo realizan al fruto, ya que pueden ocasionar la caída de frutos inmaduros con puntos negros y manchas circulares (MAG, 1996). En frutos maduros el típico síntoma es la presencia de zonas endurecidas y un poco abultadas, debido a la toxina de la saliva del insecto (INIAP, 2004).

Control.

El control químico es el único utilizado, con insecticidas de baja residualidad, para evitar la contaminación de los frutos cosechados. Se puede emplear diazinon (1mL.L^{-1}), cipermetrina (1 mL.L^{-1}), permetrina (0.35 mL.L^{-1}) y dimetoato (1 mL.L^{-1}), con la respectiva rotación de productos, para no crear resistencia del insecto (MAG, 2001).

3.1.20.1.3. Gusano trozador.

Son insectos del género *Agrotis* sp. que viven en el suelo y cuyas larvas provocan daños en las plantas jóvenes que tiene tejidos poco lignificados, especialmente en épocas secas o después del control de malezas.

El principal daño que ocasionan es el volcamiento y muerte de plantas jóvenes, debido al ataque de las larvas a la base de los tallos (INIAP, 2004).



Control.

El control biológico se lo puede realizar mediante la aplicación de *Bacillus thuringiensis* (105 UFC.mL⁻¹ o 300 g.L⁻¹), *Beauveria bassiana* (105 UFC.mL⁻¹), y existen reportes de la utilización de extracto ajo y ají (5 mL.L⁻¹) con buenos resultados (MAG, 2001).

El control químico se lo debe realizar con aspersiones al tallo y al suelo con cipermetrina (2 mL.L⁻¹) y malathion (4 g.L⁻¹) (INIAP, 2004).

3.1.21. Enfermedades.

3.1.21.1. Hongos.

3.1.21.1.1. Cenicilla.

La cenicilla es causada por el hongo *Oidium* sp. y es considerada una de las enfermedades de mayor importancia económica en el país. Se distribuye en las zonas con menor precipitación, siendo más acentuada su acción en las épocas de verano, donde puede causar una gran caída de hojas bajas. El viento es el mayor diseminador de éste hongo desde plantaciones o malezas cercanas (Tamayo, 2001).

Los síntomas se presentan en el haz de las hojas bajas como lesiones superficiales de color grisáceo y polvoso, y en el envés se presentan manchas necróticas. Cuando las lesiones cubren la superficie de la hoja, éstas se tornan cloróticas, envejecen y caen, produciendo una reducción del área foliar (Tamayo, 2001).

Además, ataca a los pedicelos de las flores, ocasionando su caída y por ende un menor rendimiento de la planta (INIAP, 2004).



Control.

El control cultural se lo lleva a cabo con podas sanitarias mensuales en los meses secos y un control constante de malezas, ya que son hospederas del hongo (Tamayo, 2001).

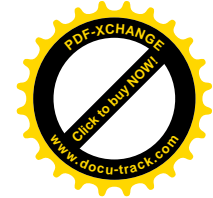
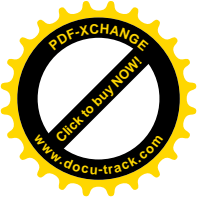
El control biológico se lo realiza con *Acremonium* sp. (107 UFC.mL^{-1}), *Candida oleophila* (109 UFC.mL^{-1}), y existen registros del hongo *Ampelomyces* como controlador biológico natural (MAG, 2001).

El control químico debe realizarse cada ocho días en verano y cada 15 días en invierno, utilizando en rotación fungicidas en base a azufre como kumulus (2 g.L^{-1}). Además, se pueden utilizar otros fungicidas como benomil ($0,5 \text{ g.L}^{-1}$), pyrazophos (1 L.ha^{-1}) (MAG, 2001).

3.1.21.1.2. Lancha o tizón de la hoja.

Enfermedad causada por el hongo *Phytophthora infestans*, distribuida en las zonas de clima húmedo del país. Las condiciones óptimas para su desarrollo son alta precipitación, humedad relativa superior al 90% y temperaturas entre 10 y 24 °C, bajo las cuales puede causar grandes daños y pérdidas (INIAP, 2004).

Afecta a ramas, tallos, frutos y principalmente a las hojas, en las que se presentan manchas onduladas, concéntricas, húmedas de color café o negro, que se extiende por toda la hoja, provocando defoliación en las plantas. Además, puede ocasionar caída de flores y frutos pequeños. En frutos desarrollados ocasiona manchas negruzcas y su pudrición (Grijalva, 2004).



En condiciones secas y en temperaturas mayores a 30 °C el hongo inhibe su crecimiento, pero no se destruye (INIAP, 2004).

Control.

El control biológico es poco utilizado en esta enfermedad, sin embargo se recomienda utilizar *Trichoderma lignorum* (107 UFC.mL⁻¹) y *T. viride* (107 UFC.mL⁻¹) (MAG, 2001).

En el control cultural se debe evitar plantar en zonas con altas precipitaciones, aumentar las distancias de siembra y utilizar el cultivar anaranjado puntón, que presenta menor susceptibilidad (INIAP, 2004).

El control químico debe basarse en la rotación de fungicidas preventivos y curativos, como cobre pentahidratado (2 mL.L⁻¹), mancozeb (3 g.L⁻¹), clorotalonil (2 g.L⁻¹) y metalaxil (2 g.L⁻¹) (MAG, 2001).

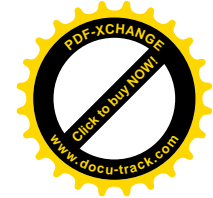
3.1.21.1.3. Alternariosis o tizón amarillo.

Enfermedad causada por el hongo *Alternaria solani*, ampliamente distribuida en el país. Su desarrollo es favorecido por condiciones de humedad relativa alta y de temperaturas bajas (INIAP, 2004).

Ataca principalmente a las hojas, presentando manchas concéntricas de color café castaño, que al extenderse producen que el tejido se seque y se haga quebradizo, razón por la cual, las hojas se caen (Grijalva, 2004).

Control.

El control cultural se basa en retirar y quemar los residuos vegetales enfermos, ya que son la principal fuente de inóculo (INIAP, 2004).



El control químico se debe realizar quincenalmente con fungicidas como cobre pentahidratado (3 mL.L^{-1}), mancozeb (0.5 g.L^{-1}) y clorotalonil (3 g.L^{-1}) (MAG, 2001).

3.1.21.1.4. Esclerotinia.

Enfermedad causada por *Sclerotium* sp., con poca distribución en el país, que causa severos daños en las plantaciones (MAG, 1996).

En las plantas se presenta un amarillamiento en las hojas, seguido de manchas de color oscuro en ramas primarias y secundarias, lo que conlleva a una muerte rápida de la planta (Grijalva, 2004).

Control.

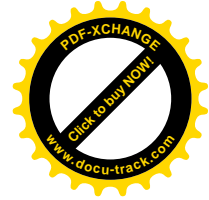
Como control cultural se debe realizar un buen drenaje y eliminar las plantas enfermas (MAG, 1996).

En el control químico se puede aplicar bavistin con una dosis de 3 mL.L^{-1}

3.1.21.1.5. Mancha negra o pata de puerco.

Su agente causal es el hongo *Fusarium solani* y se presenta mayoritariamente en zonas húmedas, con altas precipitaciones y bajas temperaturas. El hongo es diseminado principalmente por el viento, insectos y herramientas de trabajo (INIAP, 2004).

Ataca principalmente al tallo produciendo lesiones de color café oscuro y negro, cubiertas de un polvillo de color café claro. En ataques severos



puede atacar las raíces, causando el marchitamiento de la planta (INIAP, 2004).

Control.

El control cultural está dirigido a eliminar fuentes de inóculo, como los residuos de las plantas infectadas, y a la creación de canales de drenaje para evitar el encharcamiento de agua en la base de los tallos.

El control biológico se lo debe realizar con productos a base de *Trichoderma* sp. (106 UFC.mL^{-1}) (MAG, 2001).

En el control químico se pueden utilizar fungicidas como benomyl (1mL.L^{-1}), iprodione (2 g.L^{-1}) y carbendazim (1 g.L^{-1}). Además, en infecciones recientes se puede raspar la herida y cubrirla con caldo bordelés (INIAP, 2004).

3.1.21.1.6. Antracnosis.

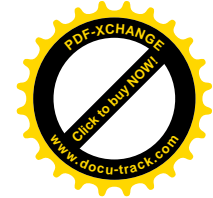
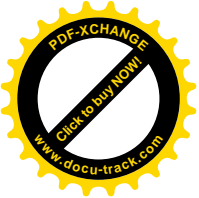
La antracnosis es causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* y es considerada la enfermedad de mayor importancia económica en nuestro país.

Esta enfermedad se explica detalladamente más adelante.

3.1.21.2. Bacterias.

3.1.21.2.1. Marchitez del tomate.

Es una enfermedad bacteriana causada por *Pseudomonas solanacearum*, de poca importancia económica y poco frecuente en el país (MAG, 1996).



Sus síntomas se manifiestan en épocas de verano y altas temperaturas, las hojas se marchitan y cuando la infección es avanzada produce la defoliación de la planta. Si se hace un corte en el tallo se pueden observar manchas de color marrón oscuro (Fruquina, 2007).

Control.

Como control cultural se pueden utilizar variedades resistentes a esta enfermedad, y tener cuidado de no producir lesiones en el tallo con las herramientas, pues esto facilita el ingreso de la bacteria (MAG, 1996).

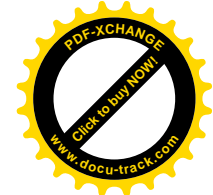
El control biológico se basa en la utilización de *Bacillus* sp. (106 UFC.mL⁻¹) (MAG, 2001).

El control químico no es recomendable en esta enfermedad, pero se puede utilizar cobre pentahidratado (3 g.L⁻¹) y mancozeb (4 kg.ha⁻¹) (Fruquina, 2007).

3.1.21.3. Virus.

El tomate de árbol es atacado por varios virus, como el virus mosaico de la papa (PAMV), el virus del mosaico del pepino (CMV), el virus del mosaico de la alfalfa (AIMV), el virus del bronceado del tomate (TSWV). El virus más peligroso y con mayor importancia económica es el virus del mosaico del tomate de árbol (TaMV) (Prohens, 1997).

La enfermedad no se transmite por semillas provenientes de frutos enfermos, pero sí mecánicamente mediante el uso de herramientas. Además, es transmitido por áfidos (Tamayo, 2001).



La virosis presenta síntomas característicos como inhibición del crecimiento de la planta, moteado clorótico y enrollamiento de las hojas, brotes deformados y amarillos, y frutos pequeños, moteados y decolorados (INIAP, 2004).

Control.

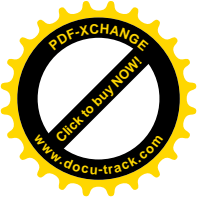
La base del control cultural es prevenir el ingreso del virus al cultivo, para lo cual se deben utilizar plantas provenientes de semilla, controlar los insectos vectores y desinfectar las herramientas utilizadas. En lugares afectados, se deben eliminar las plantas enfermas (Tamayo, 2001).

No existe control biológico ni control químico para el ataque de los virus.

3.1.21.4. Nematodos.

Existen varias especies de nematodos que afectan al tomate de árbol, siendo el nematodo formador de agallas *Meloidogyne incognita*, el que causa mayor daño en las zonas productoras de nuestro país. Este nematodo tiene hábito endógeno, es decir, se alimenta del interior de las raíces, lo que origina crecimientos amorfos a manera de nódulos o agallas, ocasionando que las raíces no puedan absorber y conducir los nutrientes correctamente (INIAP, 2004).

Las plantas atacadas por nematodos presentan poco desarrollo, debilidad, amarillamiento de las hojas, disminución del rendimiento y de la calidad de los frutos (Lebn, 1996).



Además, la presencia de nematodos reduce la durabilidad de las plantas y la eficiencia de fertilizantes (CORPOICA, 2001).

Control.

En el control cultural se deben tomar en cuenta algunos aspectos, empezando por no sembrar en terrenos donde existan nematodos, adquirir plantas sanas y libres de nematodos, manejar adecuadamente las herramientas para no causar heridas en las raíces, aplicar materia orgánica es alto estado de descomposición, y emplear plantas injertadas sobre patrones resistentes como tabaquillo, *Solanum arboreum* y *Solanum umbellatum*, que además son resistentes a factores como sequía y humedad del suelo (INIAP, 2004).

El control biológico puede ser realizado con *Paecilomyces lilacinus* y *Pasteuria penetrans*. Además se pueden utilizar infusiones de algunas plantas como ruda, manzanilla, ortiga, paico y neem (Fruquina, 2007).

Para el control químico se pueden utilizar productos ecológicos como Nematrón (2 mL.L⁻¹) y productos químicos como mocap y furadán, aunque estos productos tienen fuertes prohibiciones en el mercado por su alta residualidad (INIAP, 2004).

3.2. Antracnosis.

3.2.1. Generalidades.

La antracnosis causada por el hongo del género *Colletotrichum*, es una de las enfermedades más importantes que afectan la agricultura mundial, debido a su amplia distribución en todos los continentes y a la diversidad de



especies vegetales que pueden ser afectadas, abarca especies perennes y anuales de monocotiledóneas y dicotiledóneas.

Desde el punto de vista económico, estos hongos son de gran importancia en el sector agrícola debido a la severidad de los daños que ocasiona, a la magnitud de las pérdidas que genera, tanto en producción como en calidad de la cosecha y a la dificultad que se presenta para su control (Alarcón, 2008).

Además, su capacidad para causar infecciones latentes o quiescentes lo ubican dentro de los patógenos de poscosecha más importantes (Contreras, 2006).

Se presentan en zonas templadas como tropicales, debido a las condiciones ambientales de estas regiones, con temperaturas que van desde medias a altas, lluvias frecuentes y una humedad relativa significativa, que favorecen la dispersión y el desarrollo del patógeno (Femenía, 2007).

Las especies de éste género son consideradas como las más exitosas dentro de los hongos patógenos de plantas (Contreras, 2006).

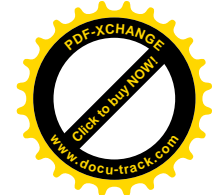
Entre las especies más importantes de este género, tenemos las siguientes:

C. gloeosporioides: patógeno de manzanas, aguacates, cítricos, papayas, mangos y fresas.

C. acutatum: patógeno de almendras, aguacates, mangos, melocotones, cítricos, uvas y fresas.

C. coccodes: patógeno de pimientos, patatas y tomates.

La antracnosis ataca todas las partes de las plantas, especialmente tallos, brotes tiernos, inflorescencias, frutos en formación y en estados avanzados



de desarrollo; en pocas especies vegetales se han observado ataques en los cuellos de los tallos y en las raíces. La enfermedad se presenta en todos los estados de crecimiento, desde la germinación de las semillas hasta las plantas adultas (Femenía, 2007).

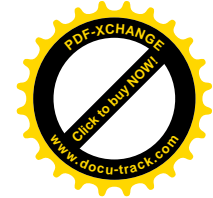
En general, las especies del hongo *Colletotrichum*, se manifiestan por la aparición de manchas oscuras en hojas y frutos, con formas redondeadas u ovaladas, con tamaños variables y tonalidades negras o marrones (Femenía, 2007).

3.2.2. Antracnosis en el cultivo de tomate de árbol.

La antracnosis es la enfermedad más importante del cultivo del tomate de árbol en el Ecuador, debido a su amplia distribución y a la magnitud de las pérdidas que ocasiona, principalmente en las zonas donde no se cultiva técnicamente esta especie.

Además, la antracnosis es un problema en las poblaciones cercanas a las plantaciones de tomate de árbol, ya que es una fuente constante de contaminación ambiental, daños ecológicos y problemas socioeconómicos, debido al uso indiscriminado de fungicidas químicos de alta toxicidad empleados para su control. Los costos de control de la enfermedad en tomate de árbol tienen el más elevado porcentaje en el total de los costos totales de producción, obligando a la mayoría de los agricultores al abandono o sustitución del cultivo después de los tres años de producción (Alarcón, 2008).

En predios sin un control técnico, el esfuerzo realizado por los agricultores es inútil, ya que debido a la severidad e intensidad de la enfermedad, las



pérdidas alcanzan hasta un 50% y en casos extremos las pérdidas pueden ser totales. En explotaciones comerciales, bajo un control técnico en base a fungicidas, se estiman pérdidas del 10 al 25% en frutos cosechados (Tamayo, 2001).

La antracnosis en el tomate de árbol afecta hojas y ramas, pero el daño más notorio se observa en los frutos, los cuales son afectados en todos sus estados de desarrollo (Alarcón, 2008).

No existen variedades resistentes a esta enfermedad, por lo que es necesario integrar alternativas físicas, químicas y biológicas para realizar su control, el cual se torna más difícil en épocas de invierno (Tamayo, 2001).

3.2.3. Clasificación taxonómica. Según NCBI (2007). (Caracterización molecular por ITS).

Reino: Fungi

Phylum: Ascomycota

Clase: Sordariomycetes

Subclase: Incertae sedis

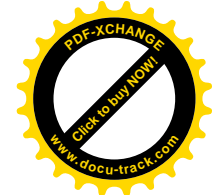
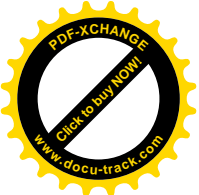
Orden: Phyllachorales

Familia: Phyllachoraceae

Género: *Colletotrichum*

Especie: *Colletotrichum gloeosporioides*

Nombre Común: Antracnosis, ojo de pollo.



3.2.4. *Colletotrichum gloeosporioides*

Colletotrichum gloeosporioides 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).

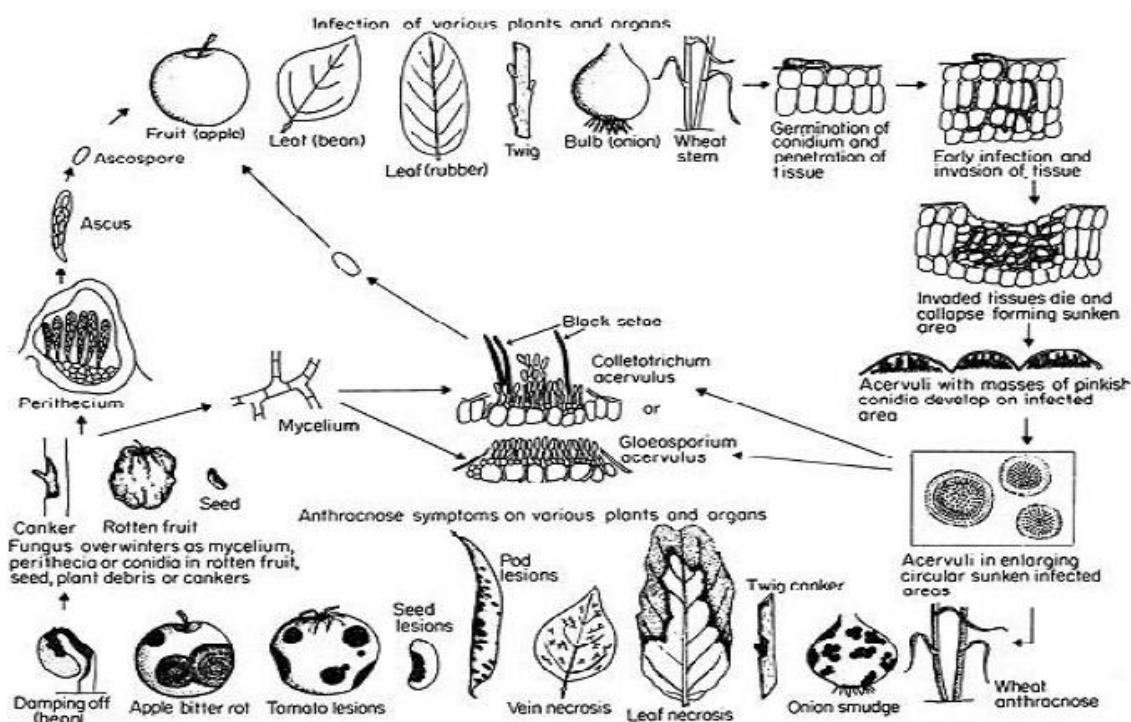
Es uno de los hongos con mayor éxito en su estrategia de ataque a los vegetales, debido a que las estrategias físicas y químicas de defensa de las plantas se presentan cuando la infección ha avanzado significativamente y el hongo ha invadido las células casi en su totalidad, lo que demuestra la efectividad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

3.2.5. Desarrollo de la enfermedad.

El proceso de infección de *Colletotrichum gloeosporioides* involucra una secuencia común de eventos como podemos observar en la Figura 3.6,

germinación, formación del tubo germinativo, formación del apresorio, penetración y colonización (Alarcón, 2008).

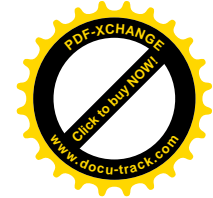


Fuente: Agrios, 2002.

Figura 3.6.- Ciclo de la enfermedad de *Colletotrichum*.

3.2.5.1. 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).



3.2.5.2. Formas de penetración.

Colletotrichum gloeosporioides 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).

3.2.5.3. Infección y colonización de tejidos vegetales.

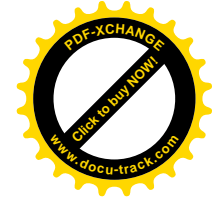
Es uno de los microorganismos con mayor eficacia, debido a que sus hifas pueden presentarse por dentro de las células, dentro de la pared celular y en espacios intercelulares, provocando una gran cantidad de tejido destruido (Botero, 1999).

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).

3.2.5.4. 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).



3.2.6. Infección latente e infección quiescente.

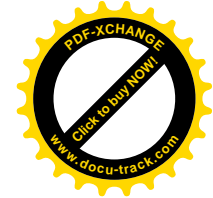
Una infección latente es aquella donde un hospedero es infectado por un patógeno, pero no muestra los síntomas. Pueden ser consideradas como un tipo de tolerancia de las plantas a ciertos patógenos, donde el parásito encuentra el ambiente interno inapropiado para su crecimiento y multiplicación (Contreras, 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 periodos 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. La quiescencia 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 perdidas en campo (Contreras, 2006).

3.2.7. Síntomas.

La antracnosis en el tomate de árbol 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).



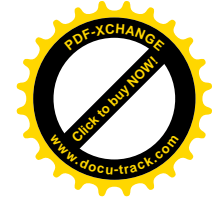
En las flores afectadas por éste hongo, se presentan manchas de color café oscuro que se inician en la base de la flor, y se extienden hasta cubrirla totalmente, causando su necrosis y caída (Rodríguez, 2007).

En los frutos se presentan algunos síntomas como puntos necróticos, áreas hundidas y cloróticas y manchas pequeñas de color café necróticas (CORPOICA, 1999).

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).

El hongo ataca al fruto en todas sus etapas de desarrollo, cuando es sobre frutos pequeños, estos se momifican y quedan adheridos al árbol; en frutos verdes, las manchas se rodean de una tonalidad amarillenta y se presenta maduración prematura; en frutos maduros, se presentan manchas de color marrón oscuro, hundidas en la superficie y con emisión de aceite, y en su interior, áreas negruzcas que inicialmente son blandas, pero que después se endurecen (Botero, 1999).

Los síntomas en los frutos se manifiestan con mayor frecuencia en el ápice, debido a que las gotas de agua que caen de la copa se ubican en el ápice, siendo lo ideal para la infección del fruto, y en la zona media, punto en que varios frutos de un mismo racimo quedan en contacto, lo que favorece el



desarrollo inicial del hongo. Existen infecciones múltiples en un mismo fruto, lo que se atribuye a la acción de los insectos (Tamayo, 2001).

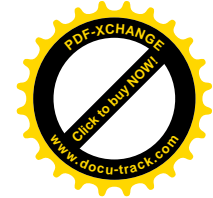
En algunas variedades, cuando el fruto en su madurez fisiológica es infectado por el hongo, éste cambia de color tornándose amarillo totalmente y sobre la corteza la lesión clásica del “ojo de pollo” (Padilla, 2009).

3.2.8. Condiciones favorables para la enfermedad.

En los períodos de crecimiento reproductivo, floración y fructificación, se dan 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 formación (Botero 1999).

3.2.9. Fuentes de inóculo y dispersión.

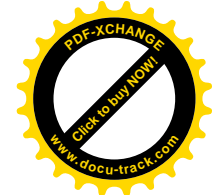
La principal fuente de inóculo son las esporas del hongo, que se encuentran en las hojas, ramas, inflorescencias, flores y en los frutos, en términos generales en todo el árbol (Alarcón, 2008).

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).

Los frutos pequeños momificados son la fuente activa de inóculo dentro del árbol, ya que el parásito sobrevive en ellos como saprófito (CORPOICA, 1999).

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).

3.2.10. Métodos de control.

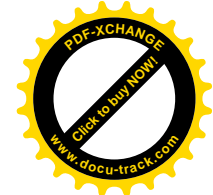
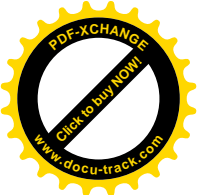
3.2.10.1. Control cultural.

Se debe seleccionar una zona apta para el cultivo, evitando regiones que tengan prolongados períodos de lluvia, alta humedad relativa y excesiva nubosidad, con suelos adecuados, sanos y tratados para empezar la siembra (Arboleda, 2007).

Utilizar semillas de buena calidad, limpias y provenientes de fuentes seguras, que garanticen la inexistencia de virus (Fruquina, 2007).

Ampliar la densidad de siembra para facilitar el manejo y la aireación del cultivo, se recomienda que sea de cuatro por cuatro metros, en cuadro o tres bolillo (Tamayo, 2001).

Incorporar materia orgánica periódicamente, separada del tronco del árbol para evitar daños al cuello, que faciliten la entrada de enfermedades y utilizar fertilizantes con altos contenidos de fósforo y elementos menores, de acuerdo con los requerimientos propios del cultivo (Fruquina, 2007).



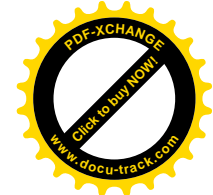
Realizar una poda de formación para obtener plantas de bajo porte y con una buena arquitectura, que faciliten el manejo posterior de la enfermedad (CORPOICA, 1999).

Efectuar cada 30 días podas sanitarias, eliminando hojas, ramas, residuos de inflorescencias y brotes secos, que son potenciales fuentes de inóculo, lo que permite mejorar la aireación del cultivo y la visualización para la detección y remoción de frutos enfermos (Contreras, 2006).

El control de malezas debe realizárselo de manera que, la vegetación alrededor de los árboles se mantenga baja, para evitar ambientes de humedad permanente, que favorecen el desarrollo de la enfermedad (Fruquina, 2007).

Realizar cuidadosos monitoreos semanales para determinar la presencia de antracnosis en forma oportuna, eliminar los frutos afectados y recoger los frutos caídos. Después de cada cosecha, se debe determinar el número de frutos afectados, y si éstos superan el 4% del total, es necesario cambiar las estrategias de control. Los frutos enfermos recolectados se deben enterrar en lugares lejanos al cultivo y cubrirlos con una capa delgada de cal para facilitar su descomposición (Tamayo, 2001).

La cosecha de frutos sanos, debe realizarse semanalmente en verano y quincenalmente en invierno para evitar la sobre maduración de los frutos, previniendo la activación de infecciones latentes (CORPOICA, 1999).



En árboles con casos extremos de infección de antracnosis, pero libres de virus y problemas bacteriales, se pueden realizar en épocas de verano, podas de mantenimiento, eliminación total de frutos, o la renovación de copa y raíces (CORPOICA 1999).

3.2.10.2. Control biológico.

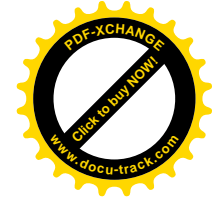
El control biológico se define como la reducción de un patógeno o de su capacidad para producir la enfermedad, por la acción de uno o más microorganismos (Femenía, 2007).

Los métodos de control biológico para la antracnosis tienen ahora gran importancia, debido al uso indiscriminado de productos químicos que han causado serios problemas en el entorno. Para obtener un efecto máximo es necesario integrar el control biológico con otras técnicas de control cultural (Botero, 1999).

Los géneros *Bacillus*, *Pseudomonas* y *Trichoderma* han sido involucrados en los estudios de control biológico frente a *C. gloeosporioides*.

Se recomienda la aplicación de *Trichoderma lignorum* y *T. viridae* en dosis de tres gramos de producto comercial por bomba de 20 litros (Fruquina, 2007).

Además, se puede utilizar productos a base de *Bacillus subtilis* en dosis de 10^8 UFC.mL⁻¹ (MAG, 2001).



3.2.10.3. Control químico.

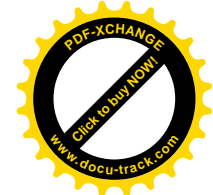
En el control de esta enfermedad es necesario el uso de fungicidas, con un manejo estricto y cuidadoso, especialmente en las épocas de mayor floración y cuajamiento de frutos, que son las etapas de mayor susceptibilidad. Se deben utilizar equipos de bajo volumen, buscando una mejor cobertura, una mayor eficiencia del producto y disminuir el uso excesivo de agua (CORPOICA, 1999).

Se deben aplicar los fungicidas con un producto adherente cada ocho días en invierno y cada quince días en verano y considerar la rotación de fungicidas curativos y protectantes, para evitar el riesgo de que el hongo se vuelva resistente, haciendo más difícil su control (Contreras, 2006).

La aplicación de los fungicidas debe realizarse después de las podas sanitarias y de la cosecha, donde se recogen también los frutos enfermos (Tamayo, 2001).

En las épocas de mayor floración se deben aplicar fungicidas sistémicos, como por ejemplo benomil y difenoconazol, en rotación. Si el umbral de infección es alto se deben aplicar productos como mancozeb ($6,5 \text{ mL.L}^{-1}$), en rotación con clorotalonil ($6,5 \text{ mL.L}^{-1}$) (CORPOICA, 1999).

Además, se pueden utilizar otros productos como ditane ($3-4 \text{ g.L}^{-1}$), bravo 500 ($2,5 \text{ mL.L}^{-1}$), benlate ($0,5 \text{ g.L}^{-1}$), antracol (3 g.L^{-1}), ridomil (3 g.L^{-1}), oxiclورو de cobre (1 kg.ha^{-1}), kocide (1 g.L^{-1}), captan, opera, entre otros.



3.3 Fungicidas.

3.3.1 Productos biológicos.

3.3.1.1. Sonata

Características generales.

Sonata es un nuevo fungicida biológico de gran efectividad para el control de enfermedades causada por: Royas, Mildeu y Oídium.

Su comprobado nivel de efectividad y nula posibilidad de resistencia lo convierte en el fungicida ideal para ser incorporado dentro de programas de manejo de resistencia o tolerancia de los hongos hacia el resto de grupos químicos.

Ingrediente activo.

Esporas de *Bacillus pumilus*.

Amino azúcares: compuestos antifúngicos y conservantes.

Formulación.

Suspensión concentrada 1,38 gramos de ingrediente activo por litro de producto.

Modo de acción.

Fungicida de contacto con poder curativo y prolongado período de residualidad.

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.

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.

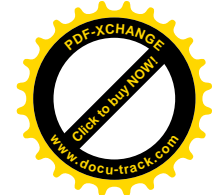
Dosis recomendada.

La dosis recomendada es de 5 mL.L⁻¹.

3.3.1.2. Best Ultra F

Características generales.

Es un biofungicida orgánico formulado a partir de microorganismos antagonistas y productores de antibióticos, extractos vegetales y minerales que inducen resistencia sistémica en las plantas.

**Ingrediente activo.**

Análisis	% P/P
<i>Bacillus subtilis</i> (1×10^8 UFC.mL ⁻¹)	40
<i>Bacillus liqueniformes</i> (1×10^5 UFC.mL ⁻¹)	10
Lactobacilos (1×10^5 UFC.mL ⁻¹)	5
<i>Pseudomonas</i> sp. (1×10^5 UFC.mL ⁻¹)	10
<i>Azotobacter</i> sp. (1×10^5 UFC.mL ⁻¹)	10
Chitosan hidrolizado	1
Fosfito de potasio (1×10^5 UFC.mL ⁻¹)	10
Bicarbonato de potasio	5
Extracto de tepezcohuite	2
Acondicionadores y estabilizadores	7
TOTAL	100

Formulación.

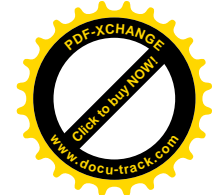
Suspensión concentrada.

Modo de acción.

Fungicida preventivo para hojas, tallos, flores y frutos.

Mecanismos de acción.

Induce a la resistencia sistémica en las plantas.

**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.

Dosis recomendada.

500 mL.ha⁻¹

3.3.1.3. Rhapsody.**Características generales.**

Fungicida nuevo, efectivo y de amplio espectro que provee un excelente control contra: royas, mildew, oídio, bacterias. Como fungicida es ideal para ser incorporado dentro de un programa de manejo de resistencia o tolerancia de los hongos hacia el resto de grupos químicos. Es un producto biológico con distintos mecanismos de acción lo cual hace que Rhapsody entre en rotaciones para controles efectivos rompiendo resistencias, reduciendo la presión de inóculo y presión de selección de los hongos.

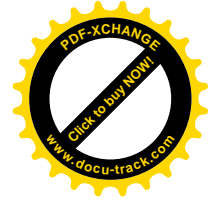
Ingrediente activo.

Esporas de *Bacillus subtilis*

Lipopéptidos.

Formulación y concentración.

Suspensión concentrada, 1,34 gramos de ingrediente activo por litro de producto.

**Modo de acción.**

Fungicida de contacto para prevenciones de infecciones y prolongado período de residualidad.

Mecanismos de acción.

Rhapsody cuenta con más de 30 lipopéptidos, que penetran las membranas de los agentes patógenos y provocan que las paredes celulares colapsen, destruyendo al patógeno y previniendo toda forma de reproducción y dispersión.

Toxicidad.

No es tóxico a truchas, codornices, abejas, lombrices y otras especies. Su baja toxicidad a mamíferos permite que los trabajadores reingresen al área tratada después de 4 horas de aplicado. Por esto, es clasificada dentro de los fungicidas de banda toxicológica verde.

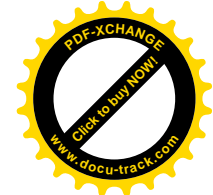
Dosis recomendada.

La dosis recomendada es de 5 mL.L⁻¹.

3.3.2 Productos ecológicos.**3.3.2.1. Excellent.****Características generales.**

Excellent se encarga de estimular los procesos naturales de defensa de las plantas y ejerce su papel bactericida fungicida.

La excelente actividad de Excellent se obtiene luego de la metabolización del producto y su conducción a las diferentes partes de la



planta, función que se optimiza cuanto más activo es el crecimiento de los vegetales tratados.

Ingrediente activo.

Hidroximetil Alquil Dimetil N

Formulación y concentración.

Líquido soluble, 160 gramos de ingrediente activo por litro.

Modo de acción.

Fungicida y bactericida de contacto, de acción sistémica, de movimiento tanto descendente como ascendente. Acción fungicida preventiva.

Mecanismos de acción.

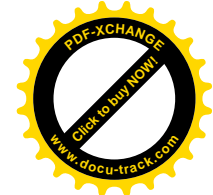
El producto localiza al fitopatógeno y activa un mecanismo de competencia por oxígeno, donde se precipitan las proteínas propias del hongo y las elimina por bloqueo enzimático.

Toxicidad.

En las dosis recomendadas no es nocivo para el hombre, animales ni el medio ambiente.

Dosis recomendada.

La dosis recomendada es de 0,5 a 0,8 mL.L⁻¹.



3.3.2.2. Mil – Agro.

Características generales.

Por su naturaleza física y química el MIL-AGRO puede ser absorbido por las yemas, hojas, tallos y raíces de las plantas, se introduce en los tejidos epidérmicos y es transportado más tarde por el xilema protegiendo la planta.

Es altamente efectivo contra patógenos antes o luego de producirse la infección.

Ingrediente activo.

Metal tio sulfato – N.

Formulación y concentración.

Líquido soluble, 370 gramos de ingrediente activo por litro.

Modo de acción.

Es un fungicida bactericida de acción preventiva y curativa.

Mecanismos de acción.

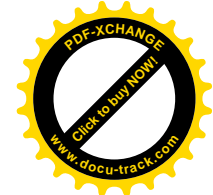
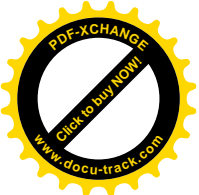
En las fases primarias de infección, interviene en la respiración del hongo e inactiva las enzimas esenciales del funcionamiento del hongo.

Toxicidad.

En las dosis recomendadas no es nocivo para el hombre, animales ni el medio ambiente.

Dosis recomendada.

La dosis recomendada es de 0,5 a 1 mL.L⁻¹.



3.3.2.3. Krypthon.

Características generales.

Krypthon es de alta efectividad en una gran variedad de cultivos que tengan incidencia de enfermedades como la mancha de la hoja, pudrición negra y cenicilla, y en general a todos los organismos que actúan a nivel de las hojas de las plantas o en la parte interna de ellas.

La ubicación en la planta del ingrediente activo provee de una película protectora contra el ataque de gérmenes, inhibiendo a su paso todo el desarrollo de las diferentes estructuras infecciosas de los fitopatógenos tanto de origen fungoso como bacteriano.

Ingrediente activo.

Metalsulfoxilate

Formulación y concentración.

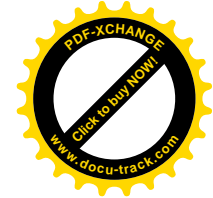
Líquido soluble, 200 gramos de ingrediente activo por litro.

Modo de acción.

Es un fungicida y bactericida de amplio espectro translaminar, sistémico y residual, de acción preventiva y curativa.

Mecanismos de acción.

Krypthon actúa inicialmente sobre los requerimientos de oxígeno, y posteriormente elimina las estructuras del hongo parasitario como: esporas y esporangios, inhibe el desarrollo del tubo germinativo del patógeno, la formación del apresorio, el crecimiento del micelio infectivo intercelular e intracelular.

**Toxicidad.**

En las dosis recomendadas no es nocivo para el hombre, animales ni el medio ambiente.

Dosis recomendada.

La dosis recomendada es de 1 mL.L⁻¹.

3.3.3 PRODUCTOS QUÍMICOS**3.3.3.1. Score.****Características generales.**

Score es un fungicida sistémico del grupo de los triazoles que provee un duradero efecto preventivo y un fuerte control curativo y erradicativo en una amplia gama de enfermedades producidas por Ascomicetos, Basidiomicetos y Deuteromicetos en varios cultivos.

Ingrediente activo.

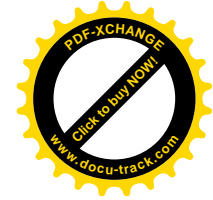
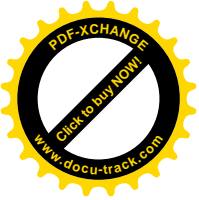
Difenoconazol.

Formulación y concentración.

Concentrado emulsionable, 250 gramos de ingrediente activo por litro de producto.

Modo de acción.

Fungicida sistémico con acción de contacto.

**Mecanismos de acción.**

El ingrediente activo es absorbido por la planta y actúa sobre el crecimiento subcuticular de las ninfas.

Toxicidad.

Categoría toxicológica III (franja azul). Ligeramente peligroso.

Dosis recomendada.

La dosis recomendada es de 0,3 a 0,5 L.ha⁻¹.

3.3.3.2. Opera.**Características generales.**

Es un fungicida de efecto preventivo, curativo y erradicante. La base del control de ópera está en la combinación de sus principios activos.

Ingrediente activo.

Pyraclostrobin + Epoxiconazole

Formulación.

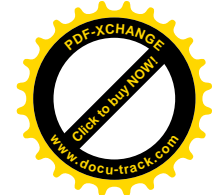
Pyraclostrobin 133 g.L⁻¹ + Epoxiconazole 50 g.L⁻¹.

Modo de acción:

Fungicida sistémico con acción de contacto.

Mecanismos de acción:

El ingrediente activo es inhibidor del ergosterol con acción sistémica de larga residualidad.

**Toxicidad:**

Categoría toxicológica II, moderadamente peligroso.

Dosis recomendada:

125 a 150 mL en 200 L de agua.

3.3.3.3. Polimaxin.**Características generales.**

Fungicida de alta sistemia que brinda control preventivo, curativo y erradicante de una amplia gama de enfermedades producidas por deuteromicetos, basidiomicetos y ascomicetos, en ornamentales y otros cultivos.

Ingrediente activo.

Polyoxin

Formulación y concentración.

Polvo mojable, 100 gramos de ingrediente activo por kilogramo de producto.

Modo de acción.

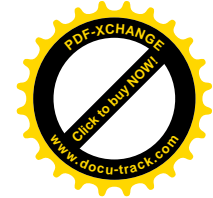
Fungicida sistémico, preventivo y curativo de amplio espectro.

Mecanismos de acción.

Inhibe la biosíntesis de quitina de la pared celular.

Toxicidad.

Categoría Toxicológica IV (franja verde)

**Dosis recomendada.**

La dosis recomendada es de 0,5 a 0,8 L.ha⁻¹.

3.3.3.4. Mezcla utilizada.**Características generales.**

Esta mezcla fue recomendada para el control de antracnosis y otras enfermedades fungosas en el cultivo de tomate de árbol.

Ingrediente activo.

Sulfato de cobre + cal agrícola + aceite agrícola emulsificado.

Formulación.

Sulfato de cobre 7,5 g.L⁻¹ + cal agrícola 18 g.L⁻¹ + aceite agrícola 2 mL.L⁻¹.

Modo de acción:

Fungicida protectante y de contacto.

Mecanismos de acción:

Tiene un mecanismo de acción multisitios.

Toxicidad:

Categoría toxicológica IV.

Dosis recomendada:

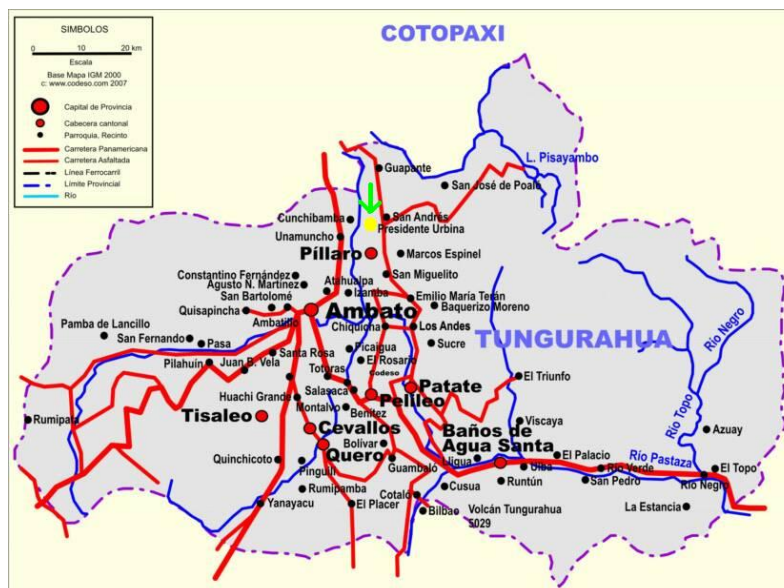
Sulfato de cobre 1,45 kg + cal agrícola 3,6 kg + aceite agrícola emulsificado 400 mL en 200 litros de agua.

IV. METODOLOGÍA

4.1. Localización.

La investigación se realizó en tres fases: Fase de Campo, Fase de laboratorio y Fase de Extensión.

La fase de campo se llevó a cabo en la finca propiedad del ingeniero Luis Auquillas, en el cantón Píllaro de la provincia de Tungurahua, específicamente en el barrio Penileo de la parroquia General Urbina, la cual se localiza a 2760 msnm, con una temperatura promedio de 14°C, humedad relativa del 77% y precipitación de 1800 mm anuales, con un suelo franco arenoso, bien estructurado, con alto contenido de materia orgánica y pH prácticamente neutro de 6,5 (ver Figura 4.1).



Elaboración: Codeso, 2007

Fuente: www.codeso.com

Figura 4.1.- Ubicación de la finca experimental, barrio Penileo, parroquia General Urbina, cantón Píllaro, provincia de Tungurahua.



La fase de laboratorio se realizó en su totalidad en el laboratorio de Fitopatología de la Carrera de Ciencias Agropecuarias – IASA I de la Escuela Politécnica del Ejército - ESPE, en el cual se hicieron las pruebas de eficiencia *in vitro* de los fungicidas.

La fase de extensión se llevó a cabo en la casa comunal de Penileo y en la finca del Ing. Auquillas, con el fin de favorecer a los agricultores de tomate de árbol de las comunidades aledañas en el cantón Píllaro.

4.2. Fase de Laboratorio

4.2.1. Recolección de muestras.

Los aislamientos se obtuvieron a partir de frutos infectados de tomate de árbol muestreados en el predio en el que se realizó la investigación, y que presentaron lesiones típicas de la antracnosis, con el fin de reducir la diversidad genética (ver Figura 4.2). Para su recolección se utilizaron fundas plásticas selladas, las cuales se guardaron en un iglú y se refrigeraron por una noche hasta llevarlas al laboratorio.



Elaboración: Los autores

Figura 4.2.- Fruto con síntomas típicos de antracnosis.

4.2.2. Aislamiento.

Para la obtención del inóculo se utilizaron cinco frutos de tomate de árbol recolectados, previamente lavados con agua corriente y jabón antibacterial, y secados con papel absorbente esterilizado (Bernstein *et al.*, 1995) (ver Figura 4.3). Luego fueron desinfectados por inmersión en hipoclorito de sodio al 2,5% durante un minuto, con el fin de eliminar la flora normal presente en el tejido (Cedeño *et al.*, 1993, Dhingra *et al.*, 1995) e inmediatamente enjuagados con agua destilada esterilizada por un minuto más, para eliminar los residuos de desinfectante que pueden afectar el desarrollo del patógeno (ver Figura 4.4).



Elaboración: Los autores

Figura 4.3.- Lavado de frutos.



Elaboración: Los autores

Figura 4.4.- Desinfección de frutos.

Las muestras se colocaron en frascos de vidrio de aproximadamente 500 mL debidamente desinfectados y esterilizados; en cada uno se colocó un pedazo de papel absorbente, esterilizado y empapado con agua destilada esterilizada para generar humedad, de esta manera se hicieron las cámaras de humedad, como se puede observar en la Figura 4.5; a continuación se



depositó un fruto por cámara y finalmente se procedió a sellar y rotular el recipiente, dejándolo incubar a temperatura ambiente durante 4 días (French, 1980).



Elaboración: Los autores

Figura 4.5.- Cámaras de humedad.

El aislamiento se realizó en cajas petri que contenían el medio de cultivo Papa-Dextrosa-Agar (PDA), mediante el siguiente procedimiento:

En la cámara de flujo laminar, previamente desinfectada, se ubicaron las cámaras de humedad, una lámpara de alcohol, pinzas, cajas petri con PDA más cloranfenicol y tubos capilares desinfectados. Se procedió a dilatar los tubos capilares, mediante calor, para formar filamentos largos, con los que se recuperó las conidias presentes en los acérvulos de los frutos infectados y se procedió a sembrar, mediante la conformación de cinco estrías radiales equidistantes, en las cajas petri con PDA más cloranfenicol, para evitar la contaminación bacteriana (ver figura 4.6). Por cada fruto se inocularon dos cajas petri, por lo que en total se utilizaron diez cajas sembradas. Se sellaron las cajas petri con parafilm y luego se incubó a 25 °C en oscuridad durante

ocho días hasta observar el desarrollo de las colonias del hongo. (Oleas, 2009).



Elaboración: Los autores

Figura 4.6.- Caja petri inoculada con conidias del hongo.

4.2.3. Purificación.

Transcurridos los ocho días se procedió a seleccionar las mejores colonias, en base a características macroscópicas como el color, que debe presentarse gris claro con estructuras circulares rosadas (cuerpos de fructificación), la forma del micelio, típicamente vellosa e inmersa en el medio de cultivo; y microscópicas como la forma de las conidias, que deben ser cilíndricas. Esto se determinó mediante una suspensión conidial en agua bidestilada y esterilizada, la suspensión se observó al microscopio para analizar las características morfológicas de las conidias (Smith and Black, 1990). Se seleccionaron cuatro cajas que cumplieron con estas características, a las que se procedió a enumerar (ver Figura 4.7).



Elaboración: Los autores.

Figura 4.7.- Caja petri seleccionada.

Para la purificación del hongo, en la cámara de flujo laminar desinfectada, se colocaron las cuatro cajas petri, ocho tubos con PDA en pico de flauta, esterilizados y sellados con algodón, una lámpara de alcohol, un aza de platino. Con el aza de platino, desinfectada y flameada, se tomó una sección de la colonia del hongo de la caja petri y se sembró en la parte inferior del tubo con PDA en pico de flauta, como se puede observar en la Figura 4.8. Se sembraron dos tubos por cada caja, por lo que en total se obtuvieron ocho tubos debidamente identificados, colocados en una funda sellada de polipropileno, e incubados en oscuridad a 25°C durante siete días. (Oleas, 2009).

4.2.4. Prueba de patogenicidad.

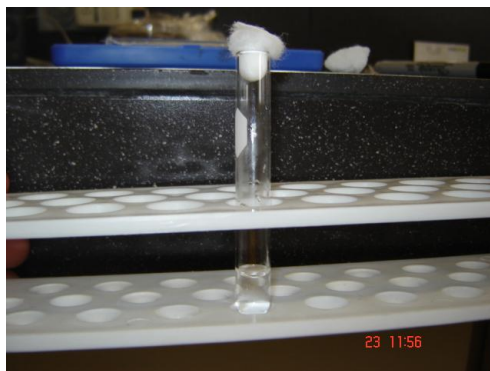
Se seleccionó el tubo con PDA que manifestó las características típicas de *Colletotrichum*, se verificó que estuviese libre de contaminantes y con mejor desarrollo micelial y conidial, el cual fue sometido a una dilución en agua destilada esterilizada, con la ayuda de una cámara de Neubauer se

determinó una densidad de inóculo de 10^5 UFC.mL⁻¹, con la que se procedió a realizar la prueba de patogenicidad en su respectivo hospedante (ver Figura 4.9).



Elaboración: Los autores.

Figura 4.8.- Siembra del hongo en un tubo con PDA en pico de flauta.



Elaboración: Los autores.

Figura 4.9.- Suspensión de conidias en agua destilada esterilizada.

La prueba se hizo sobre cinco frutos verdes sanos, previamente lavados con agua corriente y jabón antibacterial, para remover residuos de fungicidas y elementos contaminantes, desinfectados por inmersión en hipoclorito de sodio al 2,5% durante un minuto, e inmediatamente enjuagados tres veces

con agua destilada estéril y secados con papel absorbente esterilizado (Bernstein *et al.*, 1995). Como se puede observar en la Figura 4.10, en la cámara de flujo laminar desinfectada, con la ayuda de un sacabocados de 4 mm de diámetro, desinfectado y flameado, se realizaron dos incisiones en cada fruto, en las que se inoculó una gota de la suspensión, según la metodología de Saldarriaga (2006); los frutos inoculados se colocaron en cámaras de humedad, previamente desinfectadas y esterilizadas, se depositó un fruto por cámara y finalmente se procedió a sellar y rotular el recipiente, dejándolo incubar a temperatura ambiente durante 10 días, período en el que se evaluó el comportamiento del patógeno.



Elaboración: Los autores.

Figura 4.10.- Realización de incisiones en un fruto verde sano.

4.2.5. Multiplicación.

En la cámara de flujo laminar perfectamente desinfectada, se transfirió conidias desde los acérvulos desarrollados en los tubos con PDA con ayuda del aza de platino desinfectada y flameada, colocándolas en un tubo con agua destilada, previamente esterilizada; se confirmó la pureza del hongo

mediante el análisis microscópico de las conidias. Con la ayuda de una micro pipeta, se procedió a colocar una gota de 0,1 mL de la suspensión en el centro de una caja petri, e inmediatamente se dispensó 18 mL del medio de cultivo Agar Harina de Maíz a 45 °C, agitándola suavemente para homogenizar la mezcla del hongo con el medio de cultivo y dejándola en reposo hasta que se solidifique dentro de la cámara de flujo laminar (ver Figura 4.11).



Elaboración: Los autores.

Figura 4.11.- Dispensión de Agar Harina de Maíz en una caja petri con una gota de la suspensión conidial.

Se realizaron cuatro repeticiones, con el fin de obtener material suficiente para la instalación de los tratamientos, se selló las cajas con parafilm y se las colocó en incubación con luz a 25 °C durante siete días, para el desarrollo de colonias.

4.2.6. Instalación de los tratamientos.

El ensayo se realizó en un diseño completamente al azar en análisis grupal, con once tratamientos y cuatro repeticiones para cada uno, con la dosis



comercial de los fungicidas utilizados, incluyendo al testigo absoluto (ver Tabla 4.1).

Tabla 4.1.- Tratamientos y sus respectivas dosis comerciales utilizados en la fase de laboratorio.

Grupos	Tratamientos	Descripción	Dosis comercial
G1 BIOLÓGICOS	T ₁	Rhapsody	5 mL.L ⁻¹
	T ₂	Best Ultra F	2 mL.L ⁻¹
	T ₃	Sonata	5 mL.L ⁻¹
G2 ECOLÓGICOS	T ₄	Excellent	1 mL.L ⁻¹
	T ₅	Mil-Agro	0,6 mL.L ⁻¹
	T ₆	Kryphton	0,8 mL.L ⁻¹
G3 QUÍMICOS	T ₇	Score	0,5 mL.L ⁻¹
	T ₈	Opera	0,6 mL.L ⁻¹
	T ₉	Polimaxin	0,6 g.L ⁻¹
G4 TESTIGO LOCAL	T ₁₀	Mezcla utilizada.	7,5 g.L ⁻¹ sulfato de cobre, 18 g.L ⁻¹ cal, 2 mL.L ⁻¹ aceite agrícola.
G5 TESTIGO ABSOLUTO	T ₁₁	Testigo Absoluto	—

Elaboración: Los autores.

Para la preparación de los tratamientos se utilizó la metodología que consistió en medir la cantidad equivalente a la dosis comercial de cada fungicida para 77 mL de PDA, para los productos líquidos se utilizaron jeringuillas de insulina estériles y para los demás se utilizó una balanza de precisión (ver Figura 4.12).



Elaboración: Los autores

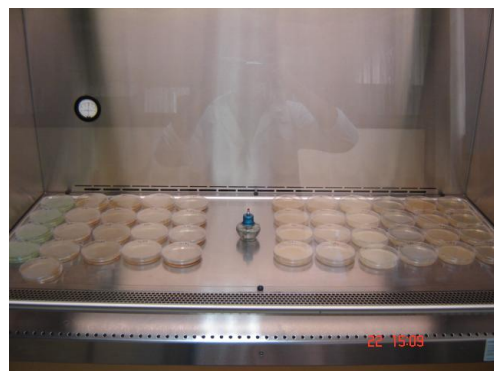
Figura 4.12.- Presentación de las dosis de los productos a evaluar.

Para cada tratamiento se utilizó una botella de vidrio con 77 mL de PDA, sometidas a esterilización en autoclave, las que posteriormente se colocaron en baño María a 45 °C para mantener el medio líquido (Rondón *et al.*, 1995) En condiciones de asepsia en la cámara de flujo laminar, se mezcló los fungicidas con el PDA según la técnica de Edington *et al.*, descrita por Rojas (1988), la cual consistió en verter la concentración del fungicida en cada botella de vidrio con PDA, luego se ejecutó una perfecta homogenización y se dispensó 18 mL de cada tratamiento en cada caja Petri, se agitó suavemente sin levantarla de la mesa, lográndose así una mezcla homogénea, esta operación se repitió para las cajas Petri utilizadas (ver Figura 4.13).

De cada tratamiento se realizaron cuatro repeticiones las cuales fueron previamente identificadas, teniendo un total de 44 cajas petri, las que se dejaron en la cámara de flujo laminar durante 24 horas para que se solidifiquen y se precipite el agua condensada en el interior de las cajas (ver Figura 4.14).



Elaboración: Los autores.



Elaboración: Los autores.

Figura 4.13.- Dispensado de cada tratamiento en cajas petri.**Figura 4.14.- Total de cajas petri con los tratamientos y repeticiones.**

A las 24 horas se procedió a sembrar un disco de agar harina de maíz más el hongo de 7 mm de diámetro en el centro de cada caja Petri de los diferentes tratamientos; para esto se empleó un sacabocados desinfectado, flameado, con el que se hicieron incisiones en los bordes de las colonias. Estos círculos de agar fueron transferidos con un aza de platino desinfectado, flameado, al centro de las cajas, el cual fue marcado previamente con la ayuda de una caja petri molde con una señal en el centro (ver Figura 4.15). Cada caja fue codificada con el número de tratamiento y repetición.

Cada tratamiento se guardó en una funda de polipropileno sellada por separado y se almacenaron en una incubadora a una temperatura constante de 25 °C, durante 17 días; procediéndose durante este lapso a evidenciar la efectividad de los productos utilizados mediante evaluaciones del crecimiento del hongo, para lo cual se hicieron siete mediciones del diámetro de las colonias cada dos días y adicionalmente se evaluaron cambios morfológicos en las colonias en los diferentes tratamientos.



Elaboración: Los autores.

Figura 4.15.- Transferencia de círculo de agar más hongo al centro de una caja petri con su respectivo tratamiento.

4.2.7. Variables analizadas.

Las variables que se analizaron fueron:

- Crecimiento diametral del microorganismo fitopatógico. Se valoró el crecimiento del patógeno para cada uno de los tratamientos.
- Eficiencia de los fungicidas en el control de desarrollo del patógeno *in vitro*. Se utilizó la fórmula de porcentaje de inhibición de crecimiento:

$$PIC = \frac{(\text{Crecimiento.testigo} - \text{Crecimiento.tratamiento})}{\text{Crecimiento.testigo}} \times 100$$

4.3. Fase de campo.

4.3.1. Reconocimiento del área experimental.

Se procedió a recorrer la finca con el fin de encontrar el lote adecuado para la instalación de las parcelas. El objetivo del recorrido fue encontrar un lote uniforme, con plantas de la misma edad y distancias de siembra constantes, para definir parcelas homogéneas.

El lote seleccionado estuvo conformado por plantas de 14 meses de edad, es decir, iniciando su producción, con una distancia de siembra de 1,80 m entre plantas y 2 m entre hileras.



Elaboración: Los autores.

Figura 4.16.- Lote seleccionado para la instalación de los tratamientos.

El estado general de la plantación era bueno, aunque con una notoria presencia de antracnosis. Esta presencia de la enfermedad se debió posiblemente a lotes aledaños y fincas cercanas de tomate de árbol, con alta incidencia de antracnosis y de otras enfermedades, algunas de las cuales estaban abandonadas y otras que no realizaban manejo técnico, por lo que prácticamente no existían estrategias de control fitosanitario.

4.3.2. Características de la unidad experimental.

Una vez definido el lote donde se iba a trabajar, y tomando en cuenta el número de plantas a utilizar y el diseño experimental, se procedió a determinar los bloques y las parcelas. Se utilizó el sistema de parcelas en



bloques completamente al azar. Cada bloque fue el equivalente a una repetición, en total cuatro repeticiones.

Como unidad experimental se tomaron 12 árboles por parcela, los cuales se encontraban en un buen estado de desarrollo y competencia dentro del lote, con buena arquitectura, de la misma edad y de la variedad anaranjado puntón (ver Figura 4.17).



Elaboración: Los autores.

Figura 4.17.- Unidad experimental instalada en el lote seleccionado.

Dentro de cada parcela también se encontraban plantas de tomate de árbol que no cumplieron estas características, con un promedio de 16 árboles por parcela en total, por lo que se seleccionó como parcela neta cuatro árboles, distribuidos de tal manera que los demás árboles sirvieron como plantas borde, para evitar cualquier acción o influencia de los fungicidas de las parcelas aledañas.



4.3.3. Instalación de tratamientos.

Se seleccionaron 10 fungicidas para evaluar su control sobre la antracnosis. Dichos productos pertenecieron a alternativas químicas, ecológicas y biológicas para así poder apreciar su acción individual y grupal, en nuestro intento por controlar esta enfermedad del tomate de árbol (ver Tabla 4.2).

Tabla 4.2.- Productos y dosis comerciales de los diferentes tratamientos del ensayo.

Grupos	Tratamientos	Descripción	Dosis comercial
G1 BIOLÓGICOS	T1	Rhapsody	5 mL.L ⁻¹
	T2	Best Ultra F	2 mL.L ⁻¹
	T3	Sonata	5 mL.L ⁻¹
G2 ECOLÓGICOS	T4	Excellent	1 mL.L ⁻¹
	T5	Mil-Agro	0,6 mL.L ⁻¹
	T6	Kryphton	0,8 mL.L ⁻¹
G3 QUÍMICOS	T7	Score	0,5 mL.L ⁻¹
	T8	Opera	0,6 mL.L ⁻¹
	T9	Polimaxin	0,6 g.L ⁻¹
G4 TESTIGO LOCAL	T10	Mezcla utilizada.	7,5 g.L ⁻¹ sulfato de cobre, 18 g.L ⁻¹ cal, 2 mL.L ⁻¹ aceite agrícola.

Elaboración: Los autores.

Para cada uno de los 10 tratamientos fue asignado un color de cinta diferente, para la identificación y diferenciación de las diferentes parcelas como se ve en la Tabla 4.3.

Tabla 4.3.- Colores definitivos representativos para cada tratamiento.

Número	Tratamiento	Color
T1	Rhapsody	Rosado
T2	Best Ultra F	Morado
T3	Sonata	Blanco
T4	Excellent	Tomate
T5	Mil-Agro	Verde claro
T6	Krypton	Celeste
T7	Score	Amarillo
T8	Opera	Negro
T9	Polimaxin	Rojo
T10	Mezcla utilizada.	Verde oscuro

Elaboración: Los autores.

En cada parcela se etiquetó cada una de las doce plantas con un código que indicaba el tratamiento al que pertenecía cada planta, la repetición del tratamiento y el número individual de cada planta (ver Figura 4.18).



Elaboración: Los autores.

Figura 4.18.- Código de una planta dentro de un tratamiento marcado con una cinta de color.



La asignación de cada parcela fue mediante un sistema completamente al azar, para lo cual se enumeraron diez papelitos del 1 al 10 que se colocaron en una funda y se sorteaba el orden de las parcelas una por una dentro del bloque respectivo. La distribución final en el campo quedó de la siguiente manera (ver Figura 4.19).

N
→

T1R1	T2R1	T3R1	T4R1	T5R1	T6R1	T7R1	T8R1	T9R1	T10R1	BLOQUE 1
T5R2	T8R2	T10R2	T7R2	T2R2	T4R2	T6R2	T1R2	T3R2	T9R2	BLOQUE 2
T8R3	T4R3	T7R3	T3R3	T1R3	T5R3	T2R3	T10R3	T9R3	T6R3	BLOQUE 3
T2R4	T1R4	T3R4	T9R4	T8R4	T6R4	T7R4	T5R4	T4R4	T10R4	BLOQUE 4

Elaboración: Los autores

Figura 4.19.- Distribución de las parcelas y los bloques en el campo.

Para la evaluación de las variables en estudio, las aplicaciones de los fungicidas fueron realizadas cada 10 días únicamente con las dosis comerciales (ver Figura 4.20).

4.3.4. Manejo cultural del cultivo.

Tomando en cuenta el trabajo realizado por Alarcón (2008), el manejo cultural del cultivo no fue dejado de lado, sino todo lo contrario, se tomó en cuenta todos los aspectos que influyen en un comportamiento normal del cultivo bajo condiciones tradicionales de manejo. Esto quiere decir que



paralelamente al manejo de la enfermedad se realizaron tareas normales como riego, fertilización al suelo y foliar, control de malezas, control de insectos y otras enfermedades fúngicas y podas. Algunas de estas recomendaciones se basaron en el folleto de manejo del tomate de árbol publicado por la BASF.



Elaboración: Los autores.

Figura 4.20.- Aplicación de fungicidas con bomba de mochila.

4.3.4.1. Fertilización.

Se realizó una fertilización inicial con 17:6:18:2 aplicando 120 g y de 450 g de gallinaza bien descompuesta por planta. Posteriormente, cada tres meses se realizaron dos aplicaciones utilizando como abono orgánico 450 g de abonaza por planta, y como fertilizante químico 120 g por planta de una mezcla de 4,5 kg de sulfato de amonio por quintal de 20:4:28 (ver Figura 4.21).



Elaboración: Los autores.

Figura 4.21.- Fertilización química y orgánica en la corona de plantas de tomate de árbol.

4.3.4.2. Riego.

Al ser plantas adultas la frecuencia de riego fue baja, además que la presencia de lluvias fue permanente, solo fue necesario riego con la llegada del verano, cada cuatro semanas (ver Figura 4.22).



Elaboración: Los autores.

Figura 4.22.-Parcelas bajo aplicación de riego por inundación en surcos.

4.3.4.3. Aplicación foliar.

La fertilización foliar se realizaba cada seis semanas con el fertilizante Wuxal, 4 mL por litro de agua y una vez se aplicó More (fitohormonas), al momento del inicio de la floración, a razón de 0,5 mL por litro de agua (ver Figura 4.23).



Elaboración: Los autores.

Figura 4.23.- Aplicación de fertilizantes foliares, insecticidas y otros fungicidas en las parcelas con bomba estacionaria.

4.3.4.4. Podas.

Se realizaron podas sanitarias y de mantenimiento cada tres meses, eliminando principalmente ramas afectadas por esclerotinia y hojas enfermas con cenicilla y alternaria (ver Figura 4.24).

4.3.4.5. Control de malezas.

Se realizaron controles de malezas cada seis semanas, manteniendo limpio el suelo. Se utilizó Paraquat, en una dosis de 3 mL por litro de agua.



Elaboración: Los autores.

Figura 4.24.- Poda de ramas afectadas por enfermedades con tijeras de podar.

4.3.4.6. Control de insectos.

Debido a la baja presencia de insectos plaga en el cultivo, el control se lo realizó con un rango amplio de aplicación de insecticidas, simultáneamente con la fertilización foliar (cada seis semanas) para lo cual se alternaron principalmente Dimetoato y Decis (Deltametrina) a razón de 0,5 mL por litro de agua (ver Figura 4.23).

4.3.4.7. Recolección de frutos infectados con antracnosis.

Cada cosecha que se realizó cada dos semanas se iba recolectando y eliminando todos los frutos que presentaron signos y síntomas de desarrollo de la antracnosis. Estos frutos se los recolectaba en un costal para posteriormente ser incinerados.



Elaboración: Los autores.

Figura 4.25.- Recolección de frutos enfermos con antracnosis en costales.

4.3.4.8. Control de otras enfermedades.

El control de las demás enfermedades del tomate de árbol, como *Alternaria*, *Esclerotinia*, *Oidium* y *Botritis* se los realizó con diversos productos, al mismo tiempo que el control de insectos y la fertilización foliar, y los productos utilizados fueron Carbendazim, Clorotalonil, Tiofanato-metil y Captan, con sus dosis comerciales (ver Figura 4.23).

4.3.5. Variables en estudio.

4.3.5.1. Porcentaje de amarre de frutos.

En cada parcela se seleccionaron dos árboles, dentro de los cuales se seleccionaron a su vez tres inflorescencias para evaluar caída de flores y amarre de frutos. Para poder localizar las inflorescencias seleccionadas, se tomó como base un norte referencial del cual se buscaron las mejores inflorescencias en diversas ramas girando en sentido de las agujas del



reloj. Las flores debieron ser muy jóvenes, con señales claras de que su tubo polínico estaba sin madurar completamente para evitar que exista una polinización previa. Cada inflorescencia seleccionada se marcaba con un pedazo de piola de color verde y se ataba un número de nudos que representaba el número de inflorescencia (ver Figura 4.26).



Elaboración: Los autores.

Figura 4.26.- Selección de inflorescencias y marcado con piola de color verde.

Se realizó el conteo inicial del número de flores por cada inflorescencia. Posteriormente se realizó un chequeo para confirmar la presencia de las inflorescencias, sin realizar ningún conteo, con el fin de no inducir la caída de las flores por factores externos. Al final se realizó un conteo de los frutos cuajados por cada inflorescencia (ver Figura 4.27).



Elaboración: Los autores.

Figura 4.27.- Cuento de frutos amarrados en cada inflorescencia.

4.3.5.2. Incidencia en frutos.

Inmediatamente evaluado el porcentaje de amarre de frutos, por cada parcela se escogieron tres árboles, y en cada árbol se escogieron tres racimos con frutos sanos recién cuajados. Se procedió a realizar el conteo inicial de frutos por cada racimo y se los identificó con un pedazo de piola de color rojo (ver Figura 4.28).



Elaboración: Los autores.

Figura 4.28.- Selección de frutos cuajados y marcado con piola de color rojo.

Posteriormente se realizaron dos chequeos quincenales para determinar el estado de los frutos, contando el número total de frutos y el número de frutos infectados en el lapso de un mes, bajo la acción de la aplicación de los fungicidas (ver Figura 4.29).



Elaboración: Los autores.

Figura 4.29.- Evaluación de frutos con presencia de antracnosis.

4.3.5.3. Rendimiento por parcela

Esta evaluación se empezó a medir a los dos meses de iniciar las aplicaciones de los fungicidas. Para determinar el rendimiento por parcela, se dividió la producción en dos ciclos de dos meses cada uno, invierno y verano, realizando cosechas quincenales de todos los frutos en edad comercial y registrando los datos obtenidos por cada parcela en una tabla individual para cada cosecha, las que servirán para determinar el volumen total de producción por cada ciclo. La producción se colocó dentro de un balde limpio de un peso previamente determinado para conocer el rendimiento de cada parcela (ver Figura 4.30).



Elaboración: Los autores.

Figura 4.30.- Determinación del rendimiento por parcela mediante el uso de una balanza.

4.3.5.4. Calidad del fruto en base al peso.

De cada cosecha quincenal, del total de producto obtenido por parcela se seleccionaron diez frutos al azar, los cuales se colocaron en un balde pequeño de peso determinado previamente con el fin de conocer su peso real para posteriormente poder determinar el peso promedio de los frutos (ver Figura 4.31).



Elaboración: Los autores.

Figura 4.31.- Determinación del peso de 10 frutos en un balde pequeño de peso conocido.



Con estos datos se podrá determinar la calidad final del fruto en base a su peso, mediante la escala determinada por el INIAP que se expresa en la Tabla 4.4.

Tabla 4.4.- Calificación de los diferentes calibres de tomate de árbol (INIAP)

Peso promedio (g)	Calibre	Calificación
Mayor a 129	Grande	1
110 – 129	Mediano	2
75 – 109	Pequeño	3
Menor a 75	Rechazo	4

Fuente: INIAP, 2004

Elaboración: INIAP

4.3.5.5. Incidencia de antracnosis en la planta.

La incidencia de la enfermedad se evaluó mediante el porcentaje estimado de tejidos infectados con la enfermedad en la planta, por observación directa. Igualmente se tomaron datos iniciales de la incidencia de la enfermedad y posteriores evaluaciones cada quince días (ver Figura 4.32).



Elaboración: Los autores.

Figura 4.32.- Evaluación de incidencia y severidad de antracnosis en las parcelas.

Todos los datos fueron recolectados en tablas individuales para cada evaluación quincenal, en la cual se indicaba la fecha, la parcela y las plantas que se evaluaron.

4.3.5.6. Severidad de antracnosis.

Tal como lo indican Zapata y Madrid (1997), la severidad de la enfermedad se evaluó mediante una escala diagramática (ver Tabla 4.5) con rangos que van desde el número 0 (severidad nula) al número 5 (mayor severidad).



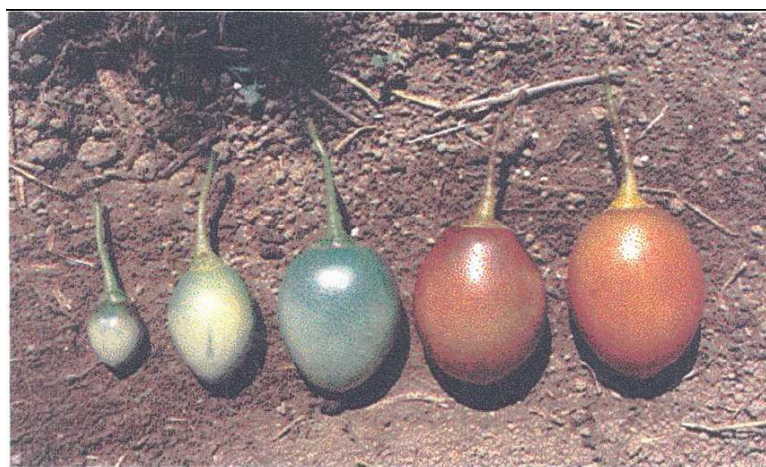
Tabla 4.5.- Escala diagramática para evaluación de antracnosis en tomate de árbol

Signos y síntomas	Grado
Sano	0
Decoloración	1
Hundimiento	2
Necrosis incipiente	3
Esporulación	4
Pudrición total	5

Fuente: CORPOICA, 1999

Elaboración: CORPOICA

La evaluación de severidad se realizó por observación directa de la enfermedad en frutos de todos los estadios: verde pequeño, verde mediano, verde grande, morado y maduro (ver Figura 4.33).



Elaboración: CORPOICA

Fuente: CORPOICA, 1999.

Figura 4.33.- Diferentes estadios de frutos evaluados en la severidad de antracnosis: verde pequeño, verde mediano, verde grande, morado y maduro

Se tomaron datos iniciales de severidad de la enfermedad y las posteriores evaluaciones se realizaron cada quince días (ver Figura 4.31).



Todos los datos fueron recolectados en tablas individuales para cada evaluación quincenal, en la cual se indicaba la fecha, la parcela y las plantas que se evaluaron.

4.3.5.7. Incidencia de otras enfermedades.

Se evaluó la incidencia de otras enfermedades que fueron identificadas al momento de la instalación de las parcelas. Dichas enfermedades fueron Alternaria, Esclerotinia, Oidium y Botritis. Las evaluaciones se las realizaron al mismo tiempo que para incidencia y severidad de antracnosis, e igualmente se utilizó tablas individuales para cada evaluación quincenal, en la cual se indicaba la fecha, la parcela y las plantas que se evaluaron.

Los resultados obtenidos fueron analizados mediante la metodología del área bajo la curva del progreso de la enfermedad. Este parámetro se calculó basándose en los porcentajes de área foliar afectada por las enfermedades (incidencia), los cuales fueron determinados en forma visual y registrados con el mismo intervalo de tiempo, y sirve para determinar la relación existente entre el control de la antracnosis y de las demás enfermedades.

4.4. Fase de extensión.

La fase de extensión relacionada con la capacitación de los agricultores inició con el establecimiento del área experimental, ya que se le comunicó al dueño del

predio y a los agricultores aledaños los objetivos de la investigación y la metodología utilizada para alcanzar éstos objetivos.

Posteriormente, la capacitación se la realizó en cada visita a la finca mediante charlas explicativas, con el fin de que el agricultor esté enterado de lo que se iba a hacer y de los resultados que se esperaban obtener, y mediante informes sobre los avances y resultados obtenidos en el desarrollo de la investigación.

Estas actividades fueron apoyadas con las visitas del director, codirector y biometrista de la investigación, en las que se establecieron varias reuniones informales con agricultores vecinos al predio donde se realizó la investigación, donde se trató temas relacionados a la producción de tomate de árbol (ver Figura 4.34).



Elaboración: Los autores.

Figura 4.34.- Capacitación técnica sobre tomate de árbol a agricultores de la zona, con la participación del director y codirector.

Con los resultados obtenidos en la tesis se elaboró un calendario de aplicaciones de fungicidas, con rotación de los mejores productos biológicos, ecológicos y químicos, en las diferentes etapas fenológicas del tomate de árbol, el mismo que



permitió desarrollar una opción tecnológica para el manejo de la antracnosis en tomate de árbol específica para la zona.

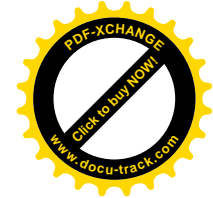
Además, en el transcurso de la investigación se logró obtener conocimientos de cómo los productores de la zona manejan su cultivo y en especial los criterios utilizados en el control de la enfermedad, lo que nos permitió enfatizar los temas a tratar en la conferencia final de capacitación.

Se elaboró un folleto técnico sobre el cultivo del tomate de árbol, el manejo integrado de la antracnosis y la opción tecnológica desarrollada.

Para finalizar la fase de extensión se realizó una conferencia participativa en la casa comunal de Penileo, dirigida a técnicos, agricultores, jornaleros y a todos aquellos interesados en hacer uso de ella, con un enfoque técnico en la producción de tomate de árbol y que facilite el manejo de la antracnosis en éste frutal, basada en la transferencia de conocimientos técnicos sobre manejo de plantas y técnicas de cultivo, y la opción tecnológica de control de antracnosis desarrollada con los resultados de la investigación.

4.5. Procesamiento de resultados.

Los resultados obtenidos en los ensayos en laboratorio y en campo fueron sometidos a análisis de varianza simple de rangos múltiples de Duncan al 5%, para comparación de medias. Para el procesamiento estadístico se utilizó el programa INFOSTAT, versión 2.0.



4.6. Análisis económico.

Se utilizará la metodología de análisis de presupuestos parciales según Perrín *et al.* (1981) para lo cual se obtuvo el beneficio bruto que corresponde al rendimiento de tomate de árbol de cada tratamiento por el valor en el mercado. Por otro lado, se obtendrán los costos variables de cada uno de los tratamientos y a la mano de obra. De la diferencia del beneficio bruto con los costos variables se obtuvo el beneficio neto.

Colocando los beneficios netos en orden decreciente acompañados de los costos variables, se procedió a realizar el análisis de dominancia, donde tratamiento dominado es aquel que a igual o menor beneficio neto presenta un mayor costo variable.

Con los tratamientos no dominados se realizó el análisis marginal, en el cual se obtienen las tasas internas de retorno marginal, mediante la cual se selecciona los mejores tratamientos económicamente, siendo estos los que superan al 0.35 o 35% de la tasa interna de retorno (15% del interés de capital más 20% de riesgo).



V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Fase de laboratorio.

5.1.1. Aislamiento y purificación.

Se obtuvieron 10 aislamientos en cajas petri a partir de cinco frutos de tomate de árbol enfermos con antracnosis, recolectados en la propiedad donde se estableció la investigación.

El hongo se desarrolló con facilidad en medio de cultivo papa dextrosa agar (PDA) más cloranfenicol, incubado en oscuridad a 25 °C. A los ocho días todos los aislamientos presentaron desarrollo de las colonias del hongo.

Se realizó un análisis macroscópico y microscópico, con el fin de seleccionar los aislamientos pertenecientes al género *Colletotrichum*.

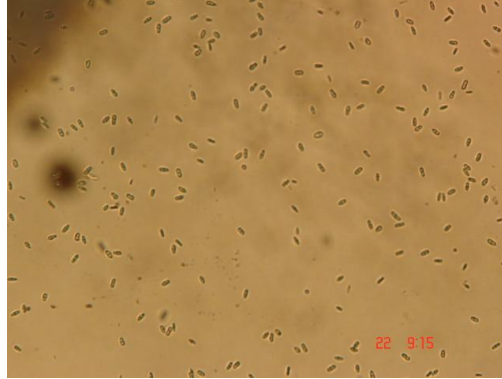
El análisis macroscópico de las colonias se basó en su forma, radial, y su color, gris claro con estructuras circulares cremosas color salmón, y en el aspecto micelial, velloso y de color blanco a gris (ver Figura 5.1).



Elaboración: Los autores.

Figura 5.1.- Colonias de *Colletotrichum* sp. encontradas en el análisis macroscópico de los aislamientos.

El análisis microscópico de los aislamientos se basó en la forma de las conidias, cilíndricas con un extremo redondo y otro agudo, o cilíndricas con extremos puntiagudos (ver Figura 5.2).



Elaboración: Los autores.

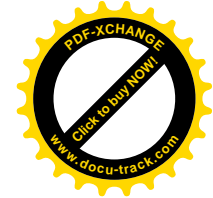
Figura 5.2.- Conidias de *Colletotrichum* sp. encontradas en el análisis microscópico de los aislamientos. Aumento 40 x.

Una vez realizados los análisis macro y microscópico, se procedió a seleccionar los cuatro mejores aislamientos que cumplieron con las características del género *Colletotrichum*.

Con estos aislamientos se hizo la purificación del hongo utilizando el método de siembra en tubos con agar en pico de flauta. Se obtuvieron en total ocho tubos, los que fueron incubados en oscuridad a 25 °C para asegurar la viabilidad e integridad genética del hongo.

5.1.2. Pruebas de patogenicidad.

En todos los frutos de tomate de árbol inoculados, el periodo de incubación del hongo se manifestó después de siete días de la inoculación. Los primeros síntomas consistieron en pequeñas manchas de aproximadamente dos milímetros de diámetro, redondeadas de color café oscuro. El periodo de latencia se observó después de seis días de



detectados los primeros síntomas, resultados que concuerdan con los estudios de patogenicidad del agente causante de la antracnosis del tomate de árbol llevados a cabo por Aranzazu y Rondón (1999). A los 16 días, los diámetros de las lesiones fluctuaron entre 4 cm y 6 cm. La formación de acérvulos de color rosado-salmón fue muy evidente; al igual las lesiones se deprimieron ligeramente, característica inconfundible de una antracnosis también conocida como “ojo de pollo” (ver Figura 5.3).



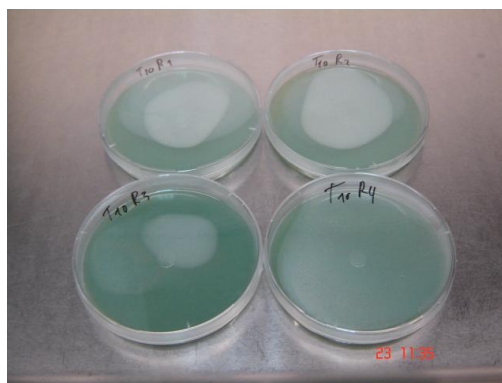
Elaboración: Los autores.

Figura 5.3.- Prueba de patogenicidad de antracnosis positiva en tomate de árbol.

5.1.3. Observaciones generales

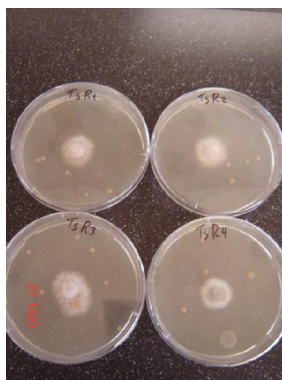
Los tratamientos T7 Score, T8 Opera del grupo químico y T10 Mezcla utilizada, que corresponde al grupo testigo local, no permitieron el crecimiento del hongo *in vitro* hasta el final de las evaluaciones (ver Figura 5.4).

Como se puede observar en la Figura 5.5, el tratamiento T5 Mil-Agro del grupo ecológico presentó contaminación en su formulación, la que se evidenció por el crecimiento de bacterias ajenas a cualquier tratamiento evaluado.



Elaboración: Los autores.

Figura 5.4.- Tratamiento T10 Mezcla utilizada sin evidencia de crecimiento del hongo.



Elaboración: Los autores.

Figura 5.5.- Contaminación bacteriana evidenciada en las repeticiones de T5 Mil-Agro.

Dentro del grupo biológico, únicamente en el tratamiento T2 Best Ultra F se evidenció un halo inhibitorio desde la primera hasta la quinta evaluación. El diámetro de este halo inhibitorio fue disminuyendo poco a poco conforme las bacterias se acercaban al círculo de micelio más agar que se sembró en cada caja petri. El crecimiento del hongo sólo ocurrió en los dos primeros días y el diámetro se mantuvo constante durante el resto de las evaluaciones (ver Figura 5.6).

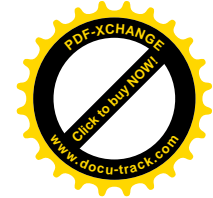


Elaboración: Los autores.

Figura 5.6.- Halo inhibitorio presente en el tratamiento T2 Best Ultra F.

En los tratamientos T1 Rhapsody, T3 Sonata, del grupo biológico y T9 Polimaxin del grupo químico, el micelio del hongo fue inicialmente blanco, tornándose rosado o salmón debido a la producción de masas de esporas con la edad, siendo ésta una característica propia de aislamientos de *Colletotrichum*, de acuerdo a la descripción realizada por otros autores (Holliday, 1989).

El tratamiento T11 Testigo absoluto presentó inicialmente colonias cremosas y de color salmón, emitiendo un micelio blanco en sus bordes que con el tiempo se tornó grisáceo como se puede observar en la Figura 5.7, con tasas de crecimiento diametral diarias de aproximadamente 4,5 a 5,5 mm a 25°C, datos que difieren con lo indicado por Gunnell (1992), descrito por Contreras (2006), que manifiesta un crecimiento diario de 13 a 14 mm a una temperatura óptima de incubación de 20 °C en aislamientos de tomate de árbol.



Elaboración: Los autores.

Figura 5.7.- Vista al estereomicroscopio del micelio del tratamiento T11 Testigo absoluto.

5.1.4. Crecimiento acumulado.

En los análisis de variancia para el crecimiento acumulado de *Colletotrichum* sp. bajo la aplicación de productos biológicos, ecológicos y químicos en siete evaluaciones se detectaron diferencias estadísticas al nivel del 1% para tratamientos en cada una de las evaluaciones establecidas, al desglosar los grados de libertad para tratamientos se encontraron diferencias estadísticas para grupos en todas las evaluaciones al nivel del 1%, a excepción de la evaluación en el día dos, cuya significación fue únicamente al 5%; dentro de las comparaciones ortogonales entre los grupos se detectaron diferencias estadísticas al nivel del 1% en todas éstas, a excepción de la comparación G5 vs. G1,G2,G3,G4 en el día dos, la cual no presentó significación estadística, y la comparación G3 vs. G1,G2 en los días cuatro y seis, que tampoco se diferenciaron estadísticamente. Además, se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos del grupo de los biológicos, de los ecológicos y de los químicos al nivel del 1 %, a excepción de los

tratamientos en el grupo de los biológicos en el día dos, que únicamente se diferenció al nivel del 5 % (ver Cuadro 5.1).

Cuadro 5.1.- Análisis de variancia de un modelo completamente al azar para el crecimiento acumulado *in vitro* de *Colletotrichum* sp. sometido a la acción de fungicidas biológico, ecológicos y químicos.

Fuentes de variación	G. L.	EVALUACIONES (Día)						
		Día 2	Día 4	Día 6	Día 8	Día 10	Día 12	Día 14
TOTAL	43							
TRATAMIENTOS	(10)	28,1**	196,9**	410,3**	729,4**	954,1**	1365,7**	1941,5**
ENTRE GRUPOS	4	23,1 [†]	275,7**	641,0**	967,7**	1263,3**	1903,2**	2769,2**
G5 vs. G1,G2,G3,G4	1	0,1 ^{ns}	145,4**	267,3**	340,3**	225,5**	299,4**	710,7**
G4 vs. G1,G2,G3	1	16,9**	334,4**	742,4**	1372,8**	1845,0**	2597,4**	3616,3**
G3 vs. G1,G2	1	45,1**	2,7 ^{ns}	2,3 ^{ns}	48,3**	122,7**	95,6**	150,2**
G1 vs. G2	1	30,3**	620,1**	1552,0**	2109,3**	2860,1**	4620,3**	6600,1**
D G1 (Biológicos)	2	4,0 [†]	18,2**	100,0**	480,0**	797,2**	1245,0**	1862,3**
D G2 (Ecológicos)	2	50,0**	144,0**	162,5**	186,3**	144,7**	96,5**	65,5**
D G3 (Químicos)	2	40,3**	270,7**	507,0**	1045,3**	1302,0**	1680,3**	2241,3**
Error	33	1,61	1,43	0,96	2,14	3,82	3,12	3,93
\bar{X} (mm)		1,83	4,75	6,50	9,33	10,42	11,83	13,67
CV (%)		65,75%	12,94%	7,16%	7,92%	9,26%	7,07%	6,65%

Elaboración: Los autores.

El crecimiento promedio general del *Colletotrichum* sp. inició al segundo día con 1,83 mm de diámetro alcanzando a los 14 días 13,67 mm con coeficientes de variación entre 6,65% hasta 65,75%, anotando que el único coeficiente alto se presentó en el día dos debido a la gran variabilidad manifestada, ya que las colonias de hongos están iniciando su crecimiento (ver Cuadro 5.1).

5.1.4.1. Crecimiento acumulado por grupos

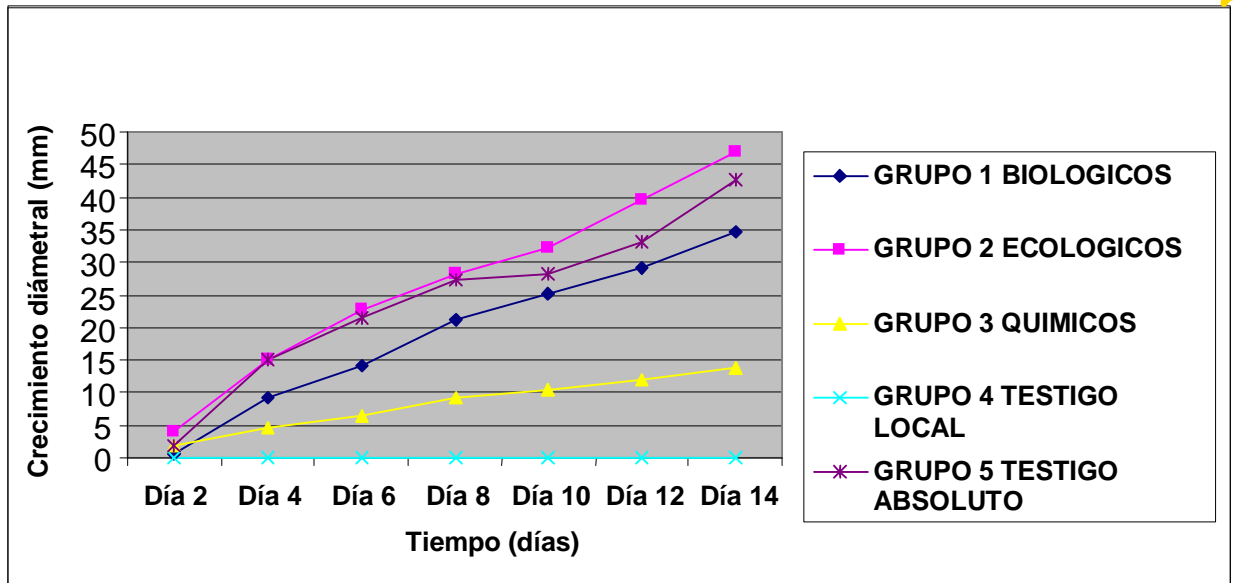
Al comparar los grupos se aprecia una diferencia muy marcada debido a que con el producto utilizado por el agricultor (testigo local) no se permitió un crecimiento del patógeno a lo largo de todas las evaluaciones y por lo tanto ocupó el primer lugar del primer rango mediante la prueba de Duncan al 5%; el grupo que siguió en efectividad corresponde al de los químicos, con el cual comparte el primer rango; el grupo de tratamientos ecológicos no es eficiente pues presentó en la mayoría de las evaluaciones un mayor crecimiento del hongo que el mismo testigo absoluto (ver Cuadro 5.2).

Cuadro 5.2.- Media aritmética del crecimiento acumulado *in vitro* de los grupos utilizados en el control de *Colletotrichum* sp.

E GRUPOS a b	EVALUACIÓN (Días)						
	Día 2	Día 4	Día 6	Día 8	Día 10	Día 12	Día 14
G1 Biológico	0,58 a	9,25 b	14 b	21,17 b	25,25 b	29,17 b	34,58 b
G2 Ecológico	4,08 b	14,92 c	22,58 c	28,08 b	32,25 b	39,58 b	46,83 b
G3 Químico	1,83 ab	4,75 ab	6,50 a	9,33 a	10,42 a	11,83 a	13,67 a
G4 Testigo local	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
G5 Testigo absoluto	1,75 ab	15 c	21,50 c	27,25 b	28,25 b	33,25 b	42,50 b

Los autores.

En forma objetiva se puede apreciar en la Figura 5.8 el comportamiento de las curvas de crecimiento de *Colletotrichum* sp. de cada uno de los grupos, siendo el grupo testigo local el que inhibió totalmente el crecimiento del hongo; el grupo químico manifestó un ligero incremento, mientras el grupo testigo absoluto y el grupo ecológico son los que manifestaron un mayor crecimiento y el grupo biológico un crecimiento intermedio.

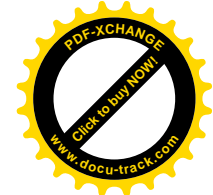
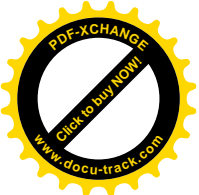


Elaboración: Los autores.

Figura 5.8.- Curva de crecimiento acumulado *in vitro* de *Colletotrichum* sp. en análisis grupal.

En el caso del grupo de los biológicos, el análisis anterior muestra que existe una disminución interesante del crecimiento del hongo, pero no con la misma efectividad demostrada por el grupo del testigo local, e incluso por el grupo químico; sin embargo, la acción obtenida por los productos biológicos corrobora con los resultados obtenidos en los trabajos realizados por Badel (1994), en los que se demostró una actividad antifúngica de bacterias del género *Bacillus* contra *Collectotrichum gloeosporioides*, reduciendo significativamente el crecimiento diametral micelial, además de la germinación y producción de conidias.

Del análisis anterior se observa que el grupo químico tuvo un ligero desarrollo del hongo, igual tendencia se puede verificar en el trabajo realizado por De Oliveira (2003), en el control químico de *Colletotrichum* en olivares, donde los fungicidas químicos



Difenoconazol, Flusilazol, y Benomilo, redujeron marcadamente el crecimiento *in vitro* del hongo, en comparación con los productos orgánicos.

El grupo de los ecológicos no presentó diferencias estadísticas con el testigo absoluto, pero como se puede apreciar, tuvo el mayor crecimiento diametral durante todas las evaluaciones. Estos resultados obtenidos difieren del estudio *in vitro* de la antracnosis del cultivo de tomate de árbol, realizado en el 2001 por INIAP, en el que fungicidas ecológicos como el metalsulfoxilate presentaron una inhibición de crecimiento, que puede ser comparable con la de fungicidas protectantes convencionales como captan y mancozeb.

5.1.4.2. Crecimiento acumulado por tratamientos

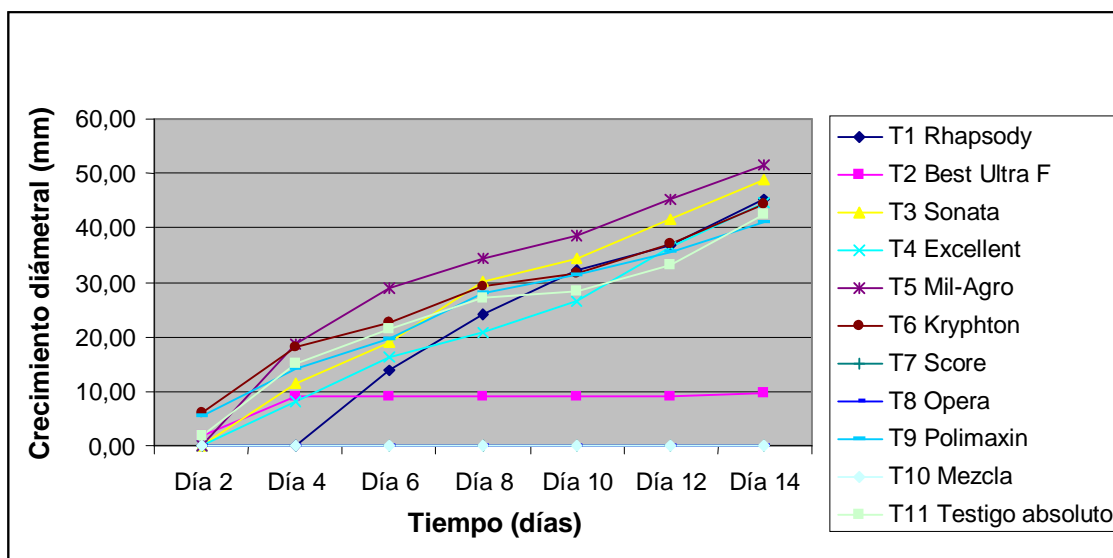
Al analizar todos los tratamientos se determinó que los productos químicos T7 Score y T8 Opera, tienen el mismo comportamiento que T10 Testigo local, los cuales inhibieron totalmente el crecimiento del hongo a lo largo de todas las evaluaciones, y por lo tanto se encuentran ocupando exclusivamente el primer lugar del primer rango mediante la prueba de Duncan al 5%. Nótese que dentro de los productos ecológicos, el más eficiente fue T2 Best Ultra F, que permitió un ligero desarrollo inicial del hongo, el cual no se incrementó durante el resto de las evaluaciones, por lo que se encuentra en el segundo rango. Dentro de los productos ecológicos, no existe ningún tratamiento eficaz, ocupando así los mayores rangos durante todas las

evaluaciones, incluso mayores que el testigo absoluto (ver Cuadro 5.3).

Cuadro 5.3.- Media aritmética del crecimiento acumulado *in vitro* de los tratamientos utilizados en el control de *Colletotrichum* sp.

E TRATAMIENTOS a b	EVALUACIÓN (Días)						
	Día 2	Día 4	Día 6	Día 8	Día 10	Día 12	Día 14
T ₁ ^o Rhapsody	0,00 a	7, 25 b	14,00 c	24,25 d	32,25 de	36,75 d	45,25 d
T ₂ ^o Best Ultra F	1,75 a	9,00 b	9,00 b	9,00 b	9,00 b	9,00 b	9,75 b
T ₃ ^o Sonata	0,00 a	11,50 c	19,00 e	30,25 f	34,50 e	41,75 e	48,75 e
T ₄ ^o Excellent	0, 00 a	8,00 b	16,25 d	20,75 c	26,50 c	36,50 d	44,75 d
T ₅ ^o Mil-Agro	6, 25 b	18,75 e	29,00	34,25	38,50 f	45,25 f	51,50 e
T ₆ ^o Krypton	6,00 b	18,00 e	22,50 f	29,25 ef	31,75 de	37,00 d	44,25 d
T ₇ ^o Score	0, 00 a	0, 00 a	0, 00 a	0, 00 a	0, 00 a	0, 00 a	0, 00 a
T ₈ ^o Opera	0, 00 a	0, 00 a	0, 00 a	0, 00 a	0, 00 a	0, 00 a	0, 00 a
T ₉ ^o Polimaxin	5,50 b	14,25 d	19,50 e	28,00 e	31,25 d	35,50 cd	41,00 c
T ₁₀ ^o Mezcla	0, 00 a	0, 00 a	0, 00 a	0, 00 a	0, 00 a	0, 00 a	0, 00 a
T ₁₁ ^o Testigo absolute	1,75 a	15,00 d	21,50 f	27,25 e	28,25 c	33,25 c	42,50 cd

En forma objetiva se puede apreciar en la Figura 5.9 el comportamiento de las curvas de crecimiento de *Colletotrichum* sp. de cada uno de los tratamientos, siendo los tratamientos T10 Mezcla, T7 Score y T8 Opera los que no permitieron el desarrollo del hongo; el tratamiento T2 Best Ultra F permitió un ligero incremento inicial del diámetro, estabilizándolo desde el día cuatro hasta el final de las evaluaciones; los demás tratamientos presentaron un crecimiento diametral similar, incluyendo a T11 Testigo Absoluto; cabe recalcar que el tratamiento que presentó un mayor crecimiento diametral fue T5 Mil-Agro.



Elaboración: Los autores.

Figura 5.9.- Curva de crecimiento acumulado *in vitro* de *Colletotrichum* sp. en análisis individual.

Del análisis anterior, el tratamiento T5 Mil Agro presentó el mayor crecimiento diametral debido a la contaminación del producto por lo cual se perdió la efectividad de éste y a su vez influyó en un crecimiento más acelerado del hongo.

En el tratamiento T2 Best Ultra se presentó un crecimiento inicial leve, cuyo diámetro se mantuvo constante, siendo ésta una característica del antagonismo existente entre las bacterias del género *Bacillus* y el hongo del género *Colletotrichum*, el cual se expresa en la disminución de la germinación de conidias, e inhibición del crecimiento micelial del hongo, coincidiendo éstos resultados con los trabajos realizados en Colombia por Bravo (1993), en pruebas de antagonismo bacteriana *in vitro*, con el fin de evaluar el comportamiento de *B. subtilis* frente a varios hongos fitopatógenos.

El tratamiento T7 Score presentó el menor crecimiento diametral del hongo al igual que T8 Opera y T10 Mezcla, cabe recalcar que el

ingrediente activo de T7 Score es difenoconazole, y uno de los ingredientes activos de T8 Opera es pyraclostrobin, derivado de la estrobirulina. Estos resultados son similares a los obtenidos por Fuentes (2006) en su trabajo "Evaluación *in vitro* de la acción de distintos fungicidas sobre un aislado de *Colletotrichum* sp. obtenido de frutos de tomate", en el que los fungicidas más efectivos en cuanto a los niveles de inhibición de crecimiento del hongo fueron difenoconazole; estrobirulina + anilino-pirimidina y azoxystrobin + difenoconazole, que mostraron claras diferencias con los tratamientos menos efectivos estrobirulina + ditiocarbamato y ditiocarbamato.

5.1.5. Eficiencia de los fungicidas.

Al establecer los análisis de variancia para la eficiencia de los fungicidas en el control de *Colletotrichum* sp. se logró determinar que en siete evaluaciones se detectaron diferencias estadísticas al nivel del 1% para tratamientos en cada una de las evaluaciones establecidas; al desglosar los grados de libertad para tratamientos se encontraron diferencias estadísticas para grupos en todas las evaluaciones al nivel del 1%, a excepción de la evaluación en el día dos, cuya significación fue únicamente al 5%; dentro de las comparaciones ortogonales entre los grupos se detectaron diferencias estadísticas al nivel del 1% en todas estas, a excepción de la comparación G5 vs. G1,G2,G3,G4 en el día dos, la cual no presentó significación estadística, la comparación G4 vs. G1,G2,G3 en el día dos cuya significación fue únicamente al 5%, la comparación G3 vs. G1,G2 en los días cuatro y seis, que no se

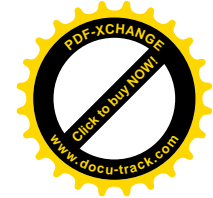
diferenciaron estadísticamente, y G1 vs. G2 en el día dos cuya significación fue al 5%. Además, se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos dentro del grupo de los biológicos, de los ecológicos y de los químicos al nivel del 1 %, a excepción de los tratamientos dentro del grupo de los biológicos en el día dos, que no se diferenció estadísticamente, y los tratamientos dentro del grupo de los ecológicos que en los días diez y doce se diferenciaron al nivel del 5 % y el día catorce no presentó diferencia estadística (ver Cuadro 5.4).

Cuadro 5.4. Análisis de variancia para la eficiencia *in vitro* de los fungicidas en el control de *Colletotrichum* sp.

Fuentes de variación	G. L.	EVALUACIONES (Día)						
		Día 2	Día 4	Día 6	Día 8	Día 10	Día 12	Día 14
TOTAL	43							
TRATAMIENTOS	(10)	129042,0**	8751,1**	8906,8**	9847,4**	12107,1**	12475,3**	10930,1**
ENTRE GRUPOS	4	96134,7*	12253,4**	13899,6**	13054,1**	16005,0**	17375,6**	15546,2**
G5 vs. G1,G2,G3,G4	1	3743,0 ^{ns}	6465,6**	5744,7**	4554,0**	2721,6**	2629,7**	3782,5**
G4 vs. G1,G2,G3	1	77538,0*	14865,1**	16135,3**	18553,8**	23452,7**	23754,4**	20398,9**
G3 vs. G1,G2	1	198800,8**	120,9 ^{ns}	54,6 ^{ns}	638,6**	1503,7**	826,8**	829,4**
G1 vs. G2	1	104456,9*	27562,0**	33663,8**	28470,1**	36341,9**	42291,4**	37173,9**
D G1 (Biológicos)	2	20833,3 ^{ns}	810,9**	2175,1**	6473,8**	10098,5**	11320,4**	10509,5**
D G2 (Ecológicos)	2	218774,0**	6404,3**	3493,6**	2479,4**	1794,2*	870,1*	354,1 ^{ns}
D G3 (Químicos)	2	213333,3**	12033,3**	11066,2**	14175,5**	16632,8**	15434,8**	12694,5**
Error	33	14248,68	63,65	28,64	41,24	119,89	82,14	105,61
\bar{X} (%)		-33,33	68,33	69,63	65,63	62,77	64,14	67,48
CV (%)		409,26	20,81	14,81	19,96	44,03	37,07	35,05

Elaboración: Los autores.

La eficiencia general promedio en el control del *Colletotrichum* sp. inició al segundo día con -33,33% alcanzando a los 14 días 67,48% con coeficientes de variación entre 409,26% hasta 14,81%, anotando que el único coeficiente alto se presentó en el día dos debido a la gran



variabilidad manifestada, ya que las colonias de hongos están iniciando su crecimiento (ver Cuadro 5.4).

5.1.5.1. Eficiencia de los fungicidas por grupos.

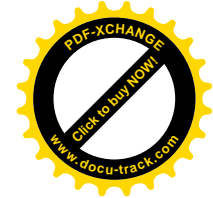
Al comparar los grupos se aprecia una diferencia muy marcada debido a que con el producto utilizado por el agricultor (testigo local) se obtuvo una eficiencia en el control del 100% a lo largo de todas las evaluaciones; sin embargo, durante las tres primeras mediciones no hay una tendencia marcada. Desde el día ocho se definen los rangos en la prueba de Duncan al 5%, ocupando el G1 Biológico y G2 Ecológico el primer rango, mientras que el G3 Químico y G4 Testigo local ocupan el segundo rango, siendo estos los de mayor eficiencia en el control del hongo. El grupo G5 Testigo Absoluto tiene una eficiencia del 0% para todas las mediciones ya que las evaluaciones se hicieron en comparación con éste (ver Cuadro 5.5).

Cuadro 5.5.- Media aritmética de la eficiencia del control *in vitro* de *Colletotrichum* sp en análisis grupal.

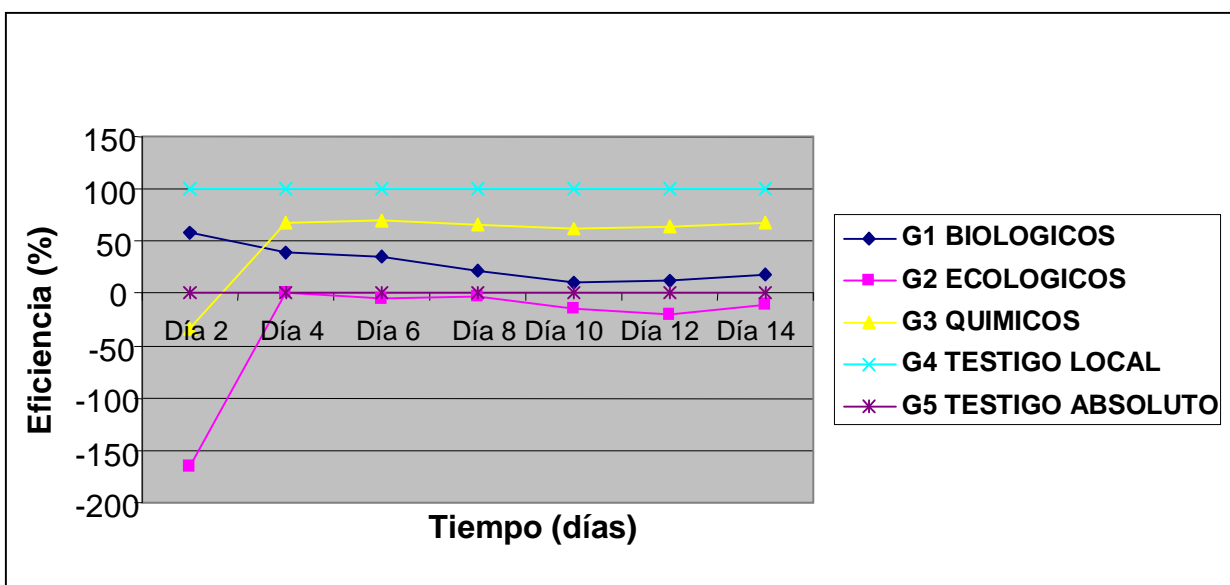
GRUPOS	EVALUACIÓN (Días)						
	Día 2	Día 4	Día 6	Día 8	Día 10	Día 12	Día 14
G1 Biológico	58,33 b	38,33 b	34,80 b	22,25 a	10,15 a	11,99 a	17,94 a
G2 Ecológico	-165,28 a	0,56 a	-5,27 a	-3,25 a	-15,06 a	-19,82 a	-11,24 a
G3 Químico	-33,33 ab	68,33 bc	69,63 c	65,63 b	62,77 b	64,14 b	67,48 b
G4 Testigo local	100,00 b	100,00 c	100,00 c	100,00 b	100,00 b	100,00 b	100,00 b
G5 Testigo absoluto	0,00 ab	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a

Elaboración: Los autores.

En forma objetiva se aprecia en la Figura 5.10 el comportamiento de las curvas de eficiencia de control de *Colletotrichum* sp. de cada uno



de los grupos, siendo G4 testigo local el que presenta una eficiencia constante del 100%, le sigue G3 Químico, que como se puede apreciar, desde la segunda medición se mantiene constante, mayor al 50%. Cabe recalcar que G2 Ecológicos presenta una eficiencia negativa (menor o igual a 0%) durante todos los días que duró en ensayo.



Elaboración: Los autores.

Figura 5.10.- Curva de eficiencia de fungicidas *in vitro* de *Colletotrichum* sp. en análisis grupal.

En el grupo de los biológicos, cabe recalcar que el componente común en los tres tratamientos fue la bacteria del género *Bacillus*, y los resultados del análisis manifiestan una eficiencia promedio del 30% en el control del hongo, resultados que fueron similares con los estudios realizados en Gran Bretaña por Lenné y Parbery (1976), sobre pruebas de antagonismo *in vitro*, con el fin de evaluar la eficiencia de la acción de *Bacillus* spp. frente a *C. gloeosporioides*, que determinaron una eficiencia similar y que atribuyen ésta eficiencia de la

bacteria en el control del hongo a una lisis celular y consecuentemente una reducción en el porcentaje de germinación de conidias.

Así mismo, se puede observar en el grupo de los productos químicos que obtuvieron una eficiencia aproximadamente del 60%, resultados similares a los obtenidos por Arnao (s/f) en control de *Colletotrichum gloeosporioides* en cultivos de fresa, que determinó que el grupo de fungicidas químicos compuestos por procloraz, benomil y captan, tuvo un porcentaje de inhibición de crecimiento micelial aproximado del 48%.

En el caso del grupo ecológico, los resultados obtenidos durante todas las evaluaciones exhibieron eficiencias negativas para el control de este hongo, lo que difiere con el trabajo “Manejo integrado de plagas y enfermedades del tomate de frutales andinos” realizado por Ochoa (2002) en Ecuador, en el cual se encontraron eficiencias positivas para el control *in vitro* de antracnosis con productos ecológicos, destacándose el metalsulfoxilate que redujo al 51% la incidencia de la enfermedad, sin embargo ningún fungicida ecológico produjo un control completo.

5.1.5.2. Eficiencia de los fungicidas por tratamientos.

Al analizar todos los tratamientos se determinó que los productos químicos T7 Score y T8 Opera, tienen el mismo comportamiento que T10 Testigo local, los cuales presentaron una eficiencia del control del hongo del 100% a lo largo de todas las evaluaciones, y por lo tanto ocuparon el mismo rango durante todas las mediciones con la prueba

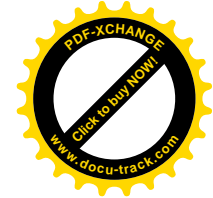
de Duncan al 5%. Nótese que el tratamiento que sigue en eficiencia es T2 Best Ultra F, siendo el único producto biológico eficiente. El tratamiento menos eficiente durante todas las evaluaciones es T5 Mil-Agro, que ocupa el peor rango en todas las mediciones. Los demás tratamientos tienen un comportamiento casi similar entre ellos durante las evaluaciones (Ver Cuadro 5.6).

Cuadro 5.6.- Media aritmética de la eficiencia de los tratamientos en el control *in vitro* de *Colletotrichum* sp.

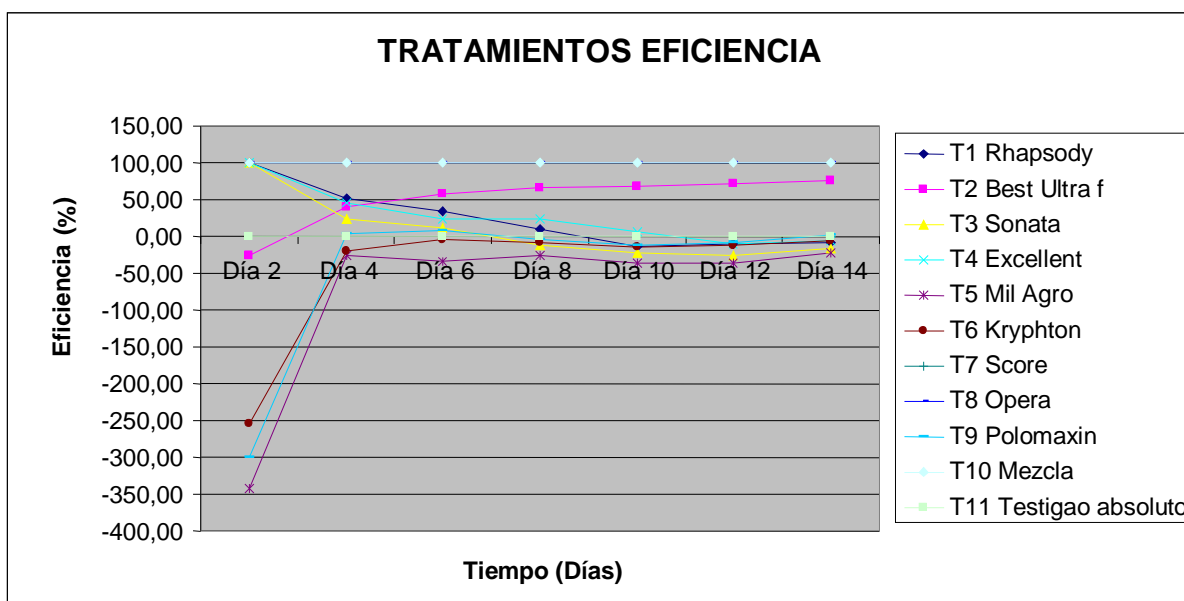
TRATAMIENTOS	EVALUACIÓN (Días)						
	Día 2	Día 4	Día 6	Día 8	Día 10	Día 12	Día 14
T1 Rhapsody	100,00 b	51,67 d	34,97 e	10,96 d	-14,67 bc	-10,97 b	-7,41 abc
T2 Best Ultra F	-25,00 b	40,00 d	58,03 f	66,92 f	67,97 e	72,82 c	76,93 d
T3 Sonata	100,00 b	23,34 c	11,39 c	-11,13 b	-22,86 ab	-25,87 a	-15,71 ab
T4 Excellent	100,00 b	46,67 d	24,14 d	23,55 e	5,33 d	-10,59 b	-6,29 abc
T5 Mil-Agro	-341,67 a	-25,00 a	-34,97 a	-25,66 a	-36,95 a	-36,83 a	-22,09 a
T6 Krypton	-254,17 a	-20,00 a	-4,99 b	-7,66 bc	-13,54 bc	-12,04 b	-5,33 bc
T7 Score	100,00 b	100,00 e	100,00 g	100,00 g	100,00 f	100,00 d	100,00 e
T8 Opera	100,00 b	100,00 e	100,00 g	100,00 g	100,00 f	100,00 d	100,00 e
T9 Polimaxin	-300,00 a	5,00 b	8,90 c	-3,11 bc	-11,69 bc	-7,59 b	2,43 c
T10 Mezcla	100,00 b	100,00 e	100,00 g	100,00 g	100,00 f	100,00 d	100,00 e
T11 Testigo absoluto	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 c	0,00 cd	0,00 b	0,00 bc

Elaboración: Los autores.

En forma objetiva se puede apreciar en la Figura 5.11 el comportamiento de las curvas de eficiencia de control de *Colletotrichum* sp. de cada uno de los tratamientos, siendo los tratamientos T10 Mezcla, T7 Score y T8 Opera los que tienen una eficiencia del 100%; el tratamiento T2 Best Ultra F va en aumento con una eficiencia positiva desde la segunda evaluación hasta el final de las evaluaciones; los demás tratamientos presentaron una eficiencia



similar, siendo negativas a partir del día diez; cabe recalcar que el tratamiento que presentó una menor eficiencia es T5 Mil-Agro.

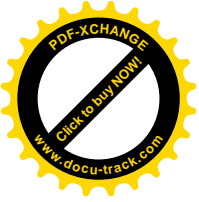


Elaboración: Los autores.

Figura 5.11.- Curva de eficiencia de fungicidas *in vitro* para el control de *Colletotrichum* sp. en análisis individual.

Del análisis anterior, se puede observar que T7 Score, T8 Opera y T10 Mezcla tuvieron una mayor eficiencia en el control del hongo.

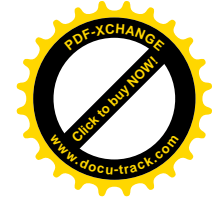
Los resultados obtenidos por T7 Score, cuyo ingrediente activo es difenoconazol, se respaldan con el trabajo realizado por el INIAP (2001), en el estudio *in vitro* de la antracnosis en tomate de árbol, que indica que los fungicidas más eficientes en el control de *Colletotrichum gloeosporioides* fueron difenoconazol, bitertanol y hexaconazol. Así mismo, Batle y Estrada (s/f), en una investigación realizada en papaya concluyeron que el difenoconazol mostró una alta eficiencia en el control *in vitro* del hongo, similar a los resultados obtenidos con el propiconazol.



Los resultados obtenidos con T8 Opera, compuesto por epoxiconazole y pyraclostrobin, siendo éste último un derivado de la estrobirulina, se corroboran con los estudios realizados por Godwin (2000), en el control de sigatoca negra en Centroamérica, en el cual se concluyó que los derivados de estrobirulinas tienen la mejor eficacia en el control del hongo, ya que inhiben la germinación de esporas, el crecimiento de hifas, y la formación de fructificaciones.

Los resultados obtenidos por T10, Mezcla se fundamentan en que éste tratamiento tuvo un pH 11, siendo el único que difirió de los otros tratamientos que presentaron un pH ligeramente ácido, lo que se fundamenta en el trabajo “Crecimiento y desarrollo de *Colletotrichum gloeosporioides* durante su cultivo en medios líquidos” realizado por Cerón (2006), el cual indica que éste hongo se desarrolla en pH ácidos, y que por la acción de sus metabolitos secundarios, específicamente enzimas relacionadas con la degradación de pectinas, pueden elevar el pH del medio hasta valores de pH 8, siendo éste el límite máximo para su supervivencia.

El tratamiento T2 Best Ultra F obtuvo una alta eficiencia de control del hongo, debido a la acción de sus componentes, los cuales apoyan los resultados obtenidos en las pruebas realizadas por Lenne *et al.* (s/f) las cuales demostraron que existe una acción más efectiva de antagonismo cuando se combinan cepas de *Bacillus subtilis* y *Pseudomonas*, que presentaron una mejor eficiencia en control de cepas de antracnosis aisladas de *Stylosanthes guianensis*.



El tratamiento T5 Mil Agro fue el menos eficiente en el control del hongo, lo que se atribuye a la contaminación del producto, por lo que durante todas las evaluaciones presentó eficiencias negativas.

5.2. Fase de campo.

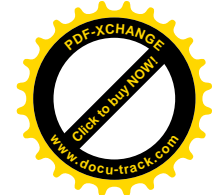
5.2.1. Amarre de frutos.

Al establecer el análisis de variancia para el porcentaje de amarre de frutos de tomate de árbol no se detectó diferencias estadísticas para repeticiones y tratamientos, sin embargo al desglosar los grados de libertad para tratamientos se detectaron diferencias estadísticas al nivel del 5% entre los grupos de tratamientos establecidos y al nivel del 1% en la comparación del Grupo 2 (Ecológico) vs. Grupo 3 (Químico), en el resto de fuentes de variación no se detectaron diferencias estadísticas (ver Cuadro 5.7).

Cuadro 5.7.- Análisis de variancia para el porcentaje de amarre de frutos en tomate de árbol bajo el efecto de productos biológicos, ecológicos y químicos en Penileo, Pillaro, Tungurahua.

Fuentes de variación	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	F
TOTAL	39	156,75		
REPETICIONES	3	2,64	0,88	0,22 ^{ns}
TRATAMIENTOS	(9)	48,33	5,37	1,37 ^{ns}
ENTRE GRUPOS	3	41,76	13,92	3,55 [*]
G4 vs. G1,G2,G3	1	1,77	1,77	0,45 ^{ns}
G1 vs. G2,G3	1	1,30	1,30	0,33 ^{ns}
G2 vs. G3	1	38,68	38,68	9,87 ^{**}
D G1 (Biológicos)	2	2,21	1,10	0,28 ^{ns}
D G2 (Ecológicos)	2	4,05	2,03	0,52 ^{ns}
D G3 (Químicos)	2	0,31	0,15	0,04 ^{ns}
Error	27	105,78	3,92	
\bar{X} (%)			4,86	
CV (%)			40,74	

Elaboración: Los autores.



El porcentaje de amarre de frutos fue de 4,86% con un coeficiente de variación de 40,74%, coeficiente alto debido a la gran variabilidad de amarre dentro de cada tratamiento.

El análisis anterior muestra que se obtuvo un bajo promedio de amarre de frutos de tomate de árbol, cuyo valor fue de 4,86%, el mismo que se respalda en la información de CORPOICA (1999), la que manifiesta que en tomate de árbol la mayor proporción de flores por racimo son abortadas o se presenta secamiento de frutos muy pequeños, debido a un factor de dominancia y competencia de los primeros frutos formados, provocando un bajo porcentaje de amarre de frutos.

5.2.1.1. Amarre de frutos por grupos.

Los tratamientos del grupo ecológico no fueron funcionales pues con su aplicación apenas se logró un 3,38% de amarre de los frutos, mientras que con los biológicos, químicos y testigo local superaron el 5% y por lo tanto se encuentran ocupando el primer rango de la prueba de Duncan al 5% (ver Cuadro 5.8).

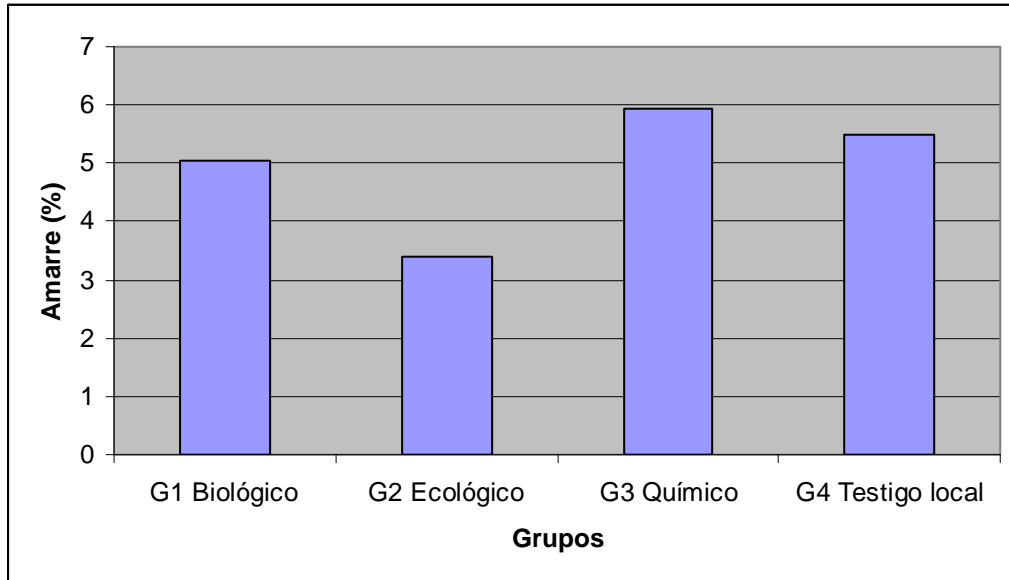
Cuadro 5.8.- Efecto de los grupos de tratamientos en el amarre de frutos de tomate de árbol. Duncan 5 %.

GRUPOS	Porcentaje de amarre (%)
G1 Biológico	5,06 ab
G2 Ecológico	3,38 b
G3 Químico	5,92 a
G4 Testigo local	5,49 a

Elaboración: Los autores.

De manera objetiva se puede apreciar en la figura 5.12, el comportamiento del amarre de frutos de cada uno de los grupos, siendo el grupo químico y el grupo testigo local los que presentaron un

mayor porcentaje de amarre de frutos, seguidos de cerca por el grupo biológico y con una marcada reducción en el porcentaje de amarre se encuentra el grupo ecológico.



Elaboración: Los autores.

Figura 5.12.- Gráfico de barras del porcentaje de amarre de frutos en análisis grupal.

Del análisis anterior se observa que el grupo químico y el grupo testigo local obtuvieron los mejores porcentajes de amarre, igual tendencia se puede verificar en los resultados obtenidos por Alarcón (2008), en cuya investigación se determinaron los mejores porcentajes de amarre en tomate de árbol en los tratamientos bajo la aplicación de fungicidas químicos en el control de antracnosis.

El grupo de los ecológicos tuvo el menor porcentaje de amarre de frutos, resultado esperado ya que fueron los menos eficientes en el control de antracnosis, tanto en laboratorio como en campo, lo que corrobora los resultados obtenidos por Balley (1992) y Jarvis (1994), que indican que en los tratamientos menos eficaces en el control de

antracnosis se presenta un menor porcentaje de amarre de frutos, ya que su agente causal *Colletotrichum gloeosporioides* es un organismo típico y especializado en atacar inflorescencias, impidiendo el cuajamiento de los frutos y produciendo altas cantidades de inóculo en los residuos de las inflorescencias.

En el caso del grupo biológico, el análisis anterior muestra que obtuvo un porcentaje de amarre interesante, similar al obtenido por el grupo testigo local, resultado que concuerda con el obtenido por Rondón (1997), que encontró porcentajes de amarre de frutos de tomate de árbol similares entre un tratamiento basado en manejo cultural y productos biológicos y otros tratamientos basados en la aplicación de fungicidas químicos.

5.2.1.2. Amarre de frutos por tratamientos.

Al analizar todos los tratamientos se encontró que el más funcional constituyó el tratamiento químico T9 Polimaxin, pues bajo su aplicación se consiguió el mayor porcentaje de amarre de los frutos (6,08%) y por lo tanto se encuentra ocupando el primer lugar del primer rango mediante la prueba de Duncan al 5%, seguido del tratamiento T7 Score (5,99%), el menos funcional fue el tratamiento T5 Mil Agro que con un promedio de 2,63% se encuentra ocupando el último lugar del último rango (ver Cuadro 5.9).

Cuadro 5.9.- Efecto de los tratamientos en estudio sobre el amarre de frutos de tomate de árbol. Duncan 5 %.

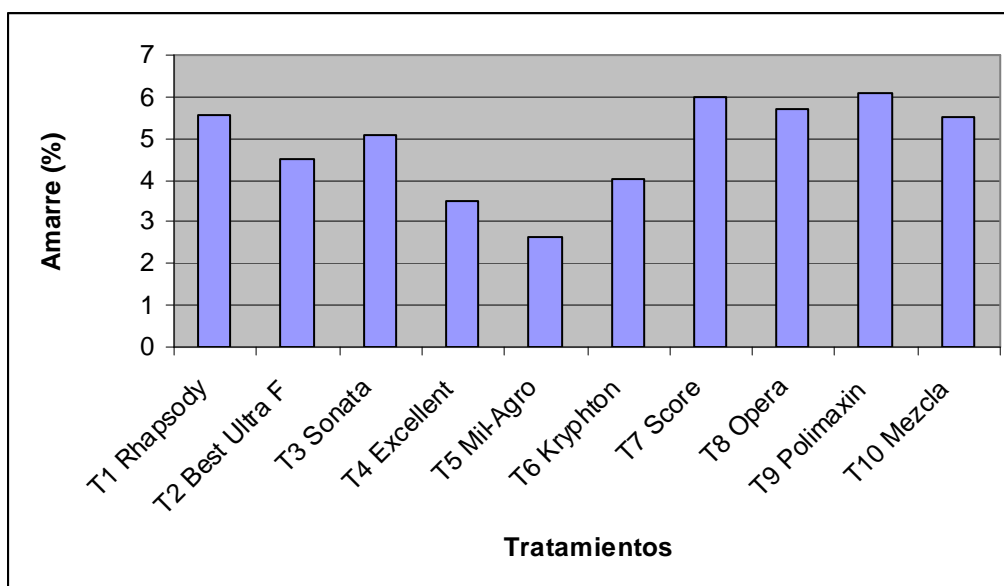
TRATAMIENTOS	Porcentaje de amarre (%)
T1 Rhapsody	5,58 ab
T2 Best Ultra F	4,53 ab
T3 Sonata	5,07 ab
T4 Excellent	3,49 ab
T5 Mil-Agro	2,63 b
T6 Kryphton	4,04 ab
T7 Score	5,99 a
T8 Opera	5,70 ab
T9 Polimaxin	6,08 a
T10 Mezcla	5,49 ab

Elaboración: Los autores.

En forma objetiva se puede apreciar en la Figura 5.13 el comportamiento del porcentaje de amarre de frutos de cada uno de los tratamientos, siendo T9 Polimaxin y T7 Score los que presentan un mayor porcentaje de amarre, seguidos de T1 Rhapsody, T8 Opera y T10 Mezcla, los demás tratamientos presentaron un porcentaje de amarre similar, a excepción de T5 Mil Agro que presentó el menor porcentaje de amarre de frutos.

Del análisis anterior, el tratamiento T9 Polimaxin y el tratamiento T7 Score cuyo ingrediente activo es difenoconazole, obtuvieron los más altos porcentajes de amarre de frutos. Estos resultados son similares a los obtenidos por Alarcón (2008) en su trabajo “Diagnóstico precoz de la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en tomate de árbol mediante el empleo de infecciones quiescentes”, en el que el mejor porcentaje de amarre de frutos se obtuvo con el tratamiento que se

basó en la aplicación de difenoconazole más dithane, con un valor de 11%.

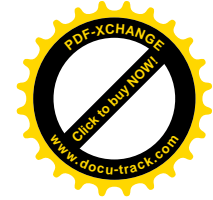
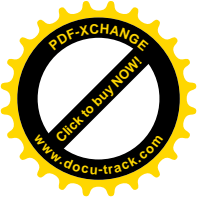


Elaboración: Los autores.

Figura 5.13.- Gráfico de barras del porcentaje de amarre de frutos en análisis individual.

El tratamiento T1 Rhapsody obtuvo un porcentaje de amarre de frutos representativo al considerar que se trata de un producto biológico, y fue el mejor dentro de éste grupo, lo que comprueba la información de AgraQuest (2009), que manifiesta que Rhapsody mejora el vigor y la salud de la planta provocando un mejor porcentaje de amarre de frutos.

El tratamiento T5 Mil Agro presentó el menor porcentaje de amarre de frutos, lo que puede obedecer a la contaminación del producto demostrada en la fase de laboratorio y cuyos contaminantes lograrían experimentar sinergismo con *Colletotrichum gloeosporioides*, facilitando el desarrollo de la enfermedad, lo que corroboraría la información de CORPOICA (1999), que manifiesta que este tipo de



sinergismo intensifica los daños de la antracnosis, sobre todo en caída prematura de inflorescencias y frutos.

5.2.2. Incidencia de antracnosis en frutos.

Al establecer el análisis de variancia para la incidencia de antracnosis en frutos de tomate de árbol no se detectó diferencia estadística para repeticiones, mientras que para tratamientos se detectó diferencia estadística al nivel del 1 %, al desglosar los grados de libertad para tratamientos se detectaron diferencias estadísticas al nivel del 1% entre los grupos de tratamientos establecidos, y dentro de las comparaciones ortogonales entre los grupos no se detectaron diferencias estadísticas, a excepción de la comparación del Grupo 2 (Ecológico) vs. Grupo 3 (Químico) que se diferenció a nivel del 1%. Además, no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos del grupo de los ecológicos y químicos, sin embargo entre los tratamientos del grupo de los biológicos existió diferencia estadística a nivel del 5 %. (ver Cuadro 5.10).

La incidencia de antracnosis en frutos fue de 16,39% con un coeficiente de variación de 25,25%.

El análisis anterior muestra que se obtuvo una incidencia promedio de antracnosis en frutos de tomate de árbol de 16,39%, recalcando que la infección se produjo en el ápice, la zona media y el pedúnculo del fruto. Esta incidencia es baja a lo reportado por CORPOICA (1999), cuya incidencia de antracnosis en frutos de tomate de árbol alcanzó niveles altos, superiores al 60%, durante los meses húmedos y del 50% a finales de los meses de menores lluvias.

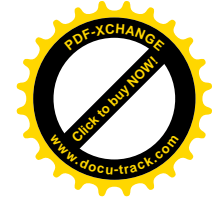
Cuadro 5.10.- Análisis de variancia para la incidencia en frutos de antracnosis en tomate de árbol bajo el efecto de productos biológicos, ecológicos y químicos en Penileo, Píllaro, Tungurahua.

Fuentes de variación	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	F
TOTAL	39	76,47		
REPETICIONES	3	4,52	1,51	1,53 ^{ns}
TRATAMIENTOS	(9)	45,30	5,03	5,10 ^{**}
ENTRE GRUPOS	3	34,66	11,55	11,70 ^{**}
G4 vs. G1,G2,G3	1	0,04	0,04	0,04 ^{ns}
G1 vs. G2,G3	1	0,35	0,35	0,35 ^{ns}
G2 vs. G3	1	34,27	34,27	34,72 ^{**}
D G1 (Biológicos)	2	4,68	2,34	4,93 [*]
D G2 (Ecológicos)	2	2,03	1,02	1,15 ^{ns}
D G3 (Químicos)	2	3,92	1,96	1,76 ^{ns}
Error	27	26,65	0,99	
\bar{X} (%)			16,39	
\bar{X} transformado (%)			3,93	
CV (%)			25,25	

Elaboración: Los autores.

5.2.2.1. Incidencia de antracnosis en frutos por grupos.

Los tratamientos del grupo químico fueron los más funcionales pues obtuvo el menor porcentaje de incidencia de antracnosis en frutos 7,35% ocupando el primer rango mediante la prueba de Duncan al 5%; en el segundo rango se encuentran los tratamientos del grupo biológico y del grupo testigo local, con una incidencia ligeramente superior al 16%; finalmente los tratamientos del grupo ecológico no fueron funcionales pues con su aplicación se presentó una incidencia mayor al 25 %, por lo que ocupan el último rango (ver Cuadro 5.11).

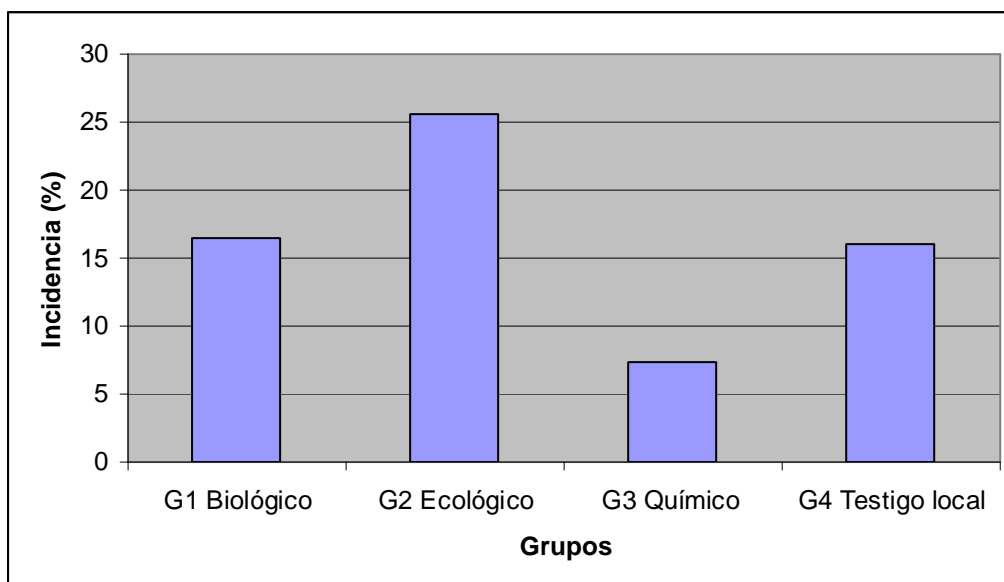


Cuadro 5.11.- Efecto de los grupos de tratamientos en la incidencia en frutos de antracnosis en tomate de árbol. Duncan 5%.

GRUPOS	Incidencia (%)
G1 Biológico	16,42 bc
G2 Ecológico	25,54 c
G3 Químico	7,35 a
G4 Testigo local	16,02 b

Elaboración: Los autores.

De manera objetiva se puede apreciar en la figura 5.14, el comportamiento de la incidencia de antracnosis en frutos de cada uno de los grupos, facilitando la comprensión del análisis anterior.



Elaboración: Los autores.

Figura 5.14.- Gráfico de barras del porcentaje de incidencia de antracnosis en frutos en análisis grupal.

Del análisis anterior, el grupo de los ecológicos mostró la mayor incidencia de la enfermedad en frutos de tomate de árbol, tomando en cuenta que el modo de acción de estos productos es principalmente protectante y la velocidad con que este microorganismo produce inculo, así como su cantidad, se puede explicar el bajo control

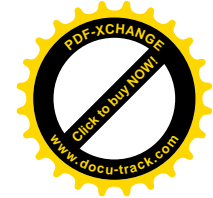
obtenido. Estos resultados coinciden con los trabajos realizados por CORPOICA (1999), en los que se determinó que en la mayoría de los casos con el empleo de fungicidas protectantes se obtienen bajos controles en la incidencia de antracnosis en frutos de tomate de árbol.

En el caso del grupo de los biológicos, se observa una incidencia intermedia de antracnosis en frutos de tomate de árbol, resultados similares a los obtenidos en la fase de laboratorio, lo que ratifica la acción antifúngica de las bacterias del género *Bacillus* en el control de *Colletotrichum gloeosporioides*.

El grupo de los químicos obtuvo la menor incidencia de antracnosis en frutos de tomate de árbol, eficiencia que se debe a su modo de acción sistémico, lo que corrobora el trabajo realizado por Alarcón (2008), en el que se determinó una menor incidencia de antracnosis en frutos de tomate de árbol con la aplicación de productos químicos de acción sistémica, aunque el porcentaje fue elevado en comparación a nuestros resultados, debido al alto nivel de antracnosis presente en la zona de estudio al inicio del proyecto.

5.2.2.2. Incidencia de antracnosis en frutos por tratamientos

Al analizar todos los tratamientos se encontró que el tratamiento químico T7 Score (3,35%) fue el más efectivo para controlar antracnosis en frutos, por lo que se encuentra ocupando el primer lugar del primer rango mediante la prueba de Duncan al 5%, seguido de los tratamientos T8 Opera (9,30%) y T9 Polimaxin (9,40%); los menos efectivos fueron los tratamientos T5 Mil Agro (28,79%) y T6



Kryphton (27,77), por lo que se encuentran ocupando el último lugar del último rango (ver Cuadro 5.12).

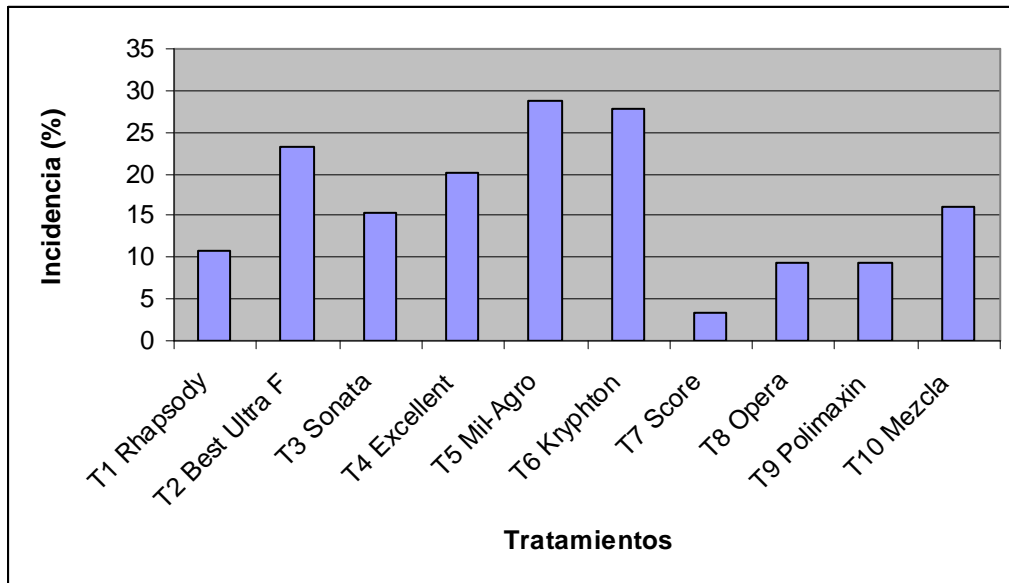
Cuadro 5.12.- Efecto de los tratamientos en estudio sobre la incidencia en frutos de antracnosis en tomate de árbol. Duncan 5%.

TRATAMIENTOS	Incidencia (%)
T1 Rhapsody	10,69 abc
T2 Best Ultra F	23,15 cd
T3 Sonata	15,42 bcd
T4 Excellent	20,06 bcd
T5 Mil-Agro	28,79 d
T6 Kryphton	27,77 d
T7 Score	3,35 a
T8 Opera	9,30 ab
T9 Polimaxin	9,40 ab
T10 Mezcla	16,02 bcd

Elaboración: Los autores.

En forma objetiva se puede apreciar en la Figura 5.15 el comportamiento de la incidencia de antracnosis en frutos de cada uno de los tratamientos, siendo T5 Mil Agro el que presentó una mayor incidencia, seguido de T6 Kryphton, T2 Best Ultra F y T4 Excellent, los demás tratamientos presentaron una incidencia similar, a excepción de T7 Score que presentó el menor porcentaje de incidencia de antracnosis en frutos.

Del análisis anterior, el tratamiento T7 Score presentó la menor incidencia de antracnosis en frutos de tomate de árbol, ratificando los resultados obtenidos en la fase de laboratorio y coincidiendo con los obtenidos por Alarcón (2008) que determinaron que el tratamiento basado en la aplicación de Score más Dithane, obtuvo el menor porcentaje de incidencia en frutos de tomate de árbol.



Elaboración: Los autores.

Figura 5.15.- Gráfico de barras del porcentaje de incidencia de antracnosis en frutos en análisis individual.

El tratamiento T1 Rhapsody se ubicó detrás de los productos químicos y fue el mejor de los tratamientos biológicos en el control de la incidencia de antracnosis en frutos de tomate de árbol, comprobando la información manifestada por AgraQuest (2009) que indica que Rhapsody a pesar de ser un producto protectante, ejerce un efecto sistémico en su actividad antifúngica.

El tratamiento T10 Mezcla obtuvo resultados aceptables tomando en cuenta que se basó en una sola aplicación, lo que se explica por su alta adherencia a la planta lo que dificulta que el producto se lave por efecto de las lluvias. Este resultado es similar al obtenido por Echeverri (2007) el que determinó que el tratamiento con caldo bórdeles (sulfato de cobre más cal agrícola) presentó un menor número de frutos enfermos.

El tratamiento T5 Mil Agro presentó la mayor incidencia, debido a que es un mal producto que en la fase de laboratorio, manifestó una contaminación bacteriana.

5.2.3. Rendimiento.

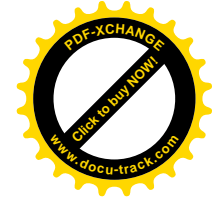
Al establecer los análisis de variancia para el rendimiento de tomate de árbol no se detectaron diferencias estadísticas en ninguna de las fuentes de variación (ver Cuadro 5.13).

Cuadro 5.13.- Análisis de variancia para el rendimiento en tomate de árbol bajo el efecto de productos biológicos, ecológicos y químicos en Penileo, Píllaro, Tungurahua.

Fuentes de variación	G.L.	Rendimiento por Épocas		Total
		Invierno	Verano	
TOTAL	39			
REPETICIONES	3	28,82 ^{ns}	287,82 ^{ns}	467,45 ^{ns}
TRATAMIENTOS	(9)	29,81 ^{ns}	130,45 ^{ns}	245,58 ^{ns}
ENTRE GRUPOS	3	35,55 ^{ns}	135,04 ^{ns}	256,83 ^{ns}
G4 vs. G1,G2,G3	1	1,28 ^{ns}	265,41 ^{ns}	303,33 ^{ns}
G1 vs. G2,G3	1	2,08 ^{ns}	7,81 ^{ns}	1,82 ^{ns}
G2 vs. G3	1	103,29 ^{ns}	131,88 ^{ns}	468,34 ^{ns}
D G1 (Biológicos)	2	44,71 ^{ns}	120,53 ^{ns}	309,43 ^{ns}
D G2 (Ecológicos)	2	32,64 ^{ns}	26,20 ^{ns}	113,17 ^{ns}
D G3 (Químicos)	2	3,46 ^{ns}	237,73 ^{ns}	295,78 ^{ns}
Error	27	52,34	120,45	267,30
\bar{X} (Kg.parcela ⁻¹)		15,65	42,76	58,41
CV (%)		46,23	25,67	27,99

Elaboración: Los autores.

El rendimiento promedio en la época de invierno fue de 15,65 kg.parcela⁻¹, en la época de verano fue de 42,76 kg.parcela⁻¹ y el rendimiento promedio total fue de 58,41 kg.parcela⁻¹, anotando que presentaron coeficientes de variación aceptables.



5.2.3.1. Rendimiento por grupos.

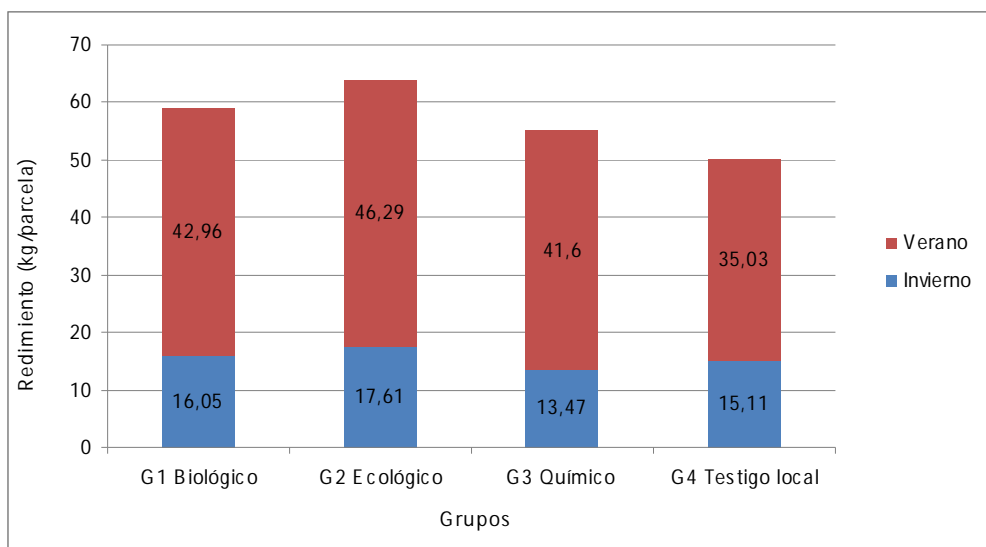
En el Cuadro 5.14 se muestran los promedios de rendimiento por grupos para invierno, verano y total, los cuales no se diferenciaron estadísticamente.

Cuadro 5.14.- Efecto de los grupos de tratamientos en el rendimiento de tomate de árbol. .

GRUPOS	Rendimiento (Kg.parcela ⁻¹)		Total
	Invierno	Verano	
G1 Biológico	16,05	42,96	59,01
G2 Ecológico	17,61	46,29	63,90
G3 Químico	13,47	41,60	55,07
G4 Testigo local	15,11	35,03	50,15

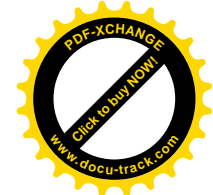
Elaboración: Los autores.

De manera objetiva se puede apreciar en la Figura 5.16 el comportamiento del rendimiento de tomate de árbol en cada uno de los grupos, notándose que no existe un amplio rango de variación entre los rendimientos de todos los grupos, pero cabe recalcar la diferencia que existió entre el rendimiento obtenido en verano que fue superior al rendimiento obtenido en invierno en todos de los grupos.



Elaboración: Los autores.

Figura 5.16.- Gráfico de barras del rendimiento de tomate de árbol en análisis grupal.



Del análisis anterior, se determinó que no existieron diferencias estadísticas entre los rendimientos de todos los grupos, pero es notoria la gran diferencia que existió en el rendimiento entre la época de invierno y la época de verano; estos resultados son similares a los obtenidos por Alarcón (2008), los que determinaron que en tomate de árbol, en la época de invierno se presenta la etapa de floración y crecimiento de frutos, provocando la disminución en el número de frutos cosechados y por ende el rendimiento, lo contrario sucede en la época de verano donde se presenta el pico de producción. Además, los meses de verano en los que se obtuvo el mayor rendimiento coinciden con los del trabajo realizado por Rondón (1997), en el que se registró un período de cosecha abundante entre los meses de agosto y octubre.

5.2.3.2. Rendimiento por tratamiento.

En el Cuadro 5.15 se muestran los promedios de rendimiento por tratamientos para invierno, verano y total, los cuales no se diferenciaron estadísticamente, sin embargo de no diferenciarse estadísticamente, el tratamiento que presentó el mayor rendimiento tanto en la época de invierno como de verano fue el T6 Kryphton.

De manera objetiva se puede apreciar en la Figura 5.17 el comportamiento del rendimiento de tomate de árbol en cada uno de los tratamientos, notándose que aunque no existieron diferencias estadísticas, se puede observar que el tratamiento T6 Kryphton tuvo el mayor rendimiento y el tratamiento T7 Score tuvo el menor rendimiento de todos los tratamientos. Es

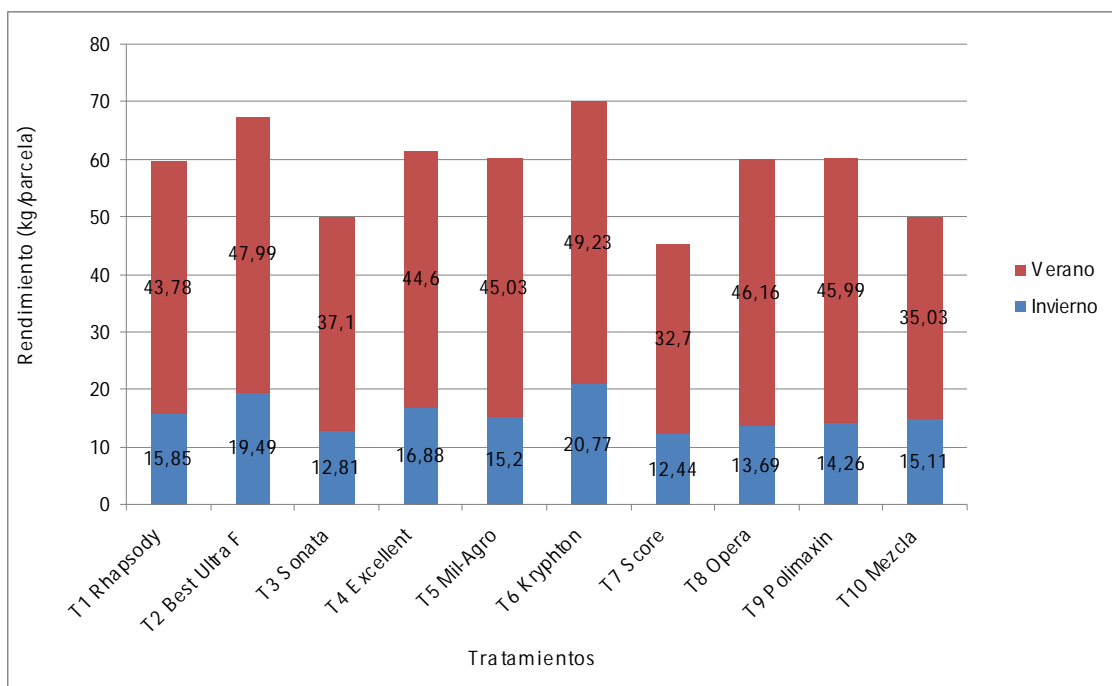


notoria la diferencia que existió entre el rendimiento obtenido en verano que fue superior al rendimiento obtenido en invierno en todos de los tratamientos.

Cuadro 5.15.- Efecto de los tratamientos en estudio sobre el rendimiento de tomate de árbol.

TRATAMIENTOS	Rendimiento (Kg.parcela ⁻¹)		Total
	Invierno	Verano	
T1 Rhapsody	15,85	43,78	59,63
T2 Best Ultra F	19,49	47,99	67,47
T3 Sonata	12,81	37,10	49,92
T4 Excellent	16,88	44,60	61,48
T5 Mil-Agro	15,20	45,03	60,23
T6 Krypton	20,77	49,23	70,00
T7 Score	12,44	32,70	45,14
T8 Opera	13,69	46,16	59,80
T9 Polimaxin	14,26	45,99	60,26
T10 Mezcla	15,11	35,03	50,15

Elaboración: Los autores.



Elaboración: Los autores.

Figura 5.17.- Gráfico de barras del rendimiento por parcela de tomate de árbol en análisis individual.

Al igual que en el análisis grupal, en el análisis por tratamientos no se presentó diferencias estadísticas, pero cabe recalcar ciertas diferencias.

El tratamiento T6 Krypton presentó el mayor rendimiento, lo que se debe a que la floración mantuvo un ritmo permanente de formación a través de toda la evaluación, en relación a los demás tratamientos.

El tratamiento T2 Best Ultra F y T1 Rhapsody, cuyo ingrediente activo es *Bacillus subtilis* presentaron un mayor rendimiento que los tratamientos químicos, afirmación corroborada con estudios realizados en el control de antracnosis en frutilla por AgraQuest (2009), en los que tratamientos a base de Rhapsody obtuvieron mejores rendimientos que tratamientos a base de productos químicos como Captan y Elevate.

El tratamiento T7 Score obtuvo el menor rendimiento, lo que coincide con las observaciones realizadas en las evaluaciones en las que se notó una disminución significativa de racimos florales a través del tiempo en comparación con los otros tratamientos.

5.2.4. Calidad del fruto en base al peso.

Al establecer los análisis de variancia para la calidad del fruto en base al peso en tomate de árbol en dos épocas se detectó diferencia estadística al nivel del 5% para repeticiones en la época de invierno y diferencia estadística al nivel del 1% para tratamiento en época de verano; al desglosar los grados de libertad para tratamientos se detectó diferencia estadística al nivel del 1% entre los grupos de tratamientos establecidos

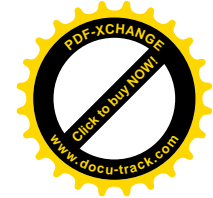
en época de verano y dentro de las comparaciones ortogonales entre los grupos no se detectaron diferencias estadísticas, a excepción de la comparación G2 vs. G3 en época de verano, la cual presentó diferencia estadística a nivel del 1%, entre los productos químicos se encontró diferencias estadísticas al nivel del 1% tanto en la época de invierno como en la de verano (ver Cuadro 5.16).

Cuadro 5.16.- Análisis de variancia para la calidad del fruto en base al peso en tomate de árbol bajo el efecto de productos biológicos, ecológicos y químicos en Penileo, Píllaro, Tungurahua.

Fuentes de variación	G.L.	Calidad por Épocas	
		Invierno	Verano
TOTAL	39		
REPETICIONES	3	504,07*	118,64 ^{ns}
TRATAMIENTOS	(9)	207,18 ^{ns}	198,47**
ENTRE GRUPOS	3	125,16 ^{ns}	321,49**
G4 vs. G1,G2,G3	1	358,22 ^{ns}	189,60 ^{ns}
G1 vs. G2,G3	1	15,03 ^{ns}	32,39 ^{ns}
G2 vs. G3	1	2,23 ^{ns}	742,48**
D G1 (Biológicos)	2	6,22 ^{ns}	73,31 ^{ns}
D G2 (Ecológicos)	2	34,97 ^{ns}	8,73 ^{ns}
D G3 (Químicos)	2	703,35**	328,85**
Error	27	115,60	62,88
\bar{X} (g.fruto ⁻¹)		123,68	123,72
CV (%)		8,69	6,41

Elaboración: Los autores.

La calidad del fruto en base al peso promedio en la época de invierno fue de 123,68 g y en la época de verano fue de 123,72 g, anotando que presentaron coeficientes de variación bajos, debido a la baja variabilidad manifestada.



5.2.4.1. Calidad del fruto en base al peso por grupos.

En la época de verano, los tratamientos del grupo químico (130,68 g) obtuvieron los mejores resultados de calidad, por lo que se encuentran ocupando el primer lugar del primer rango bajo la prueba de Duncan al 5%, seguidos de los tratamientos del grupo biológico (123,11 g); los tratamientos de los grupos ecológico y testigo local presentaron frutos con un peso menor a 120 g, por lo que se encuentran ocupando el último rango (ver Cuadro 5.17).

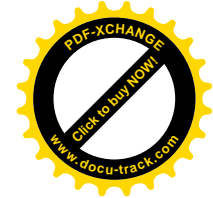
Cuadro 5.17.- Efecto de los grupos de tratamientos en la calidad del fruto en base al peso de tomate de árbol. Duncan 5%.

GRUPOS	Calidad (g.fruto ⁻¹)	
	Invierno	Verano
G1 Biológico	125,59	123,11 ab
G2 Ecológico	124,53	119,56 b
G3 Químico	123,92	130,68 a
G4 Testigo local	114,70	117,19 b

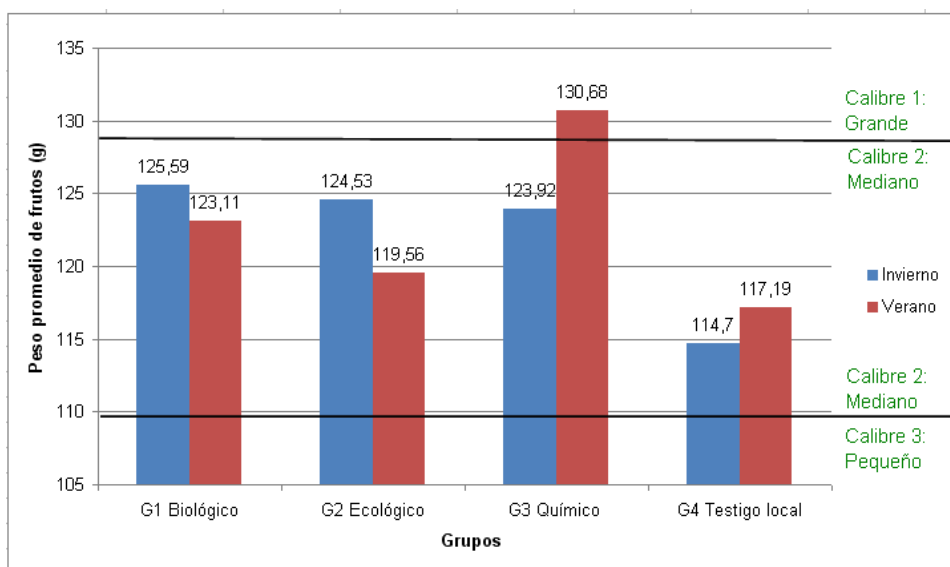
Elaboración: Los autores.

De manera objetiva se puede apreciar en la figura 5.18, el comportamiento de la calidad del fruto en base al peso en tomate de árbol, notándose que en la época de invierno el grupo biológico obtuvo el mejor peso promedio del fruto y el grupo testigo local presentó el menor peso promedio; en la época de verano el grupo químico presentó frutos de mayor peso y nuevamente el grupo testigo local presentó los frutos con menor peso promedio.

Del análisis anterior, se observa que todos los grupos en la época de invierno presentaron frutos de calibre mediano y únicamente el grupo químico en la época de verano tuvo frutos de calibre grande según la



escala de calidad de fruto de tomate de árbol en base al peso emitida por INIAP (2004).

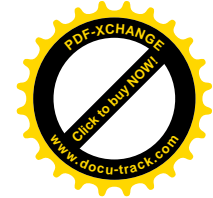


Elaboración: Los autores.

Figura 5.18.- Gráfico de barras del peso promedio de frutos de tomate de árbol en análisis grupal.

El grupo químico presentó frutos con mayor peso en la época de verano, lo que coincide con el trabajo realizado por CORPOICA (1999) en el que los productos químicos al presentar un mayor control de la enfermedad en las hojas de tomate de árbol, les permiten una mayor capacidad fotosintética, una alta capacidad de asimilación y una óptima distribución de asimilados, lo que se traduce en frutos de mayor peso.

El grupo testigo local manifestó frutos con los menores pesos tanto en la época de invierno como en la época de verano, resultados que difieren de los obtenidos por Echeverri (2007) que indican que los tratamientos basados en la aplicación de caldo bordelés (sulfato de cobre más cal agrícola) en el control de antracnosis en tomate de



árbol, obtuvieron los mejores rendimientos y la mejor calidad de fruto en base a su tamaño.

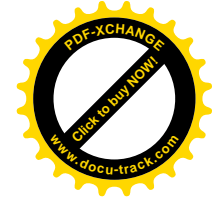
5.2.4.2. Calidad del fruto en base al peso por tratamientos.

Al analizar todos los tratamientos se encontró que el tratamiento químico T9 Polimaxin presentó frutos con mayor peso en las épocas de invierno y verano, por lo que se encuentra ocupando el primer lugar del primer rango mediante la prueba de Duncan al 5%, en la época de invierno los tratamientos T7 Score (116,95), T8 Opera (115,59) y T10 Mezcla (114,70) ocuparon el último lugar del último rango y en la época de verano los tratamientos T2 Best ultra F (118,61), T4 Excellent (117,90) y T10 Mezcla (117,19) ocuparon el último lugar del último rango (ver Cuadro 5.18).

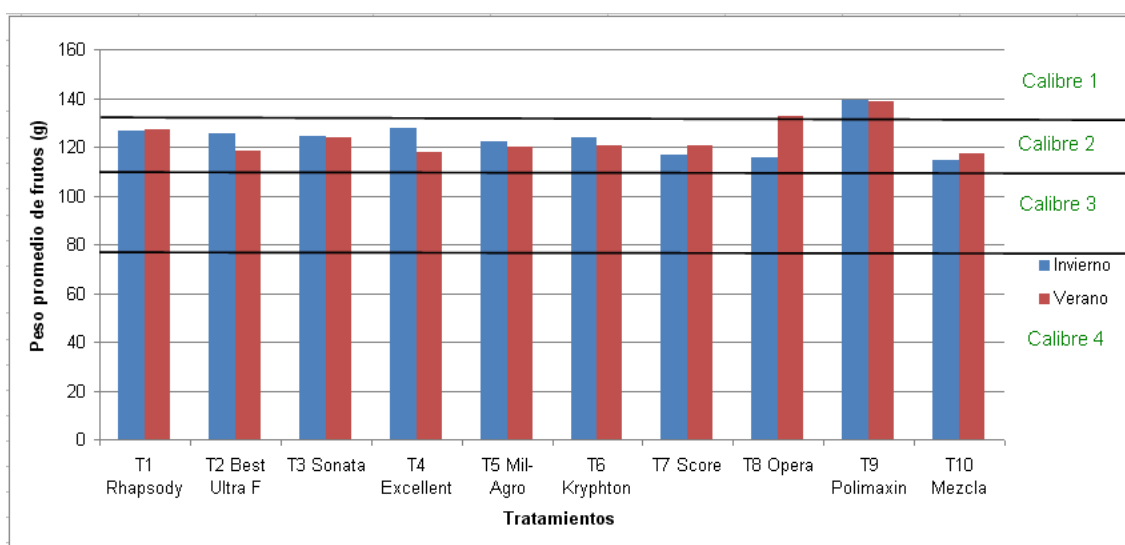
Cuadro 5.18.- Efecto de los tratamientos en estudio sobre la calidad del fruto en base al peso de tomate de árbol. Duncan 5 %.

TRATAMIENTOS	Calidad (g.fruto ⁻¹)	
	Invierno	Verano
T1 Rhapsody	126,78 ab	127,13 abc
T2 Best Ultra F	125,71 ab	118,61 c
T3 Sonata	124,29 ab	123,58 bc
T4 Excellent	127,84 ab	117,90 c
T5 Mil-Agro	122,16 ab	120,03 bc
T6 Krypton	123,58 ab	120,74 bc
T7 Score	116,95 b	120,74 bc
T8 Opera	115,59 b	132,81 ab
T9 Polimaxin	139,21 a	138,49 a
T10 Mezcla	114,70 b	117,19 c

Elaboración: Los autores.



En forma objetiva se puede apreciar en la Figura 5.19 el comportamiento de la calidad del fruto en base al peso, siendo T9 Polimaxin el que presentó frutos con mayor peso en las épocas de invierno y verano, seguido de T8 Opera en la época de verano, mientras que los demás tratamientos presentaron pesos promedios del fruto similares.

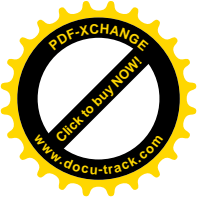


Elaboración: Los autores.

Figura 5.19.- Gráfico de barras del peso promedio de frutos de tomate de árbol en análisis individual.

Del análisis anterior, el tratamiento T9 Polimaxin fue el único que presentó frutos de mayor peso en las dos épocas de estudio, por lo que se ubicó en la clasificación 1, es decir, de calibre grande dentro de la escala de calidad de fruto de tomate de árbol en base al peso del INIAP (2004).

El tratamiento T1 Rhapsody obtuvo frutos con buen peso, por lo que se encontró en tercer lugar dentro de todos los tratamientos, tanto en la época de invierno como en la época de verano, afirmación corroborada con estudios realizados en el control de mancha grasienta en pomelo



por AgraQuest (2009), en los que tratamientos a base de Rhapsody obtuvieron frutos de mejor calidad y mejor peso.

El tratamiento T10 Mezcla presentó los frutos con menor peso, es decir de menor calidad, en invierno y en verano, resultado que difiere con lo obtenido por Echeverri (2007), explicado anteriormente en el análisis grupal.

5.2.5. Incidencia de antracnosis en la planta.

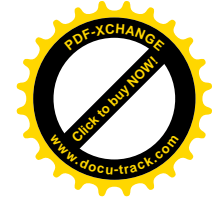
Al establecer los análisis de variancia para la incidencia de antracnosis en la planta no se detectaron diferencias estadísticas para repeticiones, a excepción de las evaluaciones al día 15 y al día 90 que se diferenciaron a nivel del 5% y la evaluación al día 60 que se diferencio a nivel del 1%, en los tratamientos no se detectaron diferencias estadísticas, a excepción de la evaluación del día 150, en la que se diferenció a nivel del 1%; al desglosar los grados de libertad para tratamientos no se detectaron diferencias estadísticas entre los grupos de tratamientos establecidos, a excepción de la evaluación del día 150 que presentó diferencia estadística al nivel del 1%, en las comparaciones ortogonales tampoco se presentaron diferencias estadísticas, a excepción de la evaluación del día 150, en la que la comparación G1 vs G2,G3 y la comparación G2 vs G3 se diferenciaron al nivel del 1%. Además, no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos del grupo de los biológicos, de los ecológicos y de los químicos (ver Cuadro 5.19).

Cuadro 5.19.- Análisis de variancia para la incidencia de antracnosis en la planta de tomate de árbol bajo el efecto de productos biológicos, ecológicos y químicos en Penileo, Píllaro, Tungurahua.

Fuentes de variación	G.L.	Evaluaciones Quincenales				
		Evaluación 15	Evaluación 30	Evaluación 45	Evaluación 60	Evaluación 75
TOTAL	39					
REPETICIONES	3	0,11 [*]	0,08 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,38 ^{**}	0,12 ^{ns}
TRATAMIENTOS	(9)	0,04 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,10 ^{ns}
ENTRE GRUPOS	3	0,02 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,07 ^{ns}
G4 vs. G1,G2,G3	1	0,02 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,16 ^{ns}
G1 vs. G2,G3	1	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,02 ^{ns}
G2 vs. G3	1	0,04 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,02 ^{ns}
D G1 (Biológicos)	2	0,08 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,02 ^{ns}
D G2 (Ecológicos)	2	0,02 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,33 [*]
D G3 (Químicos)	2	0,05 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,02 ^{ns}
Error	27	0,03	0,05	0,07	0,05	0,07
\bar{X} (%)		2,33	2,08	1,17	2,20	0,81
\bar{X} transformado (%)		1,81	1,74	1,45	1,77	1,32
CV (%)		9,15	12,56	17,81	12,46	19,91

Fuentes de variación	G.L.	Evaluaciones Quincenales				
		Evaluación 90	Evaluación 105	Evaluación 120	Evaluación 135	Evaluación 150
TOTAL	39					
REPETICIONES	3	0,26 [*]	0,07 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,03 ^{ns}
TRATAMIENTOS	(9)	0,05 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,14 ^{**}
ENTRE GRUPOS	3	0,06 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,37 ^{**}
G4 vs. G1,G2,G3	1	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,01 ^{ns}
G1 vs. G2,G3	1	0,17 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,16 ^{**}
G2 vs. G3	1	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,93 ^{**}
D G1 (Biológicos)	2	0,02 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,00 ^{ns}
D G2 (Ecológicos)	2	0,08 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,48 [*]	0,09 ^{ns}	0,10 ^{ns}
D G3 (Químicos)	2	0,04 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,00 ^{ns}
Error	27	0,08	0,08	0,12	0,04	0,02
\bar{X} (%)		1,01	0,83	0,81	0,60	0,71
\bar{X} transformado (%)		1,38	1,33	1,29	1,25	1,29
CV (%)		20,26	20,72	26,84	16,45	10,72

Elaboración: Los autores.



La incidencia de antracnosis en la planta promedio general se encontró entre 0,60 de la evaluación del día 135 y 2,33 de la evaluación del día 15, con coeficientes de variación entre 9,15% y 28,84%.

La incidencia promedio de antracnosis en la planta de tomate de árbol, fue mayor en la época de invierno, disminuyendo significativamente en la época de verano, lo que corrobora los resultados obtenidos por Echeverri (2007) donde se afirma que la precipitación tiene una gran influencia en el aumento de la incidencia de la antracnosis en la planta de tomate de árbol.

5.2.5.1. Incidencia de antracnosis en la planta por grupos.

Al comparar los grupos, solamente en la evaluación del día 150 se manifestaron diferencias entre las comparaciones de las medias de los grupos con la prueba de Duncan al 5%, siendo el grupo de los químicos (0,10%) el más efectivo en el control de la incidencia de antracnosis en la planta, por lo que ocupa exclusivamente el primer rango, a pesar que en la primera evaluación presentó la mayor incidencia y el grupo de los ecológicos (1,13%) fue el menos funcional por lo que ocupa el último rango (ver Cuadro 5.20).

Cuadro 5.20.- Efecto de los grupos de tratamientos en la incidencia (%) de antracnosis en la planta de tomate de árbol. Duncan 5%.

GRUPOS	Evaluación 15	Evaluación 30	Evaluación 45	Evaluación 60	Evaluación 75
G1 Biológico	2,31	2,00	1,31	2,25	0,63
G2 Ecológico	2,21	2,04	1,04	1,94	0,92
G3 Químico	2,56	2,00	1,04	2,31	0,73
G4 Testigo local	2,06	2,69	1,50	2,50	1,31

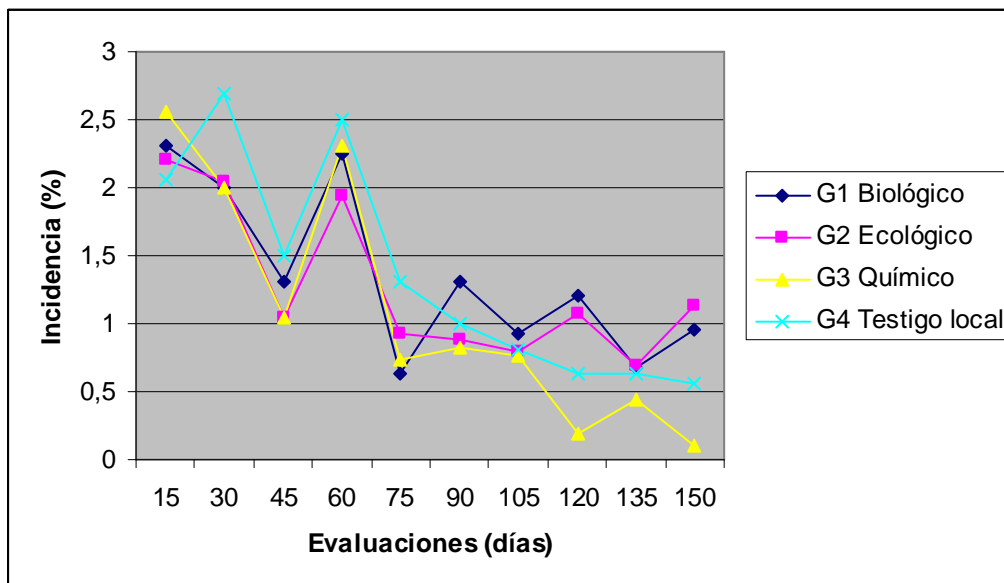
GRUPOS	Evaluación 90	Evaluación 105	Evaluación 120	Evaluación 135	Evaluación 150
G1 Biológico	1,31	0,92	1,21	0,67	0,96 bc
G2 Ecológico	0,88	0,79	1,08	0,69	1,13 c
G3 Químico	0,83	0,77	0,19	0,44	0,10 a
G4 Testigo local	1,00	0,81	0,63	0,63	0,56 b

Elaboración: Los autores.

De manera objetiva se puede apreciar en la figura 5.20, el comportamiento de la incidencia de antracnosis en la planta de tomate de árbol en grupos, notándose que en el transcurso de las evaluaciones los grupos presentan tendencias generales de decrecimiento, y en la última evaluación, el grupo de los químicos presentó marcadamente una menor incidencia y el grupo de los ecológicos presentó la mayor incidencia, seguido de cerca por el grupo biológico.

Del análisis anterior, el grupo de los químicos fue el mejor grupo al presentar los menores porcentajes de incidencia de antracnosis en la planta de tomate de árbol, con una disminución progresiva de éstos a través del tiempo, lo que representa un efecto positivo de la aplicación de sus tratamientos, y principalmente la no inducción de resistencia del patógeno hacia estos productos. Estos resultados se validan con los obtenidos por Pérez (2006), al evaluar diferentes tratamientos en el

control de antracnosis en *camu camu*, los que demostraron que los tratamientos químicos ejercen el mejor control en la incidencia de la enfermedad, sobresaliendo el fungicida clorotalonil.

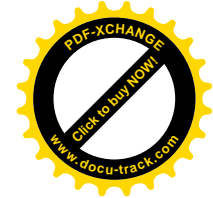


Elaboración: Los autores.

Figura 5.20.- Curva de la incidencia de antracnosis en la planta en análisis grupal.

Por otro lado, la interesante acción de los tratamientos del grupo biológico en el control de la incidencia se ve apoyada con los resultados obtenidos en el control de antracnosis en papaya por Gamagae *et al.* (2003), los que afirman que el uso de control biológico reduce significativamente la incidencia de antracnosis en frutos y follaje.

El grupo de los ecológicos presentó los mayores porcentajes de incidencia de la enfermedad en la época de verano, por lo que resultó el peor grupo en el control de la incidencia de antracnosis en la planta de tomate de árbol, lo que coincide con los resultados obtenidos por Reyes (s/f), el cual evaluó alternativas para el control de antracnosis en



aguacate, y demostró que los tratamientos del grupo ecológico presentaron porcentajes mucho mayores de tejido infectado con antracnosis, que los tratamientos del grupo químico.

5.2.5.2. Incidencia de antracnosis en la planta por tratamientos.

Al analizar todos los tratamientos mediante comparaciones entre sus medias bajo la prueba de Duncan al 5%, únicamente se encontraron diferencias en las evaluaciones de los días, 75, 120 y 150, en las que los tratamientos químicos T7 Score, T8 Opera y T9 Polimaxin, y el tratamiento ecológico T6 Krypton ocuparon los primeros lugares del primer rango y el tratamiento ecológico T4 Excellent se ubicó en el último lugar del último rango (ver Cuadro 5.21).

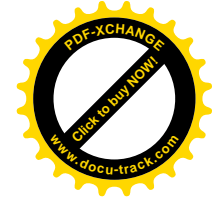
Cuadro 5.21.- Efecto de los tratamientos en estudio sobre la incidencia (%) de antracnosis de tomate de árbol. Duncan 5%.

TRATAMIENTOS	Evaluaciones Quincenales				
	Evaluación 15	Evaluación 30	Evaluación 45	Evaluación 60	Evaluación 75
T1 Rhapsody	2,88	1,94	1,44	2,06	0,50 a
T2 Best Ultra F	1,94	2,00	1,38	2,94	0,88 ab
T3 Sonata	2,13	2,06	1,13	1,75	0,50 a
T4 Excellent	2,38	2,19	1,13	2,50	1,94 b
T5 Mil-Agro	1,94	2,13	0,81	1,69	0,38 a
T6 Krypton	2,31	1,81	1,19	1,63	0,44 a
T7 Score	2,81	2,00	1,19	2,25	0,88 ab
T8 Opera	2,81	2,13	1,00	2,19	0,50 a
T9 Polimaxin	2,06	1,88	0,94	2,50	0,81 ab
T10 Mezcla	2,06	2,69	1,50	2,50	1,31 ab

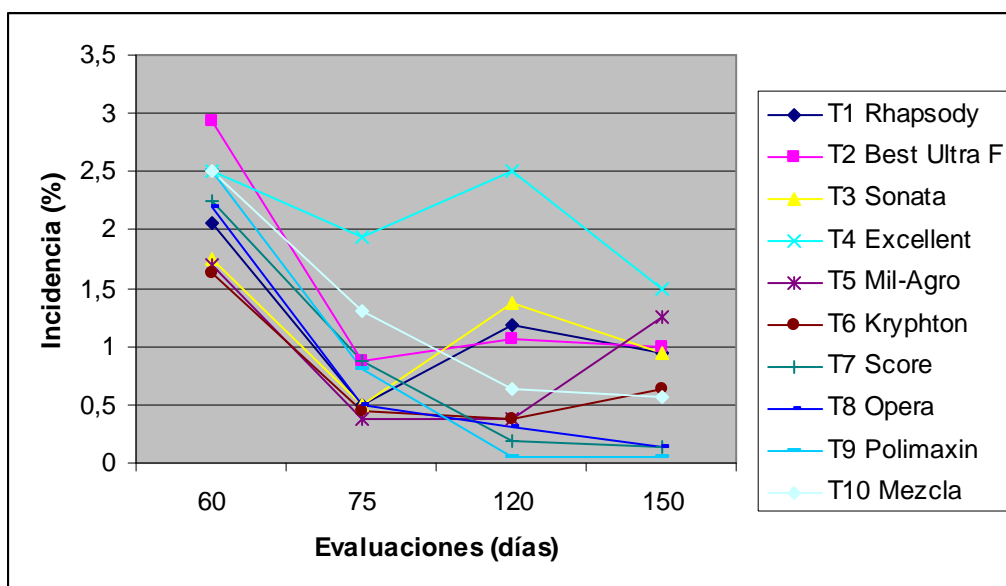
TRATAMIENTOS	Evaluaciones Quincenales				
	Evaluación 90	Evaluación 105	Evaluación 120	Evaluación 135	Evaluación 150
T1 Rhapsody	1,00	0,88	1,19 ab	0,63	0,94 cd
T2 Best Ultra F	1,44	0,75	1,06 ab	0,44	1,00 cd
T3 Sonata	1,50	1,13	1,38 ab	0,94	0,94 cd
T4 Excellent	0,88	0,75	2,50 b	1,13	1,50 d
T5 Mil-Agro	1,31	0,81	0,38 a	0,31	1,25 d
T6 Krypton	0,44	0,81	0,38 a	0,63	0,63 bc
T7 Score	0,75	1,06	0,19 a	0,69	0,13 ab
T8 Opera	0,63	0,75	0,31 a	0,38	0,13 ab
T9 Polimaxin	1,13	0,50	0,06 a	0,25	0,06 a
T10 Mezcla	1,00	0,81	0,63 ab	0,63	0,56 abc

Elaboración: Los autores.

De manera objetiva se puede apreciar en la figura 5.21, el comportamiento de la incidencia de antracnosis en la planta de tomate de árbol para tratamientos, notándose que en el transcurso de las evaluaciones donde se presentaron diferencias entre las comparaciones de las medias, el tratamiento T4 Excellent presenta una mayor incidencia durante todas las evaluaciones, los demás tratamientos presentan un comportamiento similar hasta la evaluación del día 120 en la que los tratamientos T7 Score, T8 Opera y T9 Polimaxin, presentan una menor incidencia de antracnosis en la planta. Los mejores tratamientos fueron T9 Polimaxin y T7 Score, que manifestaron el menor porcentaje de incidencia a lo largo de todas las evaluaciones, lo que ratifica los resultados obtenidos por CORPOICA (1999) en el control de antracnosis en tomate de árbol, donde se determinó que la menor incidencia de la enfermedad en el follaje y en residuos de la floración se obtiene con la aplicación de fungicidas



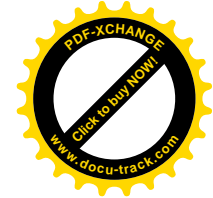
sistémicos a base de benomil y difenoconazole, cada dos meses en rotación.



Elaboración: Los autores.

Figura 5.21.- Curva de la incidencia de antracnosis en la planta en análisis individual.

El tratamiento T10 Mezcla presentó un alto porcentaje de incidencia al inicio de las evaluaciones, pero disminuyó paulatinamente con el transcurso del tiempo, por lo que se ubicó entre los mejores tratamientos en controlar la incidencia de antracnosis, además las plantas de este tratamiento sobresalieron al presentar un color verde intenso y una apariencia fértil, lo que coincide con los resultados obtenidos por Echeverri (2007), donde los tratamientos con caldo bórdeles (sulfato de cobre y cal agrícola) obtuvieron el mejor control de la incidencia de antracnosis en tomate de árbol y mostraron plantas con un verde intenso y apariencia fértil, lo que se atribuyó a efectos secundarios de la cal y el sulfato de cobre, los cuales pueden actuar



como elementos nutritivos para la planta y ayudar a mantener el equilibrio de iones de Hidrógeno libres en el suelo.

El tratamiento T4 Excellent tuvo los mayores porcentajes de antracnosis en la planta, por lo que fue considerado el tratamiento con el más bajo control de la enfermedad, lo que indica que este producto no tiene una eficiente actividad sistémica y puede lavarse fácilmente por efecto de las lluvias.

5.2.6. Severidad de antracnosis.

Al establecer los análisis de variancia para la severidad de antracnosis en tomate de árbol no se detectaron diferencias estadísticas para repeticiones, a excepción de las evaluaciones de los días 15 y 90 en las que se diferenció a nivel del 5% y en la del día 60 al 1%, para los tratamientos no se detectaron diferencias estadísticas, a excepción de la evaluación del día 150, en la que se diferenció a nivel del 1%; al desglosar los grados de libertad para tratamientos no se detectaron diferencias estadísticas entre los grupos de tratamientos establecidos, a excepción de la evaluación del día 150, en la que se diferenció a nivel del 1%, dentro de la comparaciones ortogonales tampoco se presentaron diferencias estadísticas, a excepción de la comparación G1 vs. G2,G3 que se diferenció en las evaluación del día 150 al nivel del 1%; la comparación G2 vs. G3 que se diferenció en la evaluación del día 150 a nivel del 1%. Además, no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos del grupo de los biológicos, de los ecológicos y de los químicos, a



excepción de la evaluación del día 120 entre los tratamientos del grupo de los ecológicos, las que se diferenciaron a nivel del 5% (ver Cuadro 5.22).

La severidad de antracnosis se encontró entre 0,28 de la evaluación del día 90 y 1,73 de la evaluación del día 15, con coeficientes de variación entre 2,90% a 7,14%.

La severidad promedio de antracnosis en la planta de tomate de árbol, fue mayor en la época de invierno, disminuyendo significativamente en la época de verano, lo que corrobora los resultados obtenidos por Girard (1987) donde se afirma que la estación seca es la época más favorable para la producción de tomate de árbol, puesto que las condiciones de sequía disminuyen la incidencia y la severidad de la antracnosis.

Cuadro 5.22.- Análisis de variancia para la severidad de antracnosis en tomate de árbol bajo el efecto de productos biológicos, ecológicos y químicos en Penileo, Píllaro, Tungurahua.

Fuentes de variación	G.L.	Evaluaciones Quincenales				
		Evaluación 15	Evaluación 30	Evaluación 45	Evaluación 60	Evaluación 75
TOTAL	39					
REPETICIONES	3	0,01*	0,01 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,04**	0,01 ^{ns}
TRATAMIENTOS	(9)	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}
ENTRE GRUPOS	3	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,01 ^{ns}
G4 vs. G1,G2,G3	1	0,00 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,02 ^{ns}
G1 vs. G2,G3	1	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}
G2 vs. G3	1	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}
D G1 (Biológicos)	2	0,01 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,00 ^{ns}
D G2 (Ecológicos)	2	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,03 ^{ns}
D G3 (Químicos)	2	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}
Error	27	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
\bar{X} (grado)		1,73	1,08	0,99	1,28	0,54
\bar{X} transformado (grado)		1,67	1,65	1,56	1,66	1,52
CV (%)		2,90	4,06	5,36	4,07	5,51

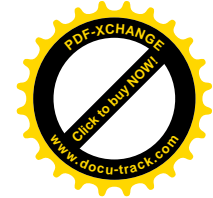
Fuentes de variación	G.L.	Evaluaciones Quincenales				
		Evaluación 90	Evaluación 105	Evaluación 120	Evaluación 135	Evaluación 150
TOTAL	39					
REPETICIONES	3	0,03 [*]	0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}
TRATAMIENTOS	(9)	0,01 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,02 ^{**}
ENTRE GRUPOS	3	0,01 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,04 ^{**}
G4 vs. G1,G2,G3	1	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}
G1 vs. G2,G3	1	0,02 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,02 ^{**}
G2 vs. G3	1	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,10 ^{**}
D G1 (Biológicos)	2	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}
D G2 (Ecológicos)	2	0,01 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,04 [*]	0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}
D G3 (Químicos)	2	0,01 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}
Error	27	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
\bar{X} (grado)		0,28	0,38	0,35	0,44	0,63
\bar{X} transformado (grado)		1,54	1,52	1,51	1,50	1,51
CV (%)		5,88	5,76	7,14	4,47	2,91

Elaboración: Los autores.

5.2.6.1. Severidad de antracnosis por grupos.

Al comparar los grupos, en las evaluaciones de los días 120 y 105 se manifestaron diferencias entre las comparaciones de las medias de los grupos con la prueba de Duncan al 5%, el grupo químico se encontró ocupando el primer lugar del primer rango con la menor severidad de antracnosis, sin embargo el resto de grupos no llega a superar el grado uno (ver Cuadro 5.23).

De manera objetiva se puede apreciar en la Figura 5.22, el comportamiento de la severidad de antracnosis en tomate de árbol en grupos, notándose que la severidad en todos los grupos disminuye hasta la evaluación del día 90, luego de la cual vuelve a



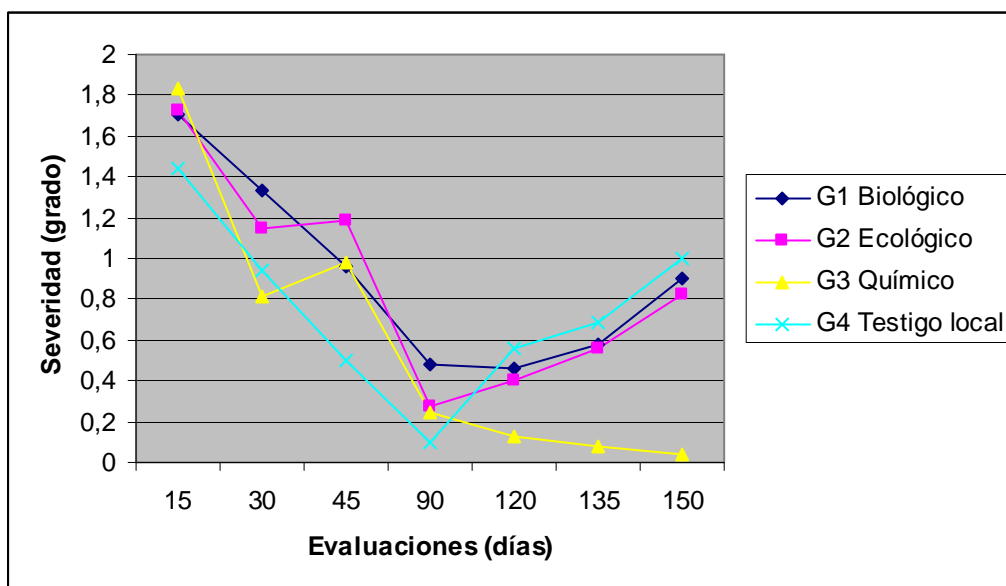
incrementarse, excepto en el grupo de los químicos, en el que sigue disminuyendo.

Cuadro 5.23.- Efecto de los grupos de tratamientos en la severidad de antracnosis de tomate de árbol. Duncan 5 %.

GRUPOS	Evaluación 15	Evaluación 30	Evaluación 45	Evaluación 60	Evaluación 75
G1 Biológico	1,71	1,33	0,96	1,35	0,50
G2 Ecológico	1,73	1,15	1,19	1,19	0,65
G3 Químico	1,83	0,81	0,98	1,25	0,42
G4 Testigo local	1,44	0,94	0,50	1,38	0,75

GRUPOS	Evaluación 90	Evaluación 105	Evaluación 120	Evaluación 135	Evaluación 150
G1 Biológico	0,48	0,44	0,46 b	0,58	0,90 bc
G2 Ecológico	0,27	0,46	0,40 ab	0,56	0,82 c
G3 Químico	0,25	0,21	0,13 a	0,08	0,04 a
G4 Testigo local	0,10	0,44	0,56 ab	0,69	1,00 b

Elaboración: Los autores.



Elaboración: Los autores.

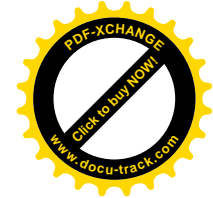
Figura 5.22.- Curva de la severidad de antracnosis en análisis grupal.

Del análisis anterior, se puede apreciar que la severidad de todos los grupos se encontró entre grado 0 y grado 2, según la escala

diagramática de CORPOICA (1999) para severidad de antracnosis en tomate de árbol, es decir, la severidad dominante fue equivalente a frutos con síntomas y no a frutos con signos, entendiendo por síntomas, puntos necróticos, áreas hundidas y cloróticas y manchas pequeñas de color café necróticas y por signos, lesiones esporuladas. Estos resultados difieren con los obtenidos por CORPOICA (1999) en el control de antracnosis en tomate de árbol, en los que se confirmó que los frutos con signos superan en 30% al número de frutos con síntomas a través de todas las evaluaciones.

El grupo químico presentó la severidad con grado más bajo al analizar todas las evaluaciones, resultado que confirma lo encontrado por Tozze (2008) en el control de antracnosis en el cultivo de pimiento, ya que fungicidas del grupo químico como azoxistrobina, carbendazim, tiabendazol, tebuconazol y clorotalonil, presentaron severidades bajas en comparación a otro tipo de tratamientos.

El grupo ecológico presentó un comportamiento aceptable en el control de la severidad de la antracnosis, aunque presentó grados de severidad mayores a los del grupo químico, lo que valida los resultados obtenidos por INIAP (2008) en el trabajo “Generación y difusión de alternativas tecnológicas para mejorar la productividad del tomate de árbol y babaco en la sierra ecuatoriana”, ya que se indica que la severidad de la antracnosis es mayor al tener un control con productos ecológicos que utilizando productos químicos.



5.2.6.2. Severidad de antracnosis por tratamientos.

Al analizar todos los tratamientos mediante comparaciones entre sus medias bajo la prueba de Duncan al 5%, únicamente se encontraron diferencias en la evaluación del día 150, en donde los tratamientos químicos T7 Score, T8 Opera y T9 Polimaxin, ocuparon el primer rango y el tratamiento ecológico T4 Excellent se ubicó en el último rango (ver Cuadro 5.24).

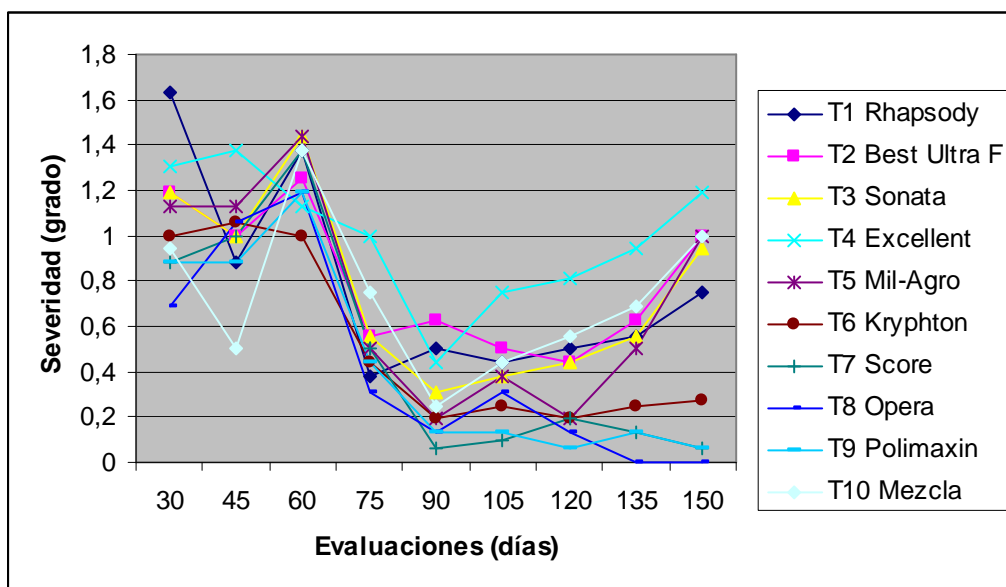
De manera objetiva se puede apreciar en la figura 5.23, el comportamiento de la severidad de antracnosis en tomate de árbol en tratamientos, notándose que en el transcurso de las evaluaciones donde se presentaron diferencias entre las comparaciones de las medias, se presentó un comportamiento similar hasta la evaluación del día 90, luego de la cual se marcaron diferencias, siendo más notorio que el tratamiento T4 Excellent presentó una mayor severidad y los tratamientos T7 Score, T8 Opera y T9 Polimaxin, presentaron una menor severidad de antracnosis.

Cuadro 5.24.- Efecto de los tratamientos en estudio sobre la severidad de antracnosis de tomate de árbol. Duncan 5%.

TRATAMIENTOS	Evaluaciones Quincenales				
	Evaluación 15	Evaluación 30	Evaluación 45	Evaluación 60	Evaluación 75
T1 Rhapsody	1,81	1,63	0,88	1,38	0,38
T2 Best Ultra F	1,56	1,19	1,00	1,25	0,56
T3 Sonata	1,75	1,19	1,00	1,44	0,56
T4 Excellent	1,88	1,31	1,38	1,13	1,00
T5 Mil-Agro	1,50	1,13	1,13	1,44	0,50
T6 Krypton	1,81	1,00	1,06	1,00	0,44
T7 Score	1,81	0,88	1,00	1,38	0,50
T8 Opera	1,75	0,69	1,06	1,19	0,31
T9 Polimaxin	1,94	0,88	0,88	1,19	0,44
T10 Mezcla	1,44	0,94	0,50	1,38	0,75

TRATAMIENTOS	Evaluaciones Quincenales				
	Evaluación 90	Evaluación 105	Evaluación 120	Evaluación 135	Evaluación 150
T1 Rhapsody	0,50	0,44	0,50	0,56	0,75 cde
T2 Best Ultra F	0,63	0,50	0,44	0,63	1,00 cde
T3 Sonata	0,31	0,38	0,44	0,56	0,94 cde
T4 Excellent	0,44	0,75	0,81	0,94	1,19 e
T5 Mil-Agro	0,19	0,38	0,19	0,50	1,00 de
T6 Krypton	0,19	0,25	0,19	0,25	0,27 cd
T7 Score	0,06	0,10	0,19	0,13	0,06 ab
T8 Opera	0,13	0,31	0,13	0,00	0,00 ab
T9 Polimaxin	0,13	0,13	0,06	0,13	0,06 a
T10 Mezcla	0,25	0,44	0,56	0,69	1,00 bc

Elaboración: Los autores.



Elaboración: Los autores.

Figura 5.23.- Curva de la severidad de antracnosis en análisis individual.

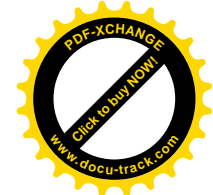
Del análisis anterior, los tratamientos T9 Polimaxin, T7 Score y T8 Opera presentaron las menores severidades de antracnosis en las plantas de tomate de árbol, ocupando los primeros rangos en la evaluación. Cabe recalcar que los ingredientes activos de T8 Opera

son epoxiconazole + pyraclostrobin (derivado de la estrobirulina), con lo que se comparten los resultados de la investigación “Eficiência de fungicidas no controle da antracnose e da mancha angular do feijoeiro comum (Eficiencia de fungicidas en el control de mancha angular y antracnosis en fréjol común)” realizado por Rava (s/f), el cual indica que la estrobirulina pyraclostrobin sola o combinada con otros fungicidas como epoxiconazole, tebuconazole y metil-tiofanato, reducen significativamente la severidad del patógeno.

El tratamiento T6 Kryphton les siguió en efectividad a los tratamientos químicos, al obtener valores bajos de severidad, afirmación que se valida con el proyecto IQ-CV-008 desarrollado por INIAP (2008), el que indica que el mejor tratamiento dentro del grupo ecológico en el control de la severidad de antracnosis es el Metalsulfoxilate, ingrediente activo de T6 Kryphton.

Los tratamientos T2 Best Ultra F y T3 Sonata, presentaron severidades altas de antracnosis, lo que confirma los trabajos realizados por Mc Cracken y Swinburne (1979), quienes encontraron que *Bacillus* sp. aislado de hojas de cítricos, promueve la formación de apresorios en *Colletotrichum gloeosporioides*, debido a la competencia por nutrientes, lo que se traduce en altas severidades, mas no en altas incidencias.

EL tratamiento T10 Mezcla no presentó un comportamiento constante en el control de la severidad de antracnosis a través del tiempo, obteniendo valores altos en la etapa final, debido a la disminución de la efectividad del producto al considerar que fue aplicado una sola vez, al



inicio de la investigación. Estos resultados corroboran la investigación realizada por Fernández (s/f) para el control de antracnosis en cultivos de aguacate, donde se logró determinar que los tratamientos basados en productos cúpricos presentaron una alta severidad de la enfermedad en las etapas finales del intervalo de aplicaciones.

5.2.7. Otras enfermedades.

El análisis de la relación existente entre el control ejercido por los tratamientos evaluados de antracnosis y otras enfermedades se realizó mediante el área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ver Cuadro 5.25).

Cuadro 5.25.- Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC) de las enfermedades de cada uno de los tratamientos evaluados.

AUDPC ENFERMEDADES						
Tratamientos	Antracnosis	Alternaria	Esclerotinia	Cenicilla	Botritis	
T1 Rhapsody	173,25	544,80	94,35	313,73	104,40	Mayor AUDPC
T2 Best Ultra F	185,40	654,98	27,23	400,65	104,33	Menor AUDPC
T3 Sonata	178,88	576,75	64,05	327,83	114,00	
T4 Excellent	224,40	531,30	118,20	281,10	127,73	
T5 Mil-Agro	141,23	528,30	59,70	407,55	107,78	
T6 Krypton	132,00	581,93	54,60	289,95	106,13	
T7 Score	157,20	659,63	45,08	304,65	142,05	
T8 Opera	140,40	562,58	89,18	290,78	111,68	
T9 Polimaxin	136,95	548,48	101,33	417,98	97,35	
T10 Mezcla	185,70	640,58	118,73	287,03	137,85	

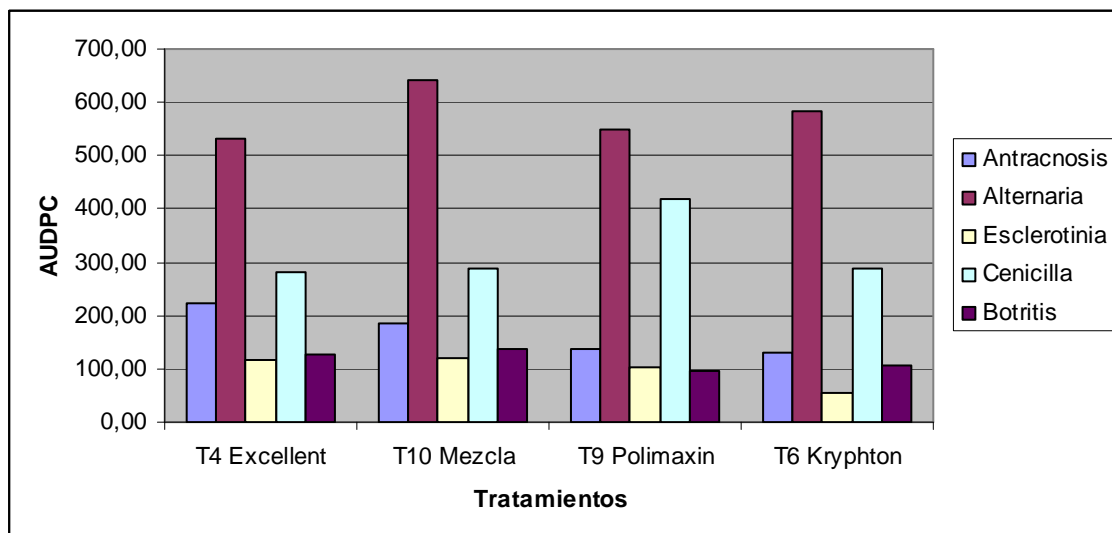
Fuente: Los autores.

Del análisis anterior, se determinó que el tratamiento T4 Excellent y el tratamiento T10 Mezcla obtuvieron las mayores AUDPC, por lo que no fueron funcionales para el control de antracnosis, sin embargo el tratamiento T4 Excellent, fue el más efectivo para alternaria y cenicilla, y el tratamiento T10 Mezcla fue efectivo únicamente para cenicilla.

Los tratamientos T6 Krypton y T9 Polimaxin obtuvieron los menores AUDPC, por lo que fueron los mejores tratamientos en el control de antracnosis en la planta, siendo el tratamiento T6 Krypton exclusivo para el control de la antracnosis, mientras que el tratamiento T9 Polimaxin, también fue efectivo en el control de la incidencia de botritis, no así en el control de cenicilla.

Además, se determinó que ninguno de los tratamientos presentó un control efectivo de la incidencia de más de dos enfermedades.

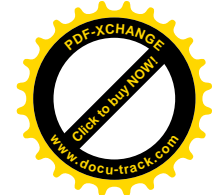
El análisis anterior puede apreciarse más fácilmente en la Figura 5.24.



Elaboración: Los autores.

Figura 5.24.- Comportamiento de los valores de AUDPC en cada enfermedad de los tratamientos representativos.

Además se establecieron gráficos para comparar la incidencia y severidad de la antracnosis con cada una de las otras enfermedades, cuya información se encuentra en los Anexos 1, 2, 3 y 4.



5.3. Fase de extensión.

La conferencia se realizó en la casa comunal de Penileo y contó con la asistencia de varios miembros de la comunidad, entre los que se encontraron técnicos, agricultores, jornaleros y personas interesadas en el tema. Contó con la participación del Ing. Flavio Padilla y del Ing. Norman Soria, quienes aportaron conocimientos técnicos en beneficio de los pobladores del sector (ver Anexo 5).

En la conferencia se realizó la presentación detallada de la opción tecnológica de control de antracnosis desarrollada con los resultados de la investigación, y además, técnicas de manejo agronómico del cultivo y alternativas de control de las enfermedades, en base a la información obtenida en el transcurso de la investigación sobre las deficiencias presentes en los agricultores de la zona en el manejo del cultivo y el control de enfermedades (ver Anexo 6).

La opción tecnológica desarrollada es una metodología para el manejo integrado de la antracnosis en tomate de árbol en la comunidad de Penileo, la cual se basa en la integración de prácticas de manejo agronómico del cultivo, prácticas culturales y uso de productos biológicos, ecológicos y químicos, utilizando para ello el calendario de aplicaciones de productos en las diferentes etapas fenológicas del tomate de árbol, que se describe en la Tabla 5.1.

Esta metodología, permitirá disminuir significativamente la incidencia de antracnosis en tomate de árbol y por ende las pérdidas ocasionadas por ésta enfermedad, logrando obtener una mejor calidad del fruto y mejores rendimientos, lo que mejorará la posición socioeconómica de los agricultores de la comunidad Penileo.

Tabla 5.1.- Calendario de aplicaciones de productos en las diferentes etapas fenológicas del tomate de árbol.

Etapas fenológicas del tomate de árbol			
Desarrollo vegetativo	Floración y amarre	Crecimiento del fruto	Cosecha
Utilizar los productos químicos Opera y Polimaxin, y el producto ecológico Kryphton.	Utilizar los productos químicos Opera y Polimaxin, y el producto biológico Rhapsody.	Utilizar los productos químicos Score y Polimaxin, y el producto biológico Rhapsody.	Utilizar el producto químico Polimaxin, el producto biológico Best Ultra F, y el producto ecológico Kryphton.
Realizar aplicaciones con estos productos en rotación, con sus dosis comerciales, con intervalos de aplicación en verano de tres semanas y en invierno cada dos semanas, tomando en cuenta el ataque de la enfermedad en la planta, y el tiempo de residualidad del producto en los frutos			

Elaboración: Los autores.

Además, se realizó una visita al predio donde se estableció la investigación con el propósito de demostrar los resultados obtenidos, a manera de día de campo, donde se les impartió a los asistentes un refrigerio (ver Anexo 7).

Al finalizar la conferencia se entregó a los asistentes el folleto técnico con toda la información tratada durante el transcurso de la conferencia, a fin de que los agricultores de la comunidad lo tengan como medio de consulta, enfatizando que la constancia y la aplicación en conjunto de lo explicado les permitirá obtener buenos resultados a mediano y largo plazo (ver Anexo 8).

5.4. Análisis económico.

5.4.1. Precio finca.

Siguiendo la metodología del análisis de presupuesto parcial según Perrín *et al.* (1981) se procedió a obtener el beneficio bruto que corresponde al rendimiento de ocho cosechas por el precio de venta en finca, por otro lado se obtuvieron los costos variables de cada uno de los tratamientos

que corresponden a los precios de los productos por la mano de obra de su aplicación, de la diferencia de los beneficios brutos con los costos variables se obtuvieron los beneficios netos (ver Cuadro 5.26).

Cuadro 5.26.- Beneficio bruto, costo variable y beneficio neto de los tratamientos en estudio para controlar antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*). Precio finca.

TRATAMIENTOS	BENEFICIO BRUTO	COSTOS VARIABLES	BENEFICIO NETO
T1 Rhapsody	36068,27	13279,45	22788,82
T2 Best Ultra F	40810,93	9738,26	31072,67
T3 Sonata	30191,49	12317,17	17874,33
T4 Excellent	37185,20	4618,94	32566,26
T5 Mil-Agro	36429,12	4306,20	32122,92
T6 Kryphton	42340,26	4532,33	37807,93
T7 Score	27304,66	8602,77	18701,89
T8 Opera	36171,37	10885,78	25285,59
T9 Polimaxin	36446,30	11487,20	24959,10
T10 Mezcla	30328,96	3983,83	26345,13

Elaboración: Los autores.

Colocando los beneficios netos en orden decreciente acompañado de sus costos variables, se procedió a realizar el análisis de dominancia, donde tratamiento dominado es aquel que a igual o menor beneficio neto, presenta un mayor costo variable, de este análisis se determinó que los únicos tratamientos no dominados fueron T6 Kryphton y T5 Mil – Agro (ver Cuadro 5.27).

Con los tratamientos no dominados se procedió a establecer el análisis marginal encontrando que la mejor alternativa económica constituye T6 Kryphton pues por cada dólar invertido se obtuvo un retorno de 25, 14 dólares (ver Cuadro 5.28).

Cuadro 5.27.- Análisis de dominancia de los tratamientos en estudio para controlar antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*). Precio finca.

TRATAMIENTOS	BENEFICIO NETO	COSTOS VARIABLES	T D
T6 Krypton	37807,93	4532,33	
T4 Excellent	32566,26	4618,94	*
T5 Mil-Agro	32122,92	4306,20	
T2 Best Ultra F	31072,67	9738,26	*
T10 Mezcla	26345,13	3983,83	*
T8 Opera	25285,59	10885,78	*
T9 Polimaxin	24959,10	11487,20	*
T1 Rhapsody	22788,82	13279,45	*
T7 Score	18701,89	8602,77	*
T3 Sonata	17874,33	12317,17	*

Elaboración: Los autores.

Cuadro 5.28.- Análisis marginal de los tratamientos no dominados.

TRATAMIENTOS	BENEFICIO NETO	COSTOS VARIABLES	Δ BN	Δ CV	TIR M
T6 Krypton	37807,93	4532,33	5685,00	226,14	25,14
T5 Mil-Agro	32122,92	4306,20			

Elaboración: Los autores.

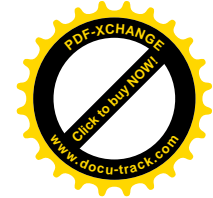
5.4.2. Precio mercado.

En el cuadro 5.29 se presenta el beneficio bruto, costos variables y beneficio neto de los tratamientos en estudio bajo el precio de mercado.

Cuadro 5.29.- Beneficio bruto, costo variable y beneficio neto de los tratamientos en estudio para controlar antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*). Precio mercado.

TRATAMIENTOS	BENEFICIO BRUTO	COSTOS VARIABLES	BENEFICIO NETO
T1 Rhapsody	81973,33	13279,45	68693,89
T2 Best Ultra F	92752,10	9738,26	83013,84
T3 Sonata	68617,03	12317,17	56299,86
T4 Excellent	84511,81	4618,94	79892,87
T5 Mil-Agro	82793,46	4306,20	78487,26
T6 Krypton	96227,87	4532,33	91695,54
T7 Score	62056,04	8602,77	53453,27
T8 Opera	82207,65	10885,78	71321,88
T9 Polimaxin	82832,51	11487,20	71345,31
T10 Mezcla	68929,46	3983,83	64945,63

Elaboración: Los autores.



Luego del análisis de dominancia se determinó que bajo el precio de mercado los únicos tratamientos no dominados fueron el T6 Kryphton, T5 Mil – Agro y T10 Mezcla (ver Cuadro 5.30).

Cuadro 5.30.- Análisis de dominancia de los tratamientos en estudio para controlar antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*). Precio mercado.

TRATAMIENTOS	BENEFICIO NETO	COSTOS VARIABLES	T D
T6 Kryphton	91695,54	4532,33	
T2 Best Ultra F	83013,84	9738,26	*
T4 Excellent	79892,87	4618,94	*
T5 Mil-Agro	78487,26	4306,20	
T9 Polimaxin	71345,31	11487,20	*
T8 Opera	71321,88	10885,78	*
T1 Rhapsody	68693,89	13279,45	*
T10 Mezcla	64945,63	3983,83	
T3 Sonata	56299,86	12317,17	*
T7 Score	53453,27	8602,77	*

Elaboración: Los autores.

Al establecer el análisis marginal bajo el precio de mercado se determinó que las mejores opciones económicas constituyen los tratamientos T6 Kryphton y T5 Mil-Agro, pues alcanzaron unas excelentes tasas internas de retorno marginal (ver Cuadro 5.31)

Cuadro 5.31.- Análisis marginal de los tratamientos no dominados.

TRATAMIENTOS	BENEFICIO NETO	COSTOS VARIABLES	Δ BN	Δ CV	TIR M
T6 Kryphton	91695,54	4532,33	13208,27	226,14	58,41
T5 Mil-Agro	78487,26	4306,20	13541,64	322,36	42,01
T10 Mezcla	64945,63	3983,83			

Elaboración: Los autores.

Luego de los dos análisis establecidos con el precio de la finca y precio del mercado se determina que el tratamiento T6 Kryphton se constituye en la mejor alternativa pues no es sensible al cambio de precio.



VI. CONCLUSIONES

- El agente causal de antracnosis fue aislado y purificado en medio de cultivo agar papa dextrosa (PDA), en base a características macro y microscópicas del género *Colletotrichum*; con el que se obtuvo un 100% de frutos afectados en las pruebas de patogenicidad realizadas.
- Los productos Score, Opera y la Mezcla (sulfato de cobre, cal agrícola y aceite agrícola) no permitieron el crecimiento de la antracnosis *in vitro* a lo largo de todas las evaluaciones.
- El producto Mil-Agro presentó una contaminación bacteriana ajena a cualquier tratamiento evaluado.
- La Mezcla (sulfato de cobre, cal y aceite agrícola) se constituyó en el más eficiente de los grupos en estudio, pues no permitió el crecimiento del patógeno a lo largo de todas las evaluaciones.
- El grupo de tratamientos ecológicos fue el menos funcional, presentó un mayor crecimiento *in vitro*, inclusive mayor que el testigo.
- Los tratamientos más funcionales que evitaron el crecimiento del hongo causante de antracnosis fueron Score, Opera y la Mezcla (sulfato de cobre más cal agrícola más aceite agrícola).
- Los tratamientos del grupo ecológico no resultaron funcionales para el amarre de frutos, pues apenas alcanzaron un 3,38%, mientras que los del grupo biológico y químico, e inclusive el testigo local, superaron el 5%.
- El tratamiento químico para el control de antracnosis T9 Polimaxin, dio lugar a un mayor porcentaje de amarre de frutos con un 6,08%, mientras

que el menos funcional se constituyó el tratamiento T5 Mil-Agro, que apenas logró un amarre del 2,66%.

- En términos generales, los tratamientos químicos controlaron más eficientemente la antracnosis, pues presentaron un promedio de apenas 7,35% de incidencia en frutos. El grupo de tratamientos ecológicos son los menos funcionales pues tras su aplicación el porcentaje de incidencia superó el 25% debido a que el modo de acción de estos es principalmente protectante.
- Los tratamientos del grupo químico presentaron la más baja incidencia, con promedios inferiores al 10%, destacado T7 Score con apenas 3,35%. Los tratamientos menos funcionales fueron T5 Mil-Agro y T6 Kryphton, que corresponden al grupo ecológico y superaron el 27% de incidencia de antracnosis en frutos.
- Los rendimientos en época de invierno fueron más bajos que en época de verano, debido a que el tomate de árbol en la primera época, se presentaba en plena floración y crecimiento de frutos, dando lugar a una disminución del número de frutos cosechados, mientras que en verano se produjo el pico de la producción. A pesar de que no existieron diferencias significativas, el tratamiento que mayor rendimiento presentó tanto en época de verano como de invierno fue T6 Kryphton.
- Todos los tratamientos superaron en rendimiento a T10 Mezcla (testigo local), a excepción de T3 Sonata y T7 Score cuyos rendimientos totales no alcanzaron a 50 kg.parcela⁻¹.
- Con los tratamientos del grupo químico se logró una mejor calidad de fruto en base al peso en la época de verano, mientras que en invierno

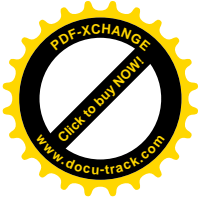


los grupos biológicos, ecológicos y químicos presentaron calidades similares.

- Bajo la aplicación de los productos químicos T8 Opera y T9 Polimaxin se produjo una mejor calidad de frutos en verano y en invierno sólo con T9 Polimaxin.
- A pesar que el porcentaje de incidencia y el grado de severidad es bajo en cada uno de los grupos, los químicos se destacan por presentar los menores promedios de esta enfermedad, especialmente a partir del día 75.
- Prácticamente el producto químico Polimaxin llega a inhibir totalmente a la antracnosis, pues el promedio de incidencia a los 150 días fue de 0,06, mientras que en severidad todos los químicos, (T7 Score, T8 Opera y T9 Polimaxin) tienden a controlar esta enfermedad.
- Tomando en cuenta el área bajo la curva, los tratamientos T4 Excellent y T10 Mezcla no fueron eficientes para antracnosis; sin embargo, T4 fue el más efectivo para alternaría y cenicilla, y T10 fue efectivo únicamente para cenicilla. Los tratamientos T6 Kryphton y T9 Polimaxin fueron los más funcionales, pues presentaron las menores áreas bajo curva, siendo T6 exclusivo para antracnosis y T9 fue efectivo en el control de botritis.
- Ninguno de los tratamientos evaluados presentó un control efectivo para más de dos enfermedades.
- Económicamente, el tratamiento ecológico T6 Kryphton se constituyó en la mejor opción, pues presentó excelentes tasas internas de retorno marginales, tanto con el precio de finca como con el precio del mercado.

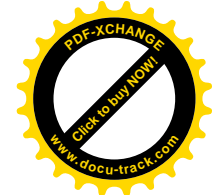


- La fase de extensión tuvo una gran aceptación por parte de los agricultores de la comunidad de Penileo, con lo que se logró incentivar la implementación de mejoras técnicas en el manejo del cultivo de tomate de árbol.



VII. RECOMENDACIONES

- Debido a la gran variabilidad genética existente en los aislamientos del género *Colletotrichum*, es recomendable realizar caracterizaciones moleculares, junto a estudios epidemiológicos y biológicos que determinen el comportamiento del hongo en nuestro medio.
- Se recomienda el tratamiento T6 Kryphton porque se obtuvieron las tasas internas de retorno marginal más altas, calculadas con el precio de finca y con el precio de mercado, y porque no es sensible al cambio de precio, además porque es el que ocupa el primer lugar en producción de todos los tratamientos evaluados.
- Si se bajara el precio de mercado de T9 Polimaxin, podría constituirse una buena alternativa económica en el control de la antracnosis, ya que los resultados obtenidos en los rendimientos, calidad de fruto, incidencia y severidad y amarre de frutos demuestran que es un producto de excelente calidad, no tanto así en el análisis económico, el cual obtuvo una de las más bajas calificaciones.
- Es necesario hacer estudios muy claros sobre T10 Mezcla, ya que es un producto controlador del cual no se obtiene información clara sobre la forma de actuar en el control de patógenos. Dentro de esto, cabe recalcar que hay que evaluar los diferentes tipos de caldos bordeleses que se pueden



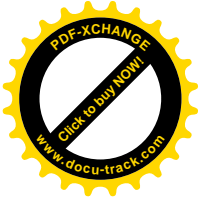
obtener en el mercado, así también nuevas dosis con los componentes T10.

- Se recomienda utilizar el calendario de aplicaciones de productos en las diferentes etapas fenológicas del tomate de árbol desarrollado en base a los resultados obtenidos en la investigación.
- Por la influencia directa del manejo agronómico del cultivo en el desarrollo y control de la enfermedad, es indispensable realizar una investigación más a fondo en este campo con la participación directa de los agricultores, en distancias de plantación, amarre, sistemas de producción, fertilización orgánica, podas, etc.

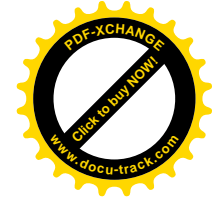


VIII. BIBLIOGRAFÍA

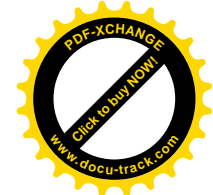
- AGRAQUEST. 2009. *“Rhapsody fungicida. Performance y flexibilidad que usted necesita para maximizar su utilidad”*, Ficha técnica.
- AGRIOS, G. 2002. *“Fitopatología”*, Editorial Limusa S.A de C.V, México.
- ALARCÓN, J. 2008. *“Diagnóstico precoz de la antracnosis (**Colletotrichum gloeosporioides**) en tomate de árbol mediante el empleo de infecciones quiescentes”*, Universidad de Caldas, Programa de Agronomía, Colombia.
- AMAYA, J. 2006. *“Tomate de árbol. Biodiversidad y conservación de los recursos fitogenéticos andinos”*, Gerencia general de recursos naturales y conservación del medio ambiente, Perú.
- ARANZAZU, F. y RONDÓN, G., 1999, *“Manejo productivo del cultivo del tomate de árbol y de la Antracnosis (**Colletotrichum gloeosporioides (Penz.)**, **Penz. & Sacc.**)*, Colombia: Boletín Divulgativo CORPOICA-PRONATTA.
- ARBOLEDA, A., 2007, *“Antracnosis del tomate de árbol”*, BAYER, Consultado el 28 de julio de 2009, Fuente de Internet: <http://periodicoellabriego.com:8080/EILabriego/periodicoService?task=fileView&columnald=202>
- ARNAO, E. 1997. *“Identificación del agente causal de la antracnosis de los frutos de la fresa”*, Revista de la Sociedad Venezolana de Fitopatología, Facultad de Agronomía, Instituto de Botánica, Venezuela.



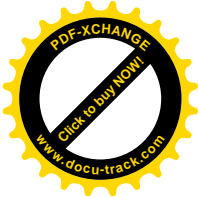
- BADEL, J. 1994. “*Inhibición in vitro de Colletotrichum gloeosporioides y otros hongos fitopatógenos por filtrados de cultivos de Bacillus subtilis*”, Fitopatología colombiana, vol. 18.
- BALLEY, J. CONELL, R. PRING, J. and NASH, C. 1992. “*Infection Strategies of Colletotrichum Species*.”
- BATLE, A. y ESTRADA, G. s/f. “*Actividad fúngica de triazoles y bencimidazoles sobre Colletotrichum spp., agente causal de la antracnosis en la fase de poscosecha de fruta bomba*”, Instituto de investigaciones de sanidad ambiental, Cuba.
- BERNSTEIN, B. ZHER, E. DEAN, R. and SHABI, E. 1995. “*Characteristics of Colletotrichum from peach, apple, pecan, and other hosts*”, Plant Dis (79).
- BOHS, L. 1995, “*Transfer of Cyphomandra and its species to Solanum*”, En: taxon 44.
- 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.
- BRAVO, O.N. 1993. “*Efecto in vitro de Bacillus sp. sobre el crecimiento, esporulación y germinación de conidias y esporas de nueve hongos*”, Fitopatología Colombiana. Volumen 17 No. 2, Colombia.
- CEDEÑO, L. MOHALI, S. y PALACIOS, E. 1993, “*Antracnosis causada por dos cepas de Glomerelia singulata en frutos de parchita*”, Fitopatología, Venezuela.



- CERÓN, L. 2006, “Crecimiento y desarrollo de **Colletotrichum gloeosporioides f. alatae** durante su cultivo en medios líquidos”, Universidad Nacional de Colombia, Departamentos de Biología, Química y Biotecnología, Colombia.
- CODESO. 2007, “Mapa parroquial de la provincia de Tungurahua”, Consultado el 7 de agosto de 2009, Fuente de Internet: http://www.codeso.com/TurismoEcuador/Mapa_Tungurahua.html
- 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.
- 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.
- CORPORACIÓN COLOMBIANO DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA (CORPOICA). 2001. “Manejo productivo del cultivo de tomate de árbol y de la antracnosis”, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Boletín informativo, Colombia.



- DE OLIVEIRA, M. 2003, “*Etiología y control químico de la aceituna jabonosa causada por **Colletotrichum***”, Tesis de grado, Universidad de Córdoba, Departamento de Agronomía, fichero mecanizado de tesis doctorales, España.
- DHYNGRA, O. 1995. “*Basic plant pathology methods*”. CRC Press.
- ECHEVERRI, L. 2007. “*Evaluación de fungicidas cúpricos para el control de antracnosis (**Colletotrichum gloeosporioides**) del tomate de árbol en el Municipio de Río Negro*”, Universidad Católica de Oriente, Revista N° 24, Colombia.
- FEMENÍA, M. 2007. “*Caracterización química de cepas de hongos del género **Colletotrichum**: Síntesis de gloeosporiol. Diseño y síntesis de modelo de agentes fungiestáticos*”, Tesis de grado, Universidad de Cádiz, Facultad de Ciencias, Departamentos de química orgánica, España.
- FERNÁNDEZ, J. TAPIA, M. CORIA, V. ANGUIANO, J. OCHOA, S. GUILLÉN, H. LARA, B. GUTIERREZ, M. SANBRIA, M y CHAVEZ, J. s/f. “*Control biológico de la antracnosis (**Colletotrichum gloeosporioides penz**), en el cultivo de aguacate (**Persea americana mill. cv hass**) en Michoacán, México*”, CIRPAC INIFAP – UMSNH – NUTRIDELAGRO, México, Consultado el 28 de agosto de 2009, Fuente de Internet: <http://chile.apeamac.com/es/Resumen/2b-64.pdf>
- FRENCH, E. 1980. “*Métodos de investigación fitopatológica y aislamiento de fitopatógenos*”, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Costa Rica.
- FRUQUINA. 2007. “*Manual fitosanitario para la protección de cultivos de fruta pequeña de clima frío moderado*”, Corporación PBA, Boletín técnico, Colombia.



- FUENTES, P. 2006. “Evaluación *in vitro* de la acción de distintos fungicidas sobre un aislado de ***Colletotrichum*** sp. obtenido de frutos de tomate agroindustrial”, Universidad de Talca, Chile.
- GAMAGAE, S. SIVAKUMAR, D. WILSON, R. and WIJESUNDERA, L. 2003. “Use of sodium bicarbonate and ***Candida oleophila*** to control anthracnose in papaya during storage” Science Direct, Sri Lanka, Consultado el 28 de agosto de 2009, Fuente de Internet: linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0261219403000462
- GIRARD, E. y LOBO, M. 1987, “El cultivo del tomate de árbol (***Cyphomandra betacea*** (Cav.) Sendt.)”, Manual de asistencia técnica No. 32. Bogotá: Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).
- GODWIN, J. 2000, “Picoxystrobin: A new strobirulin fungicide for use on cereals”, Proceedings of the brit, Crop Prot, Conference pests and diseases.
- GÓMEZ, J. 1993. “Evaluación de fungicidas y algunas prácticas culturales en el control de la Antracnosis en el Tomate de Árbol”. ASCOLFI.
- GRIJALVA, J. 2004. “Fruticultura: Cultivo de tomate de árbol”. Sangolquí.
- GUNNEL, P.S., and GUBLER, W. 1992. “Taxonomy and morphology of ***Colletotrichum*** species pathogenic to strawberry” Mycología.
- HOLLIDAY, P. 1989, “Fungus diseases on tropical crops”, Dover Publication INC., New York.
- INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES (INIAP). 2008. “Generación y difusión de alternativas tecnológicas para mejorar la productividad del tomate de árbol y babaco en la sierra ecuatoriana”, INIAP



Estación Santa Catalina, Consultado el 14 de junio de 2009, Fuente de Internet: <http://www.mag.gov.ec/promsa/Resumen%20%20IQ-CV-008.htm>

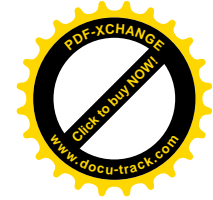
- INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES. (INIAP). 2004. *"Manual del cultivo del tomate de árbol"*. Editorial Tecnigrava. Ecuador
- JARVIS, M. 1994. *"The effect of environmental factors on **Colletotrichum gloeosporioides**, the causal agent of mango Anthracnoses"*, Plant Pathology.
- LEBN, J. 1996. *"Guía para el cultivo de tomate de árbol"* INIAP-COTESU, Ecuador.
- LENNE, J. and BROWN, A. 1991, *"Factors influencing the germination of pathogenic and weakly pathogenic isolates of **Colletotrichum gloeosporioides** on leaf surfaces of **Stylosanthes guianensis**"*, Mycological research, 95.
- LENNE, J. y PARBERRY D. 1976. *"Phyllosphere antagonists and appressorium formation in **Colletotrichum gloeosporioides**"*, Notes and brief articles, Trans, BR, Mycology, Soc, Vol 66.
- Mc CRACKEN, A. and SWIMBURN, T. 1979, *"Siderophores produced by saprophytic bacteria as stimulants of germination of conidia of **Colletotrichum musae**"*, Physiological Plant Pathology, 15.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA (MAG). 1990. *"Primer congreso nacional de fruticultura PROTECA"*, Boletín, Ecuador.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA (MAG). 1996. *"Manejo integral del cultivo de tomate de árbol"*, FAO, Ecuador.



- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA (MAG). 2001, “*Subprograma de cooperación técnica. Identificación de mercados y tecnología para productos agrícolas tradicionales de exportación. Tomate de Árbol*”, Ecuador.
- NATIONAL CENTER FOR BIOTECHNOLOGY INFORMATION (NCBI). 2007. “*Taxonomy of **Colletotrichum***.” Consultado el 14 de diciembre de 2008. Fuente de Internet: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>.
- OCHOA, J. 2002, “*Manejo integrado de plagas y enfermedades del tomate de frutales andinos*”, Informe técnico anual – INIAP, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Est. Exp. Santa Catalina, Departamento nacional de protección vegetal, Ecuador.
- OLEAS, A. 2009. Consulta personal.
- PADILLA, F. 2009, Consulta personal.
- PÉREZ, D. y IANNACONE, J. 2006. “*Control Químico de la Antracnosis Causado por **Colletotrichum gloeosporioides** en el Cultivo del Camu Camu (**Myrciaria dubia** Myrtaceae) en Ucayali, Perú*”, IIAP-Universidad Nacional Federico Villarreal, Perú. Consultado el 14 de agosto de 2009, Fuente de Internet: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-41582006000500015&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- PERRIN, R. WINKELMAN, D. MOSCARDI, E. y ANDERSON, J. 1981. “*Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Un manual metodológico de evaluación económica*”, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, México DF.



- PROHENS, J. 1997. “*El tomate de árbol, un cultivo prometedor para regiones de clima mediterráneo*”, Horticultura, Departamento de Biotecnología, Universidad Politécnica de Valencia, Editorial Agrícola Vergel, España.
- RAVA, C. 2002. “*Eficiência de fungicidas no controle da antracnose e da mancha angular do feijoeiro comum*”, ESALQ, Grupo Paulista de Fitopatologia, Jaboticabal, Brasil, Consultado el 28 de agosto de 2009, Fuente de Internet: <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=13758196>
- REYES, J. s/f. “*Aplicación de productos alternativos para el control de **Colletotrichum gloeosporioides** en frutos de aguacate Rincoatl*”, Consultado el 28 de agosto de 2009, Fuente de Internet: http://www.avocadosource.com/Journals/CICTAMEX/CICTAMEX_1996/Ecologia_96.pdf
- 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.
- ROJAS, T. 1988. “*Características culturales y control químico In Vitro de **Colletotrichum dematium** aislado de soya (**Glycine max L.**)*” Tesis de Grado. Maracay, Venezuela. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía.
- RONDÓN, A. y GUEVARA, Y. 1995. “*El cultivo del Mango en Venezuela. X Principales enfermedades y su control*”, Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Fonaiap Divulga.



- RONDÓN, J. 1999. “Estudios biológicos y epidemiológicos de la antracnosis de tomate de árbol y generación de alternativas para su manejo integrado en Colombia”, Programa Nacional Manejo Integrado de Plagas, Colombia.
- SALDARRIAGA, A. 2006. “Caracterización del agente causante de la antracnosis en tomate de árbol, manzano, y mora”. Tesis magíster en fitopatología. Universidad de Caldas. Manizales, Colombia.
- SÁNCHEZ, A. LOPEZ, I. SALAZAR, J. y FIALLOS, W. 1994. “Manejo integral del cultivo del tomate de árbol”. Proyecto FAO, TCP, ECU 2353. Quito.
- SMITH, B. and BLACK, L. 1990, “Resistance to *Colletotrichum fragariae* in strawberry affected by seedling age and inoculation method”, Plant Dis, (74)
- SORIA, N. 2006. “Tecnología del cultivo de tomate de árbol”. Proyecto SICA. Quito. Consultado el 14 de diciembre de 2008. Fuente de internet: http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/frutas/tomate%20arbol/tecnologia_%20cultivo.htm
- 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.
- TAMAYO, P. 2003. “Principales enfermedades del tomate de árbol, la mora y el lulo en Colombia”. Boletín técnico 20. CORPOICA. Colombia
- TAPIA, C. 2004. “Tomate de árbol, frutal promisorio para la diversificación del agro andino”, Informe técnico, Convenio CORPOICA-INIAP-INIA-UCLA.
- TOZZE, H. 2008. “Caracterização e identificação de espécies de *Colletotrichum* associadas à antracnose do pimentão (*Capsicum annuum*)



no Brasil”, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Brasil, Consultado el

8 de agosto de 2009, Fuente de Internet:

<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11135/tde-20032008-151208/>