



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
MODALIDAD SEMIPRESENCIAL
INGENIERÍA AGROPECUARIA

Tema de Tesis

**INFLUENCIA DE CUATRO FUNGICIDAS SOBRE LA
GERMINACIÓN DE GRANOS DE POLEN EN TOMATE DE
ÁRBOL (*Solanum betaceum* Cav.)**

**Previo a la obtención del título de:
INGENIERO AGROPECUARIO**

Autor

PABLO TEMÍSTOCLES HERVAS ARREDONDO

Director de Tesis

ING. JOSÉ FRANCISCO ESPINOSA CARRILLO, MSc.

Quevedo - Ecuador

2013

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Pablo Temístocles Hervas Arredondo, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Pablo Temístocles Hervas Arredondo

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

El suscrito, Ing. José Francisco Espinosa Carrillo, MSc., Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Egresado Pablo Temístocles Hervas Arredondo, realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario titulada **“INFLUENCIA DE CUATRO FUNGICIDAS SOBRE LA GERMINACIÓN DE GRANOS DE POLEN EN TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum* Cav.)”**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. José Francisco Espinosa Carrillo, MSc.
DIRECTOR DE TESIS



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
MODALIDAD SEMIPRESENCIAL
INGENIERÍA AGROPECUARIA

**INFLUENCIA DE CUATRO FUNGICIDAS SOBRE LA GERMINACIÓN DE
GRANOS DE POLEN EN TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum* Cav.)**

TESIS DE GRADO

Presentado al Comité Técnico Académico como requisito previo a la obtención
del título de **INGENIERO AGROPECUARIO**

Aprobado:

Lic. Héctor Castillo Vera, MSc.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. María del Carmen Samaniego, MSc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Neptalí Franco Suescum, MSc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

QUEVEDO - LOS RÍOS - ECUADOR

AÑO 2013
AGRADECIMIENTO

El autor deja constancia de su agradecimiento:

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, digna institución de enseñanza e investigación, a través de la Unidad de Estudios a Distancia, por recibirme como estudiante.

A las autoridades de la Universidad

Al Ing. Manuel Haz Álvarez⁺, por su decisión y apoyo a la formación de la U.E.D.

Al Ing. Roque Luis Vivas Moreira, MSc., Rector de la UTEQ, por su gestión en beneficio de la comunidad universitaria.

Al Ec. Roger Tomás Yela Burgos, MSc., Director de la UED, por su gestión realizada para que el centro de apoyo Patate se haga una realidad.

Al Ing. José Francisco Espinosa Carrillo, MSc., quien cumplió en forma desinteresada con la verdadera función de director de tesis, para el logro y feliz culminación de mis estudios, tanto impartiendo sus conocimientos y enseñanzas así como consejos y sugerencias.

A los compañeros del Centro de Apoyo Patate paralelo “D” por su amistad brindada durante los estudios.

Al egresado Renán Tamayo⁺, por ser el promotor a que se cree la extensión de la Unidad de Estudios a Distancia de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo en el Cantón Patate.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis primero Dios, por la oportunidad que me ha dado de superarme en mi vida profesional y personal, ya que es mi fuente de paciencia, amor y dedicación; a las personas que han sido incondicionales de mi vida que siempre me han brindado apoyo.

A mis abuelitos fuentes de valores e inmenso cariño.

A mi padre y su esposa por su apoyo y ejemplo de lucha y unión.

A mis tíos Juan Carlos y Temístocles ejemplo de estudio, esfuerzo y dedicación.

A mis hermanos que con el solo hecho de existir me han empujado a esforzarme para ser ejemplo de responsabilidad y humildad.

A mi esposa Caro por su sustento ilimitado sentimental, moral e intelectual, por estar en los buenos y malos momentos que hemos pasado juntos.

A todos mil gracias.

Pablo

ÍNDICE

	Pág.
Portada	i
Declaración de autoría y cesión de derecho	ii
Certificación del Director de Tesis	iii
Tribunal de Tesis	iv
Agradecimiento	v
Dedicatoria.....	vi
Índice	vii
Resumen ejecutivo	xiv
Abstract.....	xv
 CAPÍTULO I	1
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1. Introducción	2
1.2. Objetivos	3
1.2.1. General	3
1.2.2. Específicos	3
1.3. Hipótesis	3
 CAPÍTULO II	4
MARCO TEÓRICO	4
2.1. Fundamentación teórica	5
2.1.1. El tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i> Cav.).....	5
2.1.1.1. Clasificación taxonómica.....	5
2.1.1.2. Descripción floral	5
2.1.2. Floración	6
2.1.3. Gametofito femenino	6
2.1.3.1. Carpelo y oosfera.....	6
2.1.3.2. Desarrollo del óvulo	6
2.1.3.3. Estructura del óvulo	7
2.1.4. Gametofito masculino.....	8

2.1.4.1. Antera y polen.....	8
2.1.4.2. Desarrollo de los granos de polen	9
2.1.4.3. Estructura del grano de polen	9
2.1.5. Polinización	10
2.1.6. Fecundación.....	10
2.1.6.1. Factores que influyen en la fecundación	11
2.1.7. Germinación de granos de polen	11
2.1.7.1. Medios de cultivo para la germinación de granos de polen <i>In Vitro</i>	12
2.1.8. Fungicidas.....	12
2.1.8.1. Tipos de fungicidas según su modo de acción	13
2.1.8.2. Daconil	13
2.1.8.3. Fitoraz	14
2.1.8.4. Phyton.....	14
2.1.8.5. Topas	14
 CAPÍTULO III	 15
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	15
3.1. Materiales y métodos	16
3.1.1. Localización y duración del experimento.....	16
3.2. Condiciones meteorológicas	16
3.3. Materiales y equipos	17
3.4. Factores en estudio.....	18
3.4.1. Productos	18
3.4.2. Dosis	18
3.5. Tratamientos	19
3.6. Diseño experimental.....	19
3.7. Unidad experimental	20
3.8. Análisis estadístico.....	20
3.9. Variables evaluadas	20
3.9.1. Porcentaje de germinación de los granos de polen (%)	20
3.9.2. Número de tubos polínicos que sobrepasen en longitud al diámetro del grano de polen	21
3.10. Manejo del experimento	21

3.10.1. Recolección de los granos de polen	21
3.10.2. Preparación del medio de germinación	21
3.10.3. Preparación de las diluciones	21
3.10.4. Aplicación de los tratamientos.....	21
3.10.5. Observación al microscopio	22
3.11. Análisis económico.....	22
3.11.1. Costo de aplicación.....	22
CAPÍTULO IV	23
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
4.1. Resultados y discusión	24
4.1.1. Porcentaje de germinación de los granos de polen (%).....	24
4.1.2. Número de tubos polínicos que sobrepasen en longitud al diámetro del grano de polen	25
4.1.3. Análisis económico	26
CAPÍTULO V	28
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	28
5.1. Conclusiones	29
5.2. Recomendaciones	30
CAPÍTULO VI	31
BIBLIOGRAFÍA	31
6.1. Literatura citada	32
CAPÍTULO VII	36
ANEXOS.....	36
7.1. Anexos.....	37
7.2. Fotografías de la investigación	39

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
1	Condiciones meteorológicas en influencia de cuatro fungicidas sobre la germinación de granos de polen en tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i> Cav.).....	16
2	Materiales y equipos en influencia de cuatro fungicidas sobre la germinación de granos de polen en tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i> Cav.).....	17
3	Productos en influencia de cuatro fungicidas sobre la germinación de granos de polen en tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i> Cav.).....	18
4	Dosis en influencia de cuatro fungicidas sobre la germinación de granos de polen en tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i> Cav.).....	18
5	Tratamientos en influencia de cuatro fungicidas sobre la germinación de granos de polen en tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i> Cav.).....	19
6	Análisis de varianza en influencia de cuatro fungicidas sobre la germinación de granos de polen en tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i> Cav.).....	19
7	Esquema de las unidades experimentales en influencia de cuatro fungicidas sobre la germinación de granos de polen en tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i> Cav.).....	20
8		

9	Porcentaje de germinación de los granos de polen (%) en influencia de cuatro fungicidas sobre la germinación de granos de polen en tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i> Cav.).....	25
10	Número de tubos polínicos que sobrepasen en longitud al diámetro del grano de polen en influencia de cuatro fungicidas sobre la germinación de granos de polen en tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i> Cav.).....	26
	Análisis económico en influencia de cuatro fungicidas sobre la germinación de granos de polen en tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i> Cav.).....	27

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Pág.
1 Resultados de las variables analizadas en influencia de cuatro fungicidas sobre la germinación de granos de polen en tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i> Cav.).....	37
2 Análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación de los granos de polen (%) en influencia de cuatro fungicidas sobre la germinación de granos de polen en tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i> Cav.).....	38
3 Análisis de varianza para la variable número de tubos polínicos que sobrepasen en longitud al diámetro del grano de polen en influencia de cuatro fungicidas sobre la germinación de granos de polen en tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i> Cav.).....	38
 Figura	
1 Recolección de los granos de polen en influencia de cuatro fungicidas sobre la germinación de granos de polen en tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i> Cav.).....	39
2 Preparación del medio de germinación en influencia de cuatro fungicidas sobre la germinación de granos de polen en tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i> Cav.).....	39
3 Preparación de las diluciones en influencia de cuatro fungicidas sobre la germinación de granos de polen en tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i> Cav.).....	40

4	Aplicación de los tratamientos en influencia de cuatro fungicidas sobre la germinación de granos de polen en tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i> Cav.).....	40
5	Observación al microscopio en influencia de cuatro fungicidas sobre la germinación de granos de polen en tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i> Cav.).....	41
6	Porcentaje de germinación de los granos de polen (%) en influencia de cuatro fungicidas sobre la germinación de granos de polen en tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i> Cav.).....	41
7	Número de tubos polínicos que sobrepasen en longitud al diámetro del grano de polen en influencia de cuatro fungicidas sobre la germinación de granos de polen en tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i> Cav.).....	42

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación tuvo por objeto determinar la influencia de cuatro fungicidas más usados sobre la germinación de granos de polen en tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.). Los fungicidas aplicados fueron: Daconil 2,5 ml.L⁻¹ de agua; Fitoraz 2,5 g.L⁻¹ de agua; Phyton 1 ml.L⁻¹ de agua y Topas 0,5 ml.L⁻¹ de agua. Se realizó en el cantón Patate provincia del Tungurahua, en el laboratorio de la fábrica “La Herrería”; en las coordenadas GPS, Latitud Sur de 1°18'38" y Longitud Oeste de 78°30'24" Hemisferio Sur; (WGS84 UTM 9855013 Norte y 777460 Este).

El diseño experimental empleado fue un D.B.C.A. (Diseño de Bloques Completos al Azar) con 5 tratamientos y 4 repeticiones. El tratamiento que menos incide entre los fungicidas aplicados es el T₁ (Daconil 2,5 ml.L⁻¹ de agua); y, el T₃ (Phyton 1 ml.L⁻¹ de agua) es el que más afecta, influyendo en el porcentaje de germinación de granos de polen y en la elongación del tubo polínico.

El análisis económico demuestra que el tratamiento T₃ (Phyton 1 ml.L⁻¹ de agua) es el de mayor costo de aplicación con valor de USD 7,27; y con el menor costo de aplicación de USD 2,69 tenemos el tratamiento T₅ (Testigo).

ABSTRACT

The present study was designed to determine the influence of four commonly used fungicides on the germination of pollen grains in tree tomato (*Solanum betaceum* Cav.). Fungicides applied were: Daconil 2,5 ml.L⁻¹ of water; Fitoraz 2,5 g.L⁻¹ of water; Phyton 1 ml.L⁻¹ of water and Topas 0,5 ml.L⁻¹ of water. It was held in the Canton province of Tungurahua Patate in the factory laboratory "The Blacksmith"; on GPS coordinates, South Latitude 1°18'38" and West Longitude 78°30'24" Southern Hemisphere; (WGS84 UTM 9855013 North y 777460 East).

The experimental design used was a D.B.C.A. (Complete Block Design Azar) with 5 treatments and 4 replications. Less impact treatment fungicides applied is between T₁ (Daconil 2,5 ml.L⁻¹ of water) and T₃ (Phyton 1 ml.L⁻¹ of water) is the most affecting influencing the percentage of pollen grain germination and pollen tube elongation .

Economic analysis shows that treatment T₃ (Phyton 1 ml.L⁻¹ of water) is the major cost of application USD 7.27; and the lower cost of implementation of USD 2.69 we T₅ treatment (Control).

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción

El tomate de árbol es una especie frutal que ocupa un lugar muy importante en el campo frutícola del país, Sudamérica y el mundo, es por ello que en su explotación se presentan un sin número de problemas y dificultades para su cultivo, de entre ellos se destaca la observación continua de los productores de tomate de árbol con relación al abortamiento de flores y frutos, que comúnmente se relaciona a una posible toxicidad por la aplicación de varios fungicidas (Soria *et al.* 2009).

El cultivo del tomate de árbol presenta una fenología muy específica, en la que se puede encontrar frutos listos para la cosecha, frutos en desarrollo; y, mientras en otros puntos de la planta existe la presencia de flores, este evento complica el manejo fitosanitario de control y preventivo de plagas y enfermedades, induciendo al uso indiscriminado de pesticidas que pueden perturbar procesos fisiológicos como la polinización y fecundación de frutos.

La aplicación de pesticidas en forma anti técnica en los cultivos de tomate de árbol, e incluso la preparación y fumigaciones de los llamados “cocteles” han provocado desequilibrios en la producción normal del tomate de árbol. Este trabajo investigativo va dirigido a solucionar este problema mediante la determinación de los fungicidas que influyen en la germinación de granos de polen en tomate de árbol y por ende la fecundación y a su vez la productividad. También va encaminado a concientizar y dotar de conocimientos básicos y científicos a los agricultores sobre el uso de ciertos fungicidas perjudiciales en el cultivo del tomate de árbol.

1.2. Objetivos

1.2.1. General

Determinar la influencia de cuatro fungicidas más usados sobre la germinación de granos de polen en tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.).

1.2.2. Específicos

- Evaluar el porcentaje de germinación de los granos de polen en tomate de árbol aplicando Daconil 720 (Clorotalonil), Fitoraz (Fomesafen), Phyton (Sulfato de cobre pentahidratado) y Topas (Penconazol).
- Establecer la incidencia que producen los fungicidas: Daconil 720 (Clorotalonil), Fitoraz (Fomesafen), Phyton (Sulfato de cobre pentahidratado) y Topas (Penconazol) en la viabilidad de los granos de polen en tomate de árbol.
- Realizar el análisis económico de costos de aplicación de los tratamientos en estudio.

1.3. Hipótesis

La aplicación de Phyton, influirá disminuyendo la germinación de los granos de polen del tomate de árbol, en comparación con el testigo sin aplicación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentación teórica

2.1.1. El tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.)

2.1.1.1. Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica del tomate de árbol es la siguiente:

Reino: Vegetal

División: Fanerógama

Subdivisión: Angiosperma

Clase: Dicotiledónea

Orden: Tubiflorales

Familia: Solanaceae

Género: *Solanum*

Especie: *betaceum*

Nombre científico: *Solanum betaceum* Cav.

Genotipos: Anaranjado puntón, anaranjado redondo, anaranjado gigante, morado neocelandés y morado gigante (Soria *et al.* 2009).

2.1.1.2. Descripción floral

Las flores basales son las de mayor edad y consecuentemente las de mayor tamaño que las progresivamente superiores en dirección al ápice; éstas corresponden a los botones florales que primero se abren, pero no necesariamente las que llegarán a fructificar, pues los frutos que llegan a madurar se ubican desde la base al ápice (Albornos y Morales 2000).

Los pedúnculos son cortos y finos, las flores son pentámeras. El cáliz es gamo sépalo, lo mismo que la corola, ésta es estelata con pétalos de color blanquecino, que cambia a rosado pálido o lila, a veces el área correspondiente a la nervadura central es algo amarillenta, con un diámetro de 12-16 milímetros en la corola (Albornos y Morales 2000).

Su androceo consta de cinco estambres, con pedúnculos cortos soldados por la base con la corola, las anteras forman una columna alrededor del estilo, las tecas son delicadas a manera de bolsas que contiene polen, la dehiscencia es poricida (Albornos y Morales 2000).

En cuanto gineceo es bicarpelar, pues tiene dos hojas carpelares soldadas con un solo estilo, muy delicado para la manipulación cuando se emasculan flores con el objeto de realizar cruzamientos. El ovario es súpero, tiene placentación tipo baya, multiseeminada, bilocular (Albornos y Morales 2000).

2.1.2. Floración

El inicio del desarrollo floral está relacionado con el período que se reduce o se detiene el crecimiento vegetativo, lo cual ha sido observado en muchas especies en localidades frías y cálidas (Díaz 2003).

2.1.3. Gametofito femenino

2.1.3.1. Carpelo y oosfera

Los carpelos de las angiospermas son esencialmente megasporófilas, y los óvulos que producen son megasporangios que tienen una cubierta adicional externa denominada tegumentos (Cronquist 2002).

Los carpelos, como las otras partes florales, parecen derivarse de estructuras foliares modificadas. Aunque derivan del mismo meristemo, los carpelos difieren mucho de las hojas; nuevas y diferentes fuerzas modifican la expresión de los genes ya activos o hacen actuar a otros (Bidwell 2002).

2.1.3.2. Desarrollo del óvulo

El desarrollo del óvulo se da dentro del carpelo; en las capas del nucellus e integumentos se forman uno o muchos óvulos. Dentro de la región meristemática

del ovario una célula central grande, diferente en alguna manera de las que la rodean, sufre meiosis formando cuatro células hijas haploides iniciando la generación del gametofito. Solamente una de estas células se desarrolla; las otras tres abortan y finalmente se desintegran. En la célula haploide llamada ahora saco embrionario el núcleo se divide por mitosis sucesivas hasta que la célula contiene ocho núcleos polares y tres antípodas. Esta estructura con ocho núcleos constituye el gametofito femenino (Bidwell 2002).

Los factores que inician y controlan los eventos que llevan a la formación del gametofito no están claros. No se sabe qué estímulo se requiere para que una célula sufra división reduccional. También se desconoce por qué el gametofito proviene solamente de una de las cuatro células hijas haploides y por qué se desarrolla solo hasta el estado de ocho núcleos. Sin duda, sustancias reguladoras sintetizadas por el óvulo desempeñan un papel importante ya que el gametofito femenino está altamente polarizado respecto al ovario, siendo la oosfera la célula más cercana al micrópilo y las antípodas las opuestas. Esta polarización es importante porque establece la polaridad del embrión que se desarrolla en el saco embrionario (Bidwell 2002).

2.1.3.3. Estructura del óvulo

Los dos núcleos formados en la primera división de la megaspora emigran a los extremos opuestos del saco embrionario en desarrollo. Cada núcleo se divide en dos, y cada uno de estos dos en otros dos. El saco embrionario tiene cuatro núcleos en cada extremo. Un núcleo de cada extremo emigra al centro del saco embrionario, y quedan tres núcleos en cada extremo y dos cerca del centro. Los tres núcleos en el más lejano extremo del micrópilo se denominan núcleos antipodales. No tienen función aparente y generalmente son interpretados como vestigios evolutivos del cuerpo vegetativo del gametofito femenino. Los dos núcleos en el centro con frecuencia se denominan núcleos polares en virtud de su origen en los dos extremos o polos de saco embrionario (Salisbury 2001).

Uno de los tres núcleos del extremo micropilar del saco embrionario es el óvulo (también llamado oosfera). Los otros dos se denominan núcleos de las

sinérgidas, que se refieren a una antigua sugerencia ahora rechazada de que los mismos ayudan en alguna forma en la fecundación del óvulo (Salisbury 2001).

2.1.4. Gametofito masculino

2.1.4.1. Antera y polen

Los estambres se desarrollan en el meristemo apical siguiendo diferentes modelos, agrupamientos y formas diversas de las diversas plantas. No obstante, el esquema general del desarrollo del polen es bastante similar (Bidwell 2002).

Las anteras de los estambres son el sitio de formación del polen, por lo general existen dos sacos polínicos cada uno se divide por un tabique longitudinal de manera que las anteras tienen cuatro lóbulos o cámaras polínicas; el centro de cada lóbulo contiene una columna de células denominadas microsporocitos o células madres de las microsporas. Estas células madres están rodeadas por un tejido especializado llamado tapetum o tapete, que parece proveer nutrientes a las células madre y microsporas durante el desarrollo. Este a su vez rodeado por los tejidos que forman las paredes de la cámara polínica (Salisbury 2001).

Las células madres de las microsporas, a menudo llamadas células madres del polen, tienen 2^n (diploides) cromosomas y representan la última etapa de la generación esporofítica comparable a la célula madre de la megaspora del óvulo. Cada célula madre de la microspora sufre división reduccional y produce una tétrada generalmente esférica, de microsporas. Las microsporas tienen n (haploides) cromosomas y representan la primera etapa en la generación del gametofito masculino (Cronquist 2002).

2.1.4.2. Desarrollo de los granos de polen

Las microsporas de una tétrada por lo general se separan entre sí antes de desarrollarse, con poco o ningún aumento en tamaño, en granos de polen. Cada grano de polen es un gametofito masculino joven comúnmente con dos núcleos

(los cuales se producen mitóticamente a partir del núcleo de la microspora original). El núcleo generador, con una pequeña cantidad de citoplasma diferenciado a su alrededor, flota libremente en el citoplasma de la célula vegetativa, la cual llena el grano de polen. La célula vegetativa tiene su propio núcleo; el núcleo vegetativo y el núcleo generador son los dos núcleos del tubo polínico (Cronquist 2002).

2.1.4.3. Estructura del grano de polen

El grano polen consiste de una exina o capa externa y de una intina o capa interna; cada una de éstas, a su vez, consiste de dos o más sub-capas. Por lo general hay una o más hendiduras o aberturas circulares, que son los poros germinales en la exina, a través de los cuales sale la intina cuando el grano germina. El polen de muchas dicotiledóneas es tricolpado (Con tres poros germinales), pero el de muchas monocotiledóneas y algunas de las dicotiledóneas más primitivas es monocolpado (Con un poro germinal). A menudo la exina está provista de pequeñas espinas o crestas bajas. Estas y otras variaciones en la estructura de la pared, así como la forma del grano de polínico, frecuentemente son características taxonómicas bastante útiles (Cronquist 2002).

En otras especies permanece más o menos intacto y funciona como un tejido secretor. En cualquier caso, evidentemente suministra nutrición a los granos de polen en desarrollo (Salisbury 2001).

Es el gameto masculino de los vegetales. La fina estructura de un grano de polen de las angiospermas tiene dos nucléolos o espermas; los cuales el momento de la fecundación el uno se fusiona con el núcleo de la ovocélula y el otro con el núcleo de la célula central. Estos espermas son envueltos por tres capas llamadas intina, nexina y exina (Strasburger *et al.* 2001).

2.1.5. Polinización

La polinización se define como la transferencia de granos de polen del centro de producción situado en los microesporangios de las anteras, a la superficie receptiva del carpelo (estigma). Los agentes de polinización se clasifican en dos grupos: abióticos (naturales) y bióticos (animales). Los agentes abióticos son: viento, agua y lluvia, en tanto que los agentes bióticos segundos están representados por insectos, pájaros y mamíferos pequeños como los murciélagos (Pierson 2003).

2.1.6. Fecundación

La germinación de granos de polen en el estigma, genera el desarrollo de tubos polínicos en el tejido estilar. Existen dos tipos de estilos: sólido y hueco. En los estilos sólidos se diferencia un tejido central de células especializadas como “tejido de transmisión”, en él crecen los tubos polínicos. Los estilos huecos se caracterizan por presentar un canal o espacio abierto y en este caso los tubos polínicos crecen sobre la epidermis glandular del canal. En la mayoría de las especies frutales los estilos son sólidos y en un número reducido (nopal tunero, cítricos, y granada) son huecos (Yamada 2001, Foster y Gifford 2005).

Una vez que los tubos polínicos pasan a través del tejido estilar, llegan a la cavidad locular, que es un espacio hueco donde se encuentra (n) el óvulo (s) contenido (s) por el saco embrional o gametofito femenino. Comúnmente el tubo polínico penetra en el óvulo por el micrópilo, que es un espacio hueco en el cual se unen los ápices de los tegumentos. Posteriormente el tubo polínico entra por el ápice liberando los dos espermatozoides o gametos masculinos. Uno de los espermatozoides se fusiona con el núcleo de la ovocélula y el otro con el núcleo de la célula central, ocurriendo de esta manera la fecundación doble (Jensen 2002).

2.1.6.1. Factores que influyen en la fecundación

Las condiciones ambientales desempeñan un papel importante en la receptibilidad del estigma. Los vientos secos deshidratan el estigma. La lluvia, en su acción directa, puede actuar diluyendo la secreción estigmática al grado de imposibilitar la germinación de granos de polen (Countanceau 2007).

La germinación de granos de polen se ve afectada cuando se aplican pesticidas durante la floración. La mala fecundación en los frutales puede ser debido a muchos otros factores, así tenemos una mala fertilización al huerto, plagas y enfermedades, exceso o déficit de agua entre otros (Marcucci y Ragazzini 2001).

Reduce la fertilidad de las flores, aspersiones con productos a base de Benomyl, Captan, Mancozeb, Azufre, Zineb, Metamidofos y productos a base de cobre (Manandhar y Lawes 2000, Church y Williams 2002).

Compuestos químicos utilizados para el raleo químico de flores como por ejemplo el DNOC inhiben por completo la germinación de granos de polen (MacDaniels y Hildebrant 2008).

2.1.7. Germinación de granos de polen

En varias observaciones *In Vitro* de la germinación de granos de polen de diferentes especies frutales, han demostrado el efecto sinérgico de la aplicación de ácido bórico al medio de germinación (Daulta *et al.* 2008, Thompson y Batjer 2000).

Observaciones de granos de polen y desarrollo de tubos polínicos *In Vitro* han revelado que el ácido bórico estimula ambos eventos, inclusive mejor que hormonas, vitaminas y otras sustancias. El ácido bórico ejerce metabolismos en la pared celular, incluyendo la biosíntesis de celulosa y sustancias pépticas (Wainwright *et al.* 2002).

El boro está presente en los granos de polen en cantidades aproximadas de 0,7 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de peso seco mientras que el estigma contiene 10 veces más ese nivel (Kapil y Bhatnagar 2007).

La temperatura desempeña un papel fundamental en la germinación de los granos de polen, la temperatura excelente para la germinación de granos de polen en frutales fluctúa entre 15°C a 24°C (Micke y Kester 1999).

2.1.7.1. Medios de cultivo para la germinación de granos de polen *In Vitro*

In Vitro para germinar granos de polen se puede utilizar una dilución de 1% de agar, sacarosa 10%, ácido bórico 20 ppm, nitrato de calcio 300 ppm (Invitroperu 2011).

Otro medio de cultivo en germinación de granos de polen *In Vitro* es utilizando 10% de sacarosa, 25 ppm de ácido bórico, 250 ppm de nitrato de calcio, 1% de agar y agua destilada (Filiti y Montalti 2003).

El medio de cultivo más utilizado en la actualidad contiene 100 g de sacarosa + 100 mg de ácido bórico por L⁻¹ de agua destilada (Soria 2003).

2.1.8. Fungicidas

Los fungicidas son sustancias tóxicas que se emplean para impedir el crecimiento o eliminar hongos y mohos perjudiciales para los animales y plantas. Todo fungicida, por más eficaz que sea, si se utiliza en exceso puede causar daños fisiológicos a la planta (Allevato 2007).

Como todo producto químico, debe ser utilizado con precaución para evitar cualquier daño a la salud humana, a los animales y al medio ambiente. Se aplican mediante rociado, pulverizado, por revestimiento, o por fumigación de locales. Para tratamientos de otros materiales como madera, papel, cuero, se aplican mediante impregnación o tinción. Otra forma de administrarse, es a modo de medicamentos (ingeridos o aplicados), en tratamiento de enfermedades humanas o animales (Grijalva 2006).

La mayoría de los fungicidas de uso agrícola se fumigan o espolvorean sobre las semillas, hojas o frutas para impedir la propagación de la roya, el tizón, los mohos, o el mildiu (enfermedades de las plantas). Existen tres enfermedades graves causadas por hongos que hoy pueden ser combatidas por medio de

fungicidas, son la roya del trigo, el tizón del maíz y la enfermedad de la patata, que causó la hambruna de la década de 1840 en Irlanda (Rodríguez 2006).

2.1.8.1. Tipos de fungicidas según su modo de acción

Fungicidas protectores: también llamados de contacto, se aplican antes de que lleguen las esporas de los hongos. Actúan solamente en la superficie donde el fungicida fue depositado evitando que los esporangios germinen y penetren las células (Hernández y Fernández 2005).

Fungicidas erradicadores: también llamados sistémicos o sistemáticos, se aplican para el tratamiento de la planta ya enferma por hongos. Son absorbidos a través del follaje o de las raíces y se movilizan por toda la planta. Otros productos sistémicos, conocidos como fungicidas translaminares tienen la capacidad de moverse del lado superior de la hoja al inferior, pero no de hoja a hoja. Estos fungicidas afectan varias etapas de la vida del hongo (Allevato 2007).

2.1.8.2. Daconil

Es un fungicida orgánico de contacto, amplio espectro y buena adherencia.

Nombre común: Clorotalonil

Dosis: 2,5 ml.L⁻¹ de agua.

Toxicidad: Categoría toxicológica IV

Casa importadora: Ecuaquimica (Vademécum agrícola 2011).

2.1.8.3. Fitoraz

Es un fungicida orgánico desarrollado para el control de enfermedades causadas por hongos actúa por sistemía y por contacto, trabaja sobre la espora y la enfermedad.

Nombre común: Fomesafen

Dosis: 2,5 g.L⁻¹ de agua.

Toxicidad: Categoría toxicológica III.

Casa importadora: Ecuaquimica (Vademécum agrícola 2011).

2.1.8.4. Phyton

Es un bactericida y fungicida sistémico de acción preventiva y curativa contra una amplia gama de enfermedades bacterianas y fungosas que afectan a los cultivos de frutales, hortalizas.

Nombre común: Sulfato de cobre pentahidratado.

Dosis: 1 ml.L⁻¹ de agua.

Toxicidad: Categoría toxicológica II.

Casa importadora: Farmagro (Vademécum agrícola 2011).

2.1.8.5. Topas

Es un fungicida sistémico, con efecto preventivo, curativo, erradicante contra oídio y otras plagas producidas por ascomicetos.

Nombre común: Penconazol

Dosis: 0,5 ml.L⁻¹ de agua.

Toxicidad: Categoría toxicológica IV.

Casa importadora: Ecuaquimica (Vademécum agrícola 2011).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Materiales y métodos

3.1.1. Localización y duración del experimento

Esta investigación se realizó en el cantón Patate, provincia del Tungurahua, en el laboratorio de la fábrica “La Herrería”. Está ubicada en el barrio Miraflores, calle Juan L. Mera y Amador Cuesta s/n en las coordenadas GPS, Latitud Sur

de 1°18'38" y Longitud Oeste de 78°30'24" Hemisferio Sur; (WGS84 UTM 9855013 Norte y 777460 Este).

El desarrollo de esta investigación tuvo una duración de 70 días.

3.2. Condiciones meteorológicas

Las condiciones meteorológicas del lugar donde se realizó la investigación se puede ver en el cuadro 1.

CUADRO 1. Condiciones meteorológicas en influencia de cuatro fungicidas sobre la germinación de granos de polen en tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.).

Parámetros	Promedio anual
Altitud (m.s.n.m.)	2.119
Temperatura (°C)	19
Humedad relativa (%)	50
Heliofanía (horas luz)	1.760
Precipitación (mm)	650

Fuente: (INAMHI 2012).

3.3. Materiales y equipos

Los materiales y equipos utilizados para esta investigación fueron:

CUADRO 2. Materiales y equipos en influencia de cuatro fungicidas sobre la germinación de granos de polen en tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.).

Descripción	Cantidad
Materiales:	
Ácido bórico (mg)	100
Agua destilada (L)	1
Balanza digital	1
Caja Petri	1
Daconil 720 (ml)	50
Fitoraz (g)	50
Gotero	1
Guantes quirúrgicos (pares)	5
Matraz	1
Phyton (ml)	50
Pincel	1
Plantación de tomate de árbol en producción (1 año)	1
Polen de tomate de árbol (g)	10
Probeta (250 ml)	1
Sacarosa (g)	100
Tarrina plástica (L)	5
Topas (ml)	50
Tubo de ensayo	20
Útiles de oficina	1
Equipos:	
Cámara fotográfica	1
Computador	1
Microscopio compuesto	1

3.4. Factores en estudio

3.4.1. Productos

En esta investigación se estudió 4 fungicidas existentes en el mercado.

CUADRO 3. Productos en influencia de cuatro fungicidas sobre la germinación de granos de polen en tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.).

Simbología	Fungicida
P ₁	Daconil 720
P ₂	Fitoraz
P ₃	Phyton
P ₄	Topas
P ₀	Sin fungicida

3.4.2. Dosis

Las dosis de los fungicidas utilizados en esta investigación fueron:

CUADRO 4. Dosis en influencia de cuatro fungicidas sobre la germinación de granos de polen en tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.).

Producto	Simbología	Dosis
Daconil 720	F ₁	2,5 ml.L ⁻¹ de agua (Producto comercial)
Fitoraz	F ₂	2,5 g.L ⁻¹ de agua (Producto comercial)
Phyton	F ₃	1 ml.L ⁻¹ de agua (Producto comercial)
Topas	F ₄	0,5 ml.L ⁻¹ de agua (Producto comercial)
P ₀	F ₀	0

3.5. Tratamientos

De la interacción de los factores en estudio se obtuvo los siguientes tratamientos:

CUADRO 5. Tratamientos en influencia de cuatro fungicidas sobre la germinación de granos de polen en tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.).

Tratamientos	Simbología	Descripción
T ₁	P ₁ F ₁	Daconil 2,5 ml.L ⁻¹ de agua
T ₂	P ₂ F ₂	Fitoraz 2,5 g.L ⁻¹ de agua
T ₃	P ₃ F ₃	Phyton 1 ml.L ⁻¹ de agua
T ₄	P ₄ F ₄	Topas 0,5 ml.L ⁻¹ de agua
T ₅	P ₀ F ₀	Testigo

3.6. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue un D.B.C.A. (Diseño de Bloques Completos al Azar) con 5 tratamientos y 4 repeticiones.

CUADRO 6. Análisis de varianza en influencia de cuatro fungicidas sobre la germinación de granos de polen en tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.).

Fuente de variación		Grados de libertad
Tratamientos	t-1	4
Repeticiones	r-1	3
Error	(t-1)(r-1)	12
Total	t.r-1	19

3.7. Unidad experimental

Se utilizó por cada unidad experimental un tubo de ensayo con 500 granos aproximadamente de polen de tomate de árbol.

CUADRO 7. Esquema de las unidades experimentales en influencia de cuatro fungicidas sobre la germinación de granos de polen en tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.).

Tratamientos	Unidad experimental granos de polen	Repetición	Total granos de polen
T ₁	500	4	2.000
T ₂	500	4	2.000
T ₃	500	4	2.000
T ₄	500	4	2.000
T ₅	500	4	2.000
TOTAL			10.000

3.8. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó el procedimiento ADEVA para el análisis de varianza. Prueba de Tukey (0,05) para comparación de medias.

3.9. Variables evaluadas

3.9.1. Porcentaje de germinación de los granos de polen (%)

Con la ayuda de un microscopio compuesto se contabilizó el número de granos de polen que germinaron en cada unidad experimental; tomando como referencia la cantidad de 100 granos de polen observados; y, se expresó en porcentaje.

3.9.2. Número de tubos polínicos que sobrepasen en longitud al diámetro del grano de polen

Mediante la misma observación al microscopio compuesto, se apreció la longitud de los tubos polínicos que sobrepasaron al diámetro del grano de polen; y, se expresó en número.

3.10. Manejo del experimento

3.10.1. Recolección de los granos de polen

En una plantación de tomate de árbol de la zona de Patate, se recolectó el polen de diferentes plantas en una caja Petri; sacudiendo las flores que poseían pétalos extendidos. Ésta recolección se realizó entre las 11h00 y 15h00, debido a que a esta hora la liberación del polen es más fácil.

3.10.2. Preparación del medio de germinación

En un matraz se vertió 900 ml de agua destilada, a la que se le agregó 100 g de sacarosa y 100 mg de ácido bórico, luego se aforó a 1.000 ml con más agua destilada; y, se revolvió para su homogenización.

3.10.3. Preparación de las diluciones

En 5 tarrinas plásticas se preparó las diferentes diluciones con los fungicidas utilizados. Para el tratamiento T_1 (Daconil 2,5 ml.L⁻¹ de agua), T_2 (Fitoraz 2,5 g.L⁻¹ de agua), T_3 (Phyton 1 ml.L⁻¹ de agua), T_4 (Topas 0,5 ml.L⁻¹ de agua) y T_5 (Testigo) solo se utilizó agua.

3.10.4. Aplicación de los tratamientos

En un tubo de ensayo se colocó una pincelada de polen de tomate de árbol, y se le agregó un ml de la dilución de insecticida de cada tratamiento correspondiente para cada unidad experimental, para el testigo solo se utilizó agua; después de 5 minutos se añadió 1 ml del medio de germinación (100 g de sacarosa + 100 mg de ácido bórico por L⁻¹ de agua destilada); posteriormente se le agitó y se lo dejó en reposo durante 6 horas.

Por lo complicado y demorado de la medición de los resultados se preparó cada unidad experimental con un intervalo de 30 minutos, para que todas las unidades experimentales posean el mismo tiempo de reposo para la observación al microscopio.

3.10.5. Observación al microscopio

Transcurridas 6 horas, se puso una gota de la mezcla del polen con el medio de germinación más el tratamiento respectivo en una placa porta objetos, se lo recubrió con la placa cubre objetos y se observó al microscopio con un aumento de 400X. El mismo manejo del experimento se lo efectuó a cada bloque de la investigación, con un lapso de 10 días.

3.11. Análisis económico

Se realizó un análisis económico de costo de aplicación de cada tratamiento a 100 litros de preparado para fumigar en un cultivo de tomate de árbol.

3.11.1. Costo de aplicación

Para calcular el costo de aplicación de cada tratamiento, se efectuó una sumatoria de los costos inmersos en la aplicación de los tratamientos. Se aplicó la siguiente fórmula:

CA = Σ de costos de aplicación, dónde:

CA: Costo de aplicación

Σ : Sumatoria de costos de aplicación

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados y Discusión

4.1.1. Porcentaje de germinación de los granos de polen (%)

Realizado el ADEVA de la variable porcentaje de germinación de los granos de polen (%), registra diferencia altamente significativa entre tratamientos, que alcanzó una probabilidad de 0,0000**; y, para las repeticiones obtuvo una probabilidad estadística no significativa de valor 0,6154 (Anexo 2).

En la separación de medias de la variable porcentaje de germinación de los granos de polen (%), por Tukey (0,05) entre tratamientos (Cuadro 8), demuestra una primera categoría para los tratamientos T₁ (Daconil 2,5 ml.L⁻¹ de agua), T₂ (Fitoraz 2,5 g.L⁻¹ de agua), T₄ (Topas 0,5 ml.L⁻¹ de agua) y T₅ (Testigo) con valores que oscilan desde el 74,75% hasta el 85,50%; y, una segunda categoría para el tratamiento T₃ (Phyton 1 ml.L⁻¹ de agua) con un valor del 41,75% de germinación de granos de polen.

La germinación de granos de polen en tomate de árbol, no se ve afectada por los fungicidas Daconil, Fitoraz y Topas con respecto al testigo, esto se debe a que los ingredientes activos de estos fungicidas (Clorotalonil, Fomesafen y Penconazol), no interfieren en el proceso fisiológico de la germinación de los granos de polen. No así el fungicida Phyton reduce significativamente la germinación de los granos de polen, por lo que se deduce que el ingrediente activo de este fungicida (Sulfato de cobre pentahidratado), influye en este proceso fisiológico; y, por consecuencia se obtendrá una deficiente polinización y cuajado de frutos. Resultados que concuerdan con (Church y Williams 2002), quienes manifiestan que reduce la fertilidad de las flores las aspersiones con productos a base de cobre.

Por los resultados alcanzados en esta investigación se acepta la hipótesis planteada “La aplicación de Phyton, influirá disminuyendo la germinación de los granos de polen del tomate de árbol, en comparación con el testigo sin aplicación”.

CUADRO 8. Porcentaje de germinación de los granos de polen (%) en influencia de cuatro fungicidas sobre la germinación de granos de polen en tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.).

Tratamiento		Porcentaje de germinación de los granos de polen (%)
T ₁	Daconil 2,5 ml.L ⁻¹ de agua	75,75 a
T ₂	Fitoraz 2,5 g.L ⁻¹ de agua	75,25 a
T ₃	Phyton 1 ml.L ⁻¹ de agua	41,75 b
T ₄	Topas 0,5 ml.L ⁻¹ de agua	74,75 a
T ₅	Testigo	85,50 a
Coeficiente de variación		8,18%

Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas (Tukey $p=0,05$).

4.1.2. Número de tubos polínicos que sobrepasen en longitud al diámetro del grano de polen

Una vez realizado el ADEVA de la variable número de tubos polínicos que sobrepasen en longitud al diámetro del grano de polen, se registra diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos, obteniendo una probabilidad de 0,0000**; y, no presentó diferencia estadística en repeticiones con probabilidad de 0,2723 (Anexo 3).

En el (Cuadro 9), la separación de medias de la variable número de tubos polínicos que sobrepasen en longitud al diámetro del grano de polen por Tukey (0,05) entre tratamientos, demuestra una primera categoría para los tratamientos T₁ (Daconil 2,5 ml.L⁻¹ de agua), T₂ (Fitoraz 2,5 g.L⁻¹ de agua), T₄ (Topas 0,5 ml.L⁻¹ de agua) y T₅ (Testigo) con valores que fluctúan desde el 64,25 hasta el 73,50 número de tubos polínicos que sobrepasaron en longitud al diámetro del grano de polen; y, una segunda categoría para el tratamiento T₃ (Phyton 1 ml.L⁻¹ de agua) con un valor de 29,75 número de tubos polínicos que sobrepasaron en longitud al diámetro del grano de polen.

La función primordial de los tubos polínicos es elongarse para poder fecundar el óvulo, esta función fisiológica no se ve afectada por los fungicidas Daconil, Fitoraz y Topas quienes no interrumpen este proceso; por lo que se define que los ingredientes activos como el Clorotalonil, Fomesafen y Penconazol si se puede aplicar en época de floración. En cambio los granos de polen que

recibieron la aplicación de Phytol (Sulfato de cobre pentahidratado), no elongaron su tubo polínico, por lo que su función principal de fecundación del óvulo no se realizará y por consiguiente la flor será abortada. Resultados que concuerdan con (Manandhar y Lawes 2000), quienes manifiestan que las aspersiones con productos a base de cobre, reducen la fertilidad de las flores en frutales.

CUADRO 9. Número de tubos polínicos que sobrepasen en longitud al diámetro del grano de polen en influencia de cuatro fungicidas sobre la germinación de granos de polen en tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.).

Tratamiento		Número de tubos polínicos que sobrepasen en longitud al diámetro del grano de polen
T ₁	Daconil 2,5 ml.L ⁻¹ de agua	69,25 a
T ₂	Fitoraz 2,5 g.L ⁻¹ de agua	66,75 a
T ₃	Phyton 1 ml.L ⁻¹ de agua	29,75 b
T ₄	Topas 0,5 ml.L ⁻¹ de agua	64,25 a
T ₅	Testigo	73,50 a
Coeficiente de variación		7,11%

Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas (Tukey $p=0,05$).

4.1.3. Análisis económico

El análisis económico (Cuadro 10), demuestra que el tratamiento T₃ (Phyton 1 ml.L⁻¹ de agua) es el de mayor costo de aplicación con valor de U\$D 7,27; en segundo lugar con un valor de U\$D 6,94 tenemos el tratamiento T₂ (Fitoraz 2,5 g.L⁻¹ de agua); en tercer lugar con un valor de U\$D 6,59 tenemos el tratamiento T₄ (Topas 0,5 ml.L⁻¹ de agua); en cuarto lugar con un valor de U\$D 5,94 tenemos el tratamiento T₁ (Daconil 2,5 ml.L⁻¹ de agua); y, en quinto lugar con el menor costo de aplicación de U\$D 2,69 tenemos el tratamiento T₅ (Testigo).

CUADRO 10. Análisis económico en influencia de cuatro fungicidas sobre la germinación de granos de polen en tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.).

Concepto	Tratamiento				
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
Agua (100 L)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Daconil (250 ml)	3,25	0,00	0,00	0,00	0,00
Equipo de aspersión	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Fitoraz (250 g)	0,00	4,25	0,00	0,00	0,00
Mano de obra	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Phyton (100 ml)	0,00	0,00	4,60	0,00	0,00
Recipiente plástico	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Topas (50 ml)	0,00	0,00	0,00	3,90	0,00
Costo total de aplicación (USD)	5,94	6,94	7,27	6,59	2,69
Porcentaje de viabilidad del polen (%)	75,75	75,25	41,75	74,75	85,50

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La utilización de fungicidas en el cultivo de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.), si influye en el porcentaje de germinación de granos de polen y en la elongación del tubo polínico; pero el tratamiento que menos incide entre los fungicidas aplicados es el T₁ (Daconil 2,5 ml.L⁻¹ de agua); y, el T₃ (Phyton 1 ml.L⁻¹ de agua) es el que más afecta.
- El tratamiento con mayor costo de aplicación es el T₃ (Phyton 1 ml.L⁻¹ de agua); y, el tratamiento con menor costo de aplicación es el T₅ (Testigo).

5.2. Recomendaciones

- Siendo el tomate de árbol una fruta que se consume en fresco, no se debería aplicar fungicidas, a menos de un inminente ataque de enfermedades, de ser éste el caso; y, por ser el producto más económico y el que menos afecta en la fecundidad, en condiciones climáticas del cantón Patate, provincia del Tungurahua, se recomienda aplicar Daconil 2,5 ml.L⁻¹ de agua.
- Realizar nuevas investigaciones con otros fungicidas y dosis diferentes.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Literatura citada

- Albornos, P; Morales, R. 2000. Normas para el cultivo de tomate de árbol en el Ecuador: En memoria reunión taller sobre investigación, extensión y fomento de la fruticultura en el Ecuador. Quito, EC, Universidad Central del Ecuador. 105-121 p.
- Allevato, M. 2007. Antifúngicos: Ayer, hoy y mañana. México DF, MX, Terapéutica Dermatol. 8-19 p.
- Bidwell, R. 2002. Fisiología vegetal. 3 ed. México D.F, MX, AGT Editor. 436-477 p.
- Countanceau, M. 2007. Fruticultura. Barcelona, ES, Oikos-Tau Editores. 102-109 p.
- Cronquist, G. 2002. Introducción a la Botánica programada. 2 ed. México DF, MX, Compañía Editorial Continental. 256-270 p.
- Church, R; Williams, R. 2002. Comparison of flowering dates and pollen realse characteristics of several *Malus cultivars* used as pollinators for Cox's orange pippin apple. HortScience 124:349-353.
- Daulta, R; Williams R; Andrews, L. 2008. Breakdow of unilateral incompatibility trough boric acid in CV. "Gold" of grapes (*Vitis vinífera* L.). Euphytica. London, GB, Oxford Editor. 821-825 p.
- Díaz, D. 2003. Fisiología de la floración y comportamiento de los árboles de clima templado en los subtrópicos. Chapingo, MX, Centro de Fruticultura, Colegio de Postgraduados. 198 p.
- Filiti, N; Montalti, P. 2003. *In Vitro* germination storage. Ortoflorofrutt 57:361-368.
- Foster, A; Gifford, E. 2005. Comparative morphology of vascular plants. 2 ed. San Francisco, US, W.H. Freeman and Company Editor. 176-182 p.

- Grijalva, M. 2006. Medicamentos antimicóticos. México DF, MX, Atención Farmacéutica. 115-117 p.
- Hernández, B; Fernández, V. 2005. Manual para el tratamiento y disposición final de medicamentos y fármacos caducos. 1 ed. México DF, MX, CENAPRED. 45-63 p.
- INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología). 2012. Anuarios. (en línea) Consultado 07 de feb. 2013. Disponible en <http://www.inamhi.gob.ec>
- Invitroperu. 2011. Medios de cultivo protocolos de propagación *in vitro*. (en línea) Consultado 07 de feb. 2013. Disponible en [http:// www.actiweb.es/ invitroperu/medios.html](http://www.actiweb.es/invitroperu/medios.html)
- Jensen, W. 2002. Fertilization in flowering plants. BioScience 78:21-27.
- Kapil, D; Bhatnagar, A. 2007. A fresh look at the process of double fertilization in angiosperms. Phytomorphology 55:334-368.
- MacDaniels, L; Hildebrandt, E. 2008. A study of pollen germination upon the stigmas of Apple flowers treated with fungicides. HortScience. 156:137-140.
- Manandhar, F; Lawes, T. 2000. Germination of Apple pollen as influence by captan spray. HortScience. 93:68-77.
- Marcucci, C; Ragazzini, A. 2001. The influence of fungicides on the functioning of apple pollen. Gargnano, IT, Pollen Biology. 243-257 p.
- Micke, W; Kester, D. 1999. But development, pollination and fertilization. Almond Orchard Management. Berkeley, US, University of California. 453-462 p.

- Pierson, E. 2003. Organization of microfilaments and microtubules in pollen tubes grown in vitro or in vivo in various angiosperms. *Cell Biology* 78:14-18.
- Rodríguez, T. 2006. Cuadro básico de medicamentos genéricos del. Instituto de Seguridad Social del Estado de Tabasco. Tabasco, Mx, ISSET. 12-16 p.
- Salisbury, F. 2001. Fisiología vegetal. México DF, MX, Grupo Editorial Iberoamérica. 365-372 p.
- Soria, N. 2003. Efecto de nutrición foliar en la producción forzada de durazno CV. Flordagold. Tesis M.Sc., Chapingo, MX, Colegio de Postgraduados. 47-49 p.
- Soria, N; Padilla, F; Larrea, G. 2009. Guía para el cultivo del tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.). Píllaro, EC, Convenio ESPE-Municipio de Píllaro. 1-26 p.
- Strasburger, E; Noll, F; Schenck, H; Schimper, A. 2001. Tratado de botánica. 8 ed. Madrid, ES, Editorial Marín. 250-321 p.
- Thompson, M; Batjer, L. 2000. The effect of boron in the germinating medium and pollen tube growth for several deciduous tree fruits. *HortScience*. 88:227-230.
- Vademécum agrícola. 2011. Diccionario de especialidades agroquímicas. 6 ed. Quito, EC, Edifarm. 185-219-317-399.
- Wainwright, I; Palmer, L; Dugger, W; Stevenson, R. 2002. Pyrimidine pathway in boron-deficient cotton fiber. *Plant Physiol* 42:893-896.
- Yamada, Y. 2001. Studies on the histological and cytological changes in the tissue of pistil after pollination. Tokio, JP, Shogakukan Editor. 69-82 p.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

7.1. Anexos

Anexo 1. Resultados de las variables analizadas en influencia de cuatro fungicidas sobre la germinación de granos de polen en tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.).

Obs.	Tratamiento	Repetición	Porcentaje de germinación de los granos de polen (%)	Número de tubos polínicos que sobrepasen en longitud al diámetro del grano de polen
1	1	1	71	62
2	1	2	84	73
3	1	3	68	70
4	1	4	80	72
5	2	1	82	70
6	2	2	70	71
7	2	3	76	64
8	2	4	73	62
9	3	1	46	35
10	3	2	39	28
11	3	3	40	26
12	3	4	42	30
13	4	1	69	63
14	4	2	81	68
15	4	3	77	64
16	4	4	72	62
17	5	1	92	80
18	5	2	87	76
19	5	3	78	66
20	5	4	85	72

Obs. = Observaciones.

Anexo 2. Análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación de los granos de polen (%) en influencia de cuatro fungicidas sobre la germinación de granos de polen en tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Probabilidad	
				0,05	0,01
Tratamientos	4	4478,80	1119,70	33,59	0,0000**

Repeticiones	3	62,00	20,67	0,62	0,6154
Error	12	400,00	33,33		
Total	19	4940,80			

Coeficiente de variación 8,18%

** = Altamente significativo.

Anexo 3. Análisis de varianza para la variable número de tubos polínicos que sobrepasen en longitud al diámetro del grano de polen en influencia de cuatro fungicidas sobre la germinación de granos de polen en tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Probabilidad	
				0,05	0,01
Tratamientos	4	4976,20	1244,05	66,71	0,0000**
Repeticiones	3	82,20	27,40	1,47	0,2723
Error	12	223,80	18,65		
Total	19	5282,20			

Coeficiente de variación 7,11%

** = Altamente significativo.

7.2. Fotografías de la investigación

Figura 1. Recolección de los granos de polen en influencia de cuatro fungicidas sobre la germinación de granos de polen en tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.).



Figura 2. Preparación del medio de germinación en influencia de cuatro fungicidas sobre la germinación de granos de polen en tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.).



Figura 3. Preparación de las diluciones en influencia de cuatro fungicidas sobre la germinación de granos de polen en tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.).



Figura 4. Aplicación de los tratamientos en influencia de cuatro fungicidas sobre la germinación de granos de polen en tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.).



Figura 5. Observación al microscopio en influencia de cuatro fungicidas sobre la germinación de granos de polen en tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.).



Figura 6. Porcentaje de germinación de los granos de polen (%) en influencia de cuatro fungicidas sobre la germinación de granos de polen en tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.).



Figura 7. Número de tubos polínicos que sobrepasen en longitud al diámetro del grano de polen en influencia de cuatro fungicidas sobre la

germinación de granos de polen en tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.).

