



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

EVALUACIÓN DE PRODUCTOS BIOTECNOLÓGICOS (HONGOS
Y BACTERIAS) EN LA PRODUCCIÓN DE *Carica Papaya L.*
VARIEDAD “SOLO SUNRISE” EN SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Ingeniero Agroindustrial y de Alimentos

Profesor Guía

Master Pedro Agustín Romo-Ieroux Armijos

Autor

Backer Rolando Yáñez Morejón

Año

2015

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con los estudiantes orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

Pedro Agustín Romo-Ieroux Armijos

Master of Science

C.I.: 1709554313

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”.

Backer Rolando Yánez Morejón

C.I.: 1722159157

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mis profesores por su trabajo arduo y conocimientos compartidos para que yo pueda forjarme como un profesional, en especial al Ing. Pedro Romo-Ieroux director de este proyecto, quien con su tiempo y experiencia se haga realidad este objetivo tan grande.

Al ingeniero Jorge Cueva por compartir su conocimiento y apoyo incondicional en todos los procesos realizados en esta investigación.

DEDICATORIA

Este trabajo de tesis está dedicado a los pilares fundamentales de mi vida, mis padres, que han hecho que se convierta en realidad este objetivo gracias a su sacrificio y apoyo incondicional.

A mis hermanos por la fuerza y consejos para poder enfrentar las adversidades cotidianas y seguir adelante.

RESUMEN

La presente investigación fue realizada en la empresa Terrasol Corp S.A. cuyo objetivo fue la evaluación de efectos de productos biotecnológicos para mejorar la calidad en el cultivo de papaya variedad “Solo Sunrise” conocida mundialmente como papaya hawaiana.

Para la realización de este proyecto se utilizó 5 productos biotecnológicos como tratamientos comparados con un tratamiento testigo que es utilizado actualmente por la empresa para combatir las enfermedades producidas por el hongo *Corynespora* obteniendo como resultados que uno de los productos (Biofung) controla de igual manera que los utilizados convencionalmente pero a un precio menor.

Esta investigación es determinante para la empresa Terrasol por motivo que busca reducir la incidencia de hongos en el manejo del cultivo de papaya, siendo así una opción comprobada para aplicar en los próximos manejos de papaya.

ABSTRACT

This research was conducted at the company Terrasol Corp SA whose objective it was to evaluate effects of biotech products to improve quality in the cultivation of papaya variety "solo sunrise" known worldwide as Hawaiian papaya.

Five biotech products as treatments compared with a control treatment that is currently used by the company to combat enfermedades produced by *Corynespora* fungi and obtaining as results of the products (Biofung) controls was used for this project just as those used conventionally but at a lower price.

This research is critical for the company Terrasol by reason that seeks to reduce the incidence of fungi in the papaya crop management, making it a proven ability to implement in the coming dealings of papaya option.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	5
1. Marco Teórico	5
1.1 Origen y distribución.....	5
1.1.1. Características botánicas	5
1.2.2. Cadena Agroproductiva.....	7
1.3. Importancia comercial del cultivo	8
1.3.1. Situación mundial	8
1.3.2. Situación nacional	8
1.4. Investigaciones previas	9
1.5. Variedades.....	11
1.5.1. Solo Sunrise	12
1.6. Usos y propiedades.....	12
1.7. Manejo fitosanitario del cultivo.....	14
1.7.1. Enfermedades	14
1.7.1.1. Enfermedades virales.....	14
1.7.1.2. Enfermedades fungosas	15
1.7.1.3. Enfermedades bacterianas	17
1.8. Manejo fitosanitario. Empresa Terrasol	18
1.9. Productos biotecnológicos utilizados en el estudio.....	19
1.9.1. Biofol.....	19
1.9.2. Bioprot	19
1.9.3. Biofung.....	20
1.9.4. DIT	20
1.9.5. Activador.....	20

CAPÍTULO II	21
2. MATERIALES Y MÉTODOS	21
2.1. Ubicación del experimento.....	21
2.2. Materiales.....	23
2.2.1. Material para marcar y evaluar las plantas.....	23
2.2.2. Material de evaluación	23
2.2.3. Material de aplicación.....	23
2.3 Métodos.....	23
2.3.1. Diseño experimental.....	23
2.3.2. Implementación del experimento en campo	24
2.3.3. Distribución y marcación de tratamientos	25
2.3.4 Variables	25
2.3.4.1. Incidencia de <i>Corynespora</i> en hoja de papaya (%)....	25
2.3.4.2. Severidad de <i>Corynespora</i> en hoja papaya (%).....	26
2.3.4.3. Incidencia de <i>Corynespora</i> en fruta (%).....	26
2.3.4.4. Severidad de <i>Corynespora</i> en fruta (%).....	26
2.4 Plan de fumigación	27
2.5. Manejo poscosecha de la fruta.....	29
2.5.1. Lavado de la papaya	29
2.5.2. Empacado de los tratamientos	29
2.5.3. Refrigeración y almacenado de papaya	29
2.6. Evaluación Pre-cosecha.....	30
2.6.1. Cosecha	31
2.7. Evaluación Poscosecha	32
2.8. Evaluación de resultados.....	35
CAPÍTULO III	36
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
3.1 Evaluación pre cosecha.....	36
3.1.1 Incidencia de <i>Corynespora</i> en hoja de papaya.	36
3.1.2. Severidad de <i>Corynesphora</i> en hoja de papaya.	37

3.2 Evaluación poscosecha	39
3.2.1 Incidencia de <i>Corynespora</i> en fruto.....	39
3.2.2 Severidad de <i>Corynespora</i> en la fruta de papaya	41
3.3 Peso promedio de la fruta de papaya (g)	42
3.4 Análisis costo beneficio del uso de los productos biotecnológicos	43
3.5. Costos.....	44
3.6. Ingresos.....	46
CAPÍTULO IV.....	48
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	48
4.1. Conclusiones.....	48
4.2. Recomendaciones	49
REFERENCIAS	50
ANEXOS	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Identificación taxonómica de la papaya.....	6
Tabla 2. Características de cadena agroproductiva.	7
Tabla 3. Información nutricional de la papaya (por cada 100 g).....	13
Tabla 4. Características geográficas climáticas y de suelo del lugar de estudio.....	21
Tabla 5. Tratamientos estudiados	24
Tabla 6. Distribución de tratamientos en el campo.....	24
Tabla 7. Distribución de tratamientos y réplicas	25
Tabla 8. Análisis de varianza de la incidencia de <i>Corynespora</i> en hojas de papaya a los 8 días de aplicación de 5 productos.	36
Tabla 9. Prueba de Tukey al 5 %	37
Tabla 10. Análisis de varianza de la severidad de <i>Corynespora</i> en hojas de papaya a los 8 días de aplicación de 5 productos.	38
Tabla 11. Prueba de Tuckey (CI=95 %) a la severidad de <i>Corynespora</i> en hojas de papaya de los 5 tratamientos utilizados.	38
Tabla 12. Análisis de varianza de la incidencia de <i>Corynespora</i> en la fruta de papaya a los 8 días de aplicación de los productos.	39
Tabla 13. Promedios y rangos de la incidencia de <i>Corynespora</i> en fruta a los 21 días de papaya para los 5 tratamientos estudiados utilizando la prueba de Tuckey al 5 %.	40
Tabla 14. Análisis de varianza de severidad de <i>Corynespora</i> en la fruta de papaya a los 8 días de aplicación de los productos	41
Tabla 15. Prueba de Tukey (CI=95%) a la severidad de <i>Corynespora</i> en la fruta de papaya para los 5 tratamientos estudiados.	41
Tabla 16. Análisis de varianza del peso (g) de la fruta de papaya en cada cosecha.	42
Tabla 17. Prueba de Tukey (CI=95%) al peso de la fruta de papaya por cada tratamiento estudiado utilizando.	43
Tabla 18. Costo del Tratamiento convencional	44
Tabla 19. Costo de los tratamientos biotecnológicos utilizados por ciclos.	45

Tabla 20. Ingresos de mercado nacional.	46
Tabla 21. Ingresos para mercado de exportación	47
Tabla 22. Ingreso por tratamiento	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de lotes en hacienda María Elena.....	22
Figura 2. Procesos realizados en Terrasol.....	28
Figura 3. Reconocimiento de enfermedades.....	30
Figura 4. Cosecha y almacenamiento de la papaya.....	31
Figura 5. Evaluación de fruta a los 28 días	33
Figura 6. Diagrama de flujo del desarrollo de la investigación.	34
Figura 7. Diagrama de proceso del trabajo realizado en campo y poscosecha.	35

INTRODUCCIÓN

La papaya Hawaiana fue introducida en el Ecuador en el año 1985, en poco tiempo se convirtió en un producto de alta demanda por los mercados internacionales. Por otro lado no tuvo el mismo éxito en los mercados nacionales debido a su tamaño pequeño, pero con los años esta variedad ha logrado una gran aceptación en Europa y Estados Unidos (Agrocalidad, 2014).

La exportación de papaya se inició en el año 2002, teniendo que superar algunas desventajas competitivas. Brasil dominaba el mercado internacional exportando una variedad similar, permitiendo así el acceso de la papaya ecuatoriana que estaba restringida en gran parte por la presencia de la mosca de la fruta. Los mercados a los que inicialmente Ecuador exportaba fueron Alemania, Francia, Países Bajos y Canadá, en el 2004 empezaron las negociaciones para la exportación de papaya a Estados Unidos (Agrocalidad, 2014).

Según estadísticas de producción en el 2005, la provincia que poseía mayor cantidad de hectáreas a nivel nacional fue Manabí con 958 hectáreas, seguida por la provincia de Santo Domingo con 610 hectáreas y Los Ríos con 563 hectáreas. En cuanto a rendimiento la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas tiene 14.96 t/ha. Las provincias de Santa Elena y Guayas registran el mayor crecimiento en hectáreas sembradas con producción destinada a la exportación (Guananga, 2009).

Las temperaturas óptimas para el cultivo de papaya se encuentran en los 25°C considerando que los límites térmicos extremos van desde 20°C y 33°C debido a que si son menores a 22°C y mayores a 33°C existe el riesgo de provocar la aparición de carpeloídia y esterilidad femenina (Rodríguez, *et.al.*, 1995).

El virus causante de la mancha anular es un agente común que inciden en la productividad de cultivo de papaya, este virus fue descubierto en Hawaii en los

años 80, provocando pérdidas económicas. A finales de esta década se impulsaron proyectos para combatir esta enfermedad, y los resultados obtenidos sirven como ejemplo para indicar que la biotecnología ayuda a contrarrestar algunas enfermedades en cultivos de la papaya (Carton, 2002).

El virus llamado ring spot es una enfermedad común y severa en todos los países productores de papaya, presenta un ataque letal si no se realiza un control adecuado. La fruta posee un aspecto desagradable y mal sabor, las hojas de las plantas presentan un color amarillento y arrugado en forma de mosaico. El virus afecta en todas las etapas de crecimiento de la planta, en la fruta madura se torna áspera y con círculos concéntricos (Chemonics International, Inc., 2009).

Los áfidos (*Aphis gossipi* y *Myzus persicae*) son conocidos como los transmisores del virus de planta, para evitar la dispersión del virus de ring spot no se debe introducir plantas de otras fincas ya que son plantas hospederas y mucho menos sembrar calabaza o pepino cerca del cultivo primario. Una vez detectado los síntomas en la planta es fundamental cortar, enterrar o quemar para evitar la transmisión del virus (Chemonics International, Inc., 2009).

En cuanto a insectos plagas existen la araña roja (*Tetranychus sp.*) que afecta principalmente a la nervadura de la hoja y si no se realiza un control inmediato se caen todas las hojas afectadas; la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) es otro plaga que puede afectar todo el año, y provoca un moho negro en el envés de la hoja (Chemonics International, Inc., 2009).

Este estudio evaluará los efectos producidos por la aplicación de los siguientes productos biotecnológicos como Biofol, Biogung, Bioprot, Activador, DIT, que provienen de una fuente orgánica, y se encuentra formado por nitrógeno en forma de nitratos para su absorción inmediata, mientras tanto el fósforo se encuentra formado de fosfitos para combatir a los hongos. Los

microelementos, quelatados orgánicamente están equilibrados y estabilizados para su eficaz y rápida actuación (Biogreen, 2010).

El alcance de este estudio es determinar los efectos de los productos biotecnológicos en el cultivo de papaya, en el rendimiento y calidad de la fruta y síntomas de plagas y enfermedades en el cultivo. Estos productos actúan de manera amigable al cultivo y al ambiente.

La exportación de papaya ecuatoriana es un reto complicado para muchos productores debido a las nuevas tendencias comerciales cambios científicos, tecnológicos de la agricultura, altas exigencias sanitarias (Guananga, 2009).

En Terra Sol la aplicación de productos biotecnológicos en el cultivo de papaya se realiza desde la siembra hasta la poscosecha, la vida útil de la plantación es de tres años, en el proceso de desarrollo de papaya la aplicación de la biotecnología no produce toxicidad en la planta y no presenta MRL (maximun residue level), es decir la cantidad de desechos de hojas en el cultivo es mínima, brindando calidad y puntos altos en producción (Terrasol, 2014).

Objetivos

Objetivo general

Evaluar el efecto de productos biotecnológicos en el control de enfermedades de *Carica papaya* de la variedad "Solo Sunrise", en el litoral ecuatoriano.

Objetivos específicos

- Determinar la efectividad de cinco productos biotecnológicos en el control de hongos como *Corynesphora sp.*
- Determinar la efectividad de los productos biotecnológicos en la calidad física de fruta de papaya.
- Seleccionar el mejor tratamiento en base al análisis de costos.

Hipótesis

H_0 = No existen diferencias entre los productos biotecnológicos sobre la calidad de la fruta de papaya.

De no cumplir este enunciado, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa

CAPÍTULO I

1. Marco Teórico

1.1 Origen y distribución

La papaya (también conocida como lechosa en Venezuela, fruta bomba en Cuba o melón zapote en México), es una fruta tropical originaria de Centroamérica, fundamentalmente de México (principal exportador), aunque se han observado especies afines en la zona del sur de América Central hasta el noroeste de América del Sur (Geilfus, 1994, p. 63). El historiador Fernández de Oviedo menciona que los españoles conocían la papaya por el nombre de higos de mastuerzo (Jiménez, 2002, p. 3).

Los colonizadores españoles la llevaron hacia Filipinas y Canarias, y posteriormente proliferaron las plantaciones en los países tropicales y subtropicales. Actualmente es un fruto muy popular en África del Sur, India, Malasia, Indochina, Hawai, Brasil, Australia, Florida, entre otros (Murillo, 2015, p. 1). Tanto desde el punto de vista sensorial como nutritivo, la papaya es una fruta de gran exquisitez. El consumo principal es en fresco, aunque también se consume en batidos o mermeladas, y se prepara la fruta en almíbar.

La cosecha se destina normalmente al mercado local, nacional e internacional (Rogg, 2000, p. 73). En el país se producen tres tipos: la tainung, la hawaiana y la maradol o nacional (El Comercio, 2011). Este estudio fue realizado en la variedad conocida como “hawaiana”.

1.1.1. Características botánicas

La papaya es una planta dicotiledónea que pertenece a la familia Caricaceae, dentro de la cual existen los siguientes géneros: *Carica*, *Cylicomorpha*, *Jacaratia* y *Jarilla*. Dentro del género *Carica* existen 21 especies, todas

endémicas de Centroamérica. La *Cylicomorpha* tiene dos especies propias de África tropical, mientras que la *Jacaritia* posee seis especies de América tropical, y finalmente la *Jarilla* tiene una especie nativa de México central (Morera, 1981, p. 2).

Tabla 1. Identificación taxonómica de la papaya

TAXA	GRUPO DE PERTENENCIA
Reino	Vegetal
Tronco	Cormophyta
División	Antophyta
Subdivisión	Angiosperma
Clase	Dicotiledónea
Subclase	Chrisopétala
Segundo grado evolutivo	Dialipétala
Orden	Parietales
Familia	<i>Caricacea</i>
Género	<i>Carica</i>
Especie	<i>Papaya</i>

Adaptado de García, 2010.

En anexo 1, se presentan las características generales de la planta: descripción, variedades, requerimientos de clima y suelo y relativas para la producción.

1.2.2. Cadena Agroproductiva

El objetivo principal de toda cadena agroproductiva es conocer en detalle el funcionamiento de un proceso productivo, económica y productivamente, desde la extracción de la materia prima hasta su transformación en el producto final deseado. Para su estudio, debe prestarse atención a cuatro agentes fundamentales: Producción, Comercialización, Consumo, e Insumos y Servicios.

Tabla 2. Características de cadena agroproductiva.

ETAPA	DESCRIPCIÓN
Producción	Mano de obra, asesoría técnica, equipo tecnificado, procesos estrictos, logística y redes de distribución
Comercialización	Agentes comercializadores para el mercado interno y externo. Intermediarios mayoristas que movilizan la ruta desde las zonas productoras hasta las principales centrales de abasto del país. Intermediarios minoristas (mercados y tiendas de autoservicio) que hacen llegar el producto hasta el consumidor final. Agentes que ofrecen servicios de transporte y almacenaje para la comercialización.
Insumos y Servicios	Proveedores de insumos (semillas, planta, fertilizantes, fungicidas, insecticidas), maquinaria y equipo, (transporte, almacenamiento) financiamiento (crédito), servicios de capacitación y asistencia técnica. Se ubican en las zonas productoras.
Consumo	Consumidores potenciales internos y externos.

Tomado de Antonio Montaña, 2012, pp. 51-53.

1.3. Importancia comercial del cultivo

1.3.1. Situación mundial

Las exportaciones de papaya a nivel mundial están lideradas por México, Brasil y Estados Unidos (respectivamente), según los datos que ofrece el Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones (Pro Ecuador, 2014, p. 10). En el 2014 a México correspondió el 33,67 % de las exportaciones totales de esta fruta, ver anexo 3.

Por su parte, entre los principales importadores de papaya en el 2014 se encuentran Estados Unidos (38,32 %), Alemania (8,88 %), Canadá (7,65 %), los Países Bajos (6,10 %), Portugal (5,52 %), Reino Unido (4,93 %), entre otros como Singapur y Hong Kong (Pro Ecuador, 2014, p. 9).

1.3.2. Situación nacional

La papaya es un producto que se cultiva en Ecuador durante todo el año. Las variedades que se producen son Tainung, Maradol y Hawaiana; esta última es la que mayor demanda tiene a nivel internacional por su calidad y sabor agradable (Pro Ecuador, 2014, pp. 3-4). Los mayores centros de producción de papaya a nivel nacional se concentran en las provincias de Los Ríos, Santo Domingo y Santa Elena.

Actualmente, según el informe del Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones (Pro Ecuador, 2014), se estima un número de 400 hectáreas de papaya hawaiana destinadas a la exportación, y esta cifra tiende a aumentar (p. 5). Con la firma del plan de trabajo con Estados Unidos en 2014 se pretende insertar semanalmente en los mercados estadounidenses 100 toneladas de esta fruta a partir del segundo semestre del 2015 (Agrocalidad, 2014). Ver anexo 4.

Durante el 2014, la tasa de crecimiento promedio anual (TCPA) en el sector de frutas no tradicionales correspondió a un 6,18 % en la papaya, ocupando el cuarto lugar entre las principales frutas exportadas (antecedida por la pitahaya, la piña y el mango, respectivamente). Pro Ecuador señala que desde el 2009 hasta el 2014 las exportaciones de papaya han tenido un TPCA de 2,99 % en el valor FOB exportado, y un decrecimiento a nivel de toneladas (3,92 %) por determinados factores que afectaron su producción (por ejemplo, la presencia de la mosca de la fruta, por lo cual se crearon los Análisis de Riesgos de Plagas, ARP). Para abril de este año (2015) se determinaron 1,4 millones FOB de producto exportado y 1286 toneladas (Pro Ecuador, 2014, p. 6).

Las actividades de exportación de esta fruta se iniciaron en el 2002 hacia Alemania, Francia, los Países Bajos y Canadá. Actualmente Reino Unido, Países Bajos, Bélgica y Alemania son los principales socios comerciales de la papaya ecuatoriana (en ese orden), ver anexo 5.

La principal asociación referente a la papaya en Ecuador es Corpapaya, con sede en la ciudad de Guayaquil (Pro Ecuador, 2014, p. 6). Entre los principales exportadores de papaya ecuatorianos se encuentran Terrasol Corp. S.A. (Santo Domingo de los Tsáchilas) y Combifruit Cía. LTDA (Quito). Pro Ecuador indica que las importaciones mundiales se han dinamizado desde el 2010, con una tasa promedio anual hasta diciembre de 2014 del 5,7 % (p. 10).

A nivel nacional, la provincia que más papaya en monocultivo produce es Santo Domingo de los Tsáchilas (30 %), con 316 hectáreas distribuidas en 131 UPAs (Solagro, 2015).

1.4. Investigaciones previas

Tras una búsqueda pormenorizada en los repositorios digitales del Ecuador, así como en otras bibliotecas de universidades, se ha llegado a la conclusión de que no existen estudios previos que evalúen la incidencia de los productos

bioestimulantes Biofol, Biofung, Bioprot, DIT y Activador en el cultivo de la papaya.

Existen varios estudios académicos acerca del uso de bioestimulantes en el cultivo de la papaya, por ejemplo, la tiurea y el tiosulfato en la germinación de las semillas, la aplicación de fertilizantes orgánicos en las diferentes etapas del cultivo de la planta, entre otros. También se encuentran estudios específicos para atenuar, controlar y evitar algunas enfermedades de la papaya.

No obstante, algunos trabajos atienden al uso del Biofol combinado con otros bioestimulantes y aplicado en diferentes cultivos. Por ejemplo, la “Evaluación de tres programas de fertilización foliar complementaria luego del transplante en el cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis*), var. Flavicarpa, Valencia, Los Ríos”, del Ing. William Danilo Tapia, (2013), que utilizó en su investigación el NewFol-Mg, cuya base principal es el Biofol-Mg (p. 63). Martínez Lozano y otros aplicaron cuatro reguladores comerciales, entre ellos el Biofol, en función de mejorar el valor nutricional del cultivo de la papa (Martínez Solano, *et al.*, 1999).

Desde la década de los 90, el Centro de Investigaciones Agropecuarias de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León comenzó a publicar estudios sobre la aplicación del Biofol junto a otros estimulantes en el cultivo de la coliflor (Ocejo, 1993), en el chile serrano (Montes, 1991), en el frijol (Rodríguez, 1992) y en el crecimiento y peso final del champiñón (Lecea, 1996), con resultados muy positivos en la aplicación del Biofol en estos cultivos.

También se han encontrado dos artículos en la revista peruana *Agroenfoque*, bajo la autoría de B. Pahuacho, referidos a la fertilización foliar con Biofol en algodón (2001) y olivos (2000).

Acerca de los otros cuatro bioestimulantes utilizados en esta investigación, no se han encontrado trabajos académicos en la red.

Recientemente en la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias de la Universidad de las Américas (UDLA) se han realizado dos investigaciones que aplican el producto Biofol combinado con Biofork en cultivos de plátano (Correa y Yáñez, 2014), obteniendo como resultados mayor crecimiento foliar en las plantas y reducción de gastos de fertilizante.

1.5. Variedades

Frans Geilfus (1994) opina que no se puede hablar de variedades propiamente dichas de la papaya, ya que se reproduce por semillas; sin embargo, el control de la polinización ha permitido crear diferentes “tipos”. No obstante, al hablar de estos “tipos” en la investigación, se utilizará la denominación de “variedades”, teniendo en cuenta el uso más amplio de esta acepción.

Los cruzamientos no permiten establecer una variedad pura debido a la acción del viento y de los insectos, por lo que se forman varias combinaciones florales, dando cabida a muchas materiales híbridos (Bastidas, 2006).

La más conocida y considerada entre las mejores es la variedad Solo sunrise o Hawaiana (originaria de Barbados y Jamaica, pero de amplia producción en Hawai desde 1911), que produce un elevado número de plantas con flores perfectas (hermafroditas), lo que tributa a su buena conservación. Los frutos no son de gran tamaño, pero el sabor es superior a la mayoría de las otras variedades. Hay también tipos mejorados como Solo Sunrise, Waimanal, Kapoho, Sunset, Sunup, entre otros (Geilfus, 1994, p. 63).

Las variedades que se producen y comercializan en Ecuador son la Tainung, Maradol y Hawaiana. La Tainung se caracteriza por su pulpa de color rojo y un fuerte aroma. Tiene un peso promedio de 1,1 kg y se demora seis meses para

su floración y cinco más para la cosecha. La Maradol se demora el mismo tiempo para dar flores y frutos, y rinde una mayor productividad en zonas a menos de 800 msnm. Las frutas pueden llegar a pesar hasta 2 kg, y se asemejan a la pera, pero son más alargadas que la hawaiana. Esta última es más pequeña, en forma de pera, con un peso de hasta 800 g. Es la variedad más dulce de todas las cosechadas en Ecuador y la de mayor índice de exportación (Pro Ecuador, 2014, p. 5).

1.5.1. Solo Sunrise

La variedad Solo Sunrise de tipo hawaiana es de color rojo, pulpa rosada muy dulce y pesa entre 400 g y 800 g. La cáscara es dura y resistente. La fruta brota aproximadamente a un metro del suelo. Esta variedad se ha catalogado como la número 1 en producción mundial, y se da en una amplia gama de condiciones climáticas, con una producción de hasta 100 frutas por año cada planta (Paramount Seeds Inc., 2015). La mitad de la papaya que se consume totalmente y toda la papaya exportada desde el Ecuador pertenece a esta variedad.

1.6. Usos y propiedades

La fruta se consume en forma fresca, en jugos, batidos, siropes, mermeladas, néctares, jaleas, etc. Las variantes de preparación son numerosas. También se procesa para obtener vino y vinagres. Los frutos verdes se confitan, se hacen picadillo y además forman parte en la preparación de salsas y encurtidos. Pueden encontrarse también rodajas deshidratadas (Murillo, 2015, p. 2).

Las hojas pueden utilizarse para ablandar la carne; también sirven para forraje, ya que contienen de un 20 a un 30 % de proteínas. Las flores se comen crudas, y tienen propiedades medicinales. Tanto semillas como hojas se utilizan con fines curativos. Las raíces pueden consumirse hervidas como una vianda (Murillo, 2015, p. 2).

El látex de la papaya tiene una enzima proteolítica, la papaína, muy utilizada en la industria de los alimentos, en los textiles, para los cauchos, en la clarificación de la cerveza y en la industria farmacéutica y cosmética (Geilfus, 1994, p. 63).

La papaya tiene altos valores nutricionales, rica en vitaminas, minerales y fibra dietética.

El bajo contenido en grasas, más la acción conjunta de la vitamina C, los betacarotenos y las enzimas protegen al sistema circulatorio por sus propiedades antiinflamatorias, además de contribuir a la prevención de la artritis reumatoide. La papaína estimula la digestión y favorece la salud del sistema digestivo. Por su parte, el contenido de fibra mejora el tránsito intestinal, ayuda contra la retención de líquidos y beneficia la expulsión de toxinas (Pérez, 2015; Agrolanzarote. Servicio Insular Agrario, 2012, p. 1).

Tabla 3. Información nutricional de la papaya (por cada 100 g)

		Valor	Unidad	
Calorías		43	Kcal	
	Agua	88,06	g	
	Proteínas	0,47	g	
	Lípidos	0,26	g	
	Ceniza	0,39	g	
	Hidratos de carbono	Total	10,82	g
		Fibra	1,7	g
Azúcares		7,82	g	
Minerales	Calcio	20	mg	
	Hierro	0,25	mg	
	Magnesio	21	mg	
	Fósforo	10	mg	
	Potasio	182	mg	
	Sodio	8	mg	
	Zinc	0,08	mg	
	Cobre	0,045	mg	
	Manganeso	0,04	mg	
	Selenio	0,0006	mg	
Vitaminas	C	60,9	mg	
	B1	0,023	mg	
	B2	0,027	mg	
	B3	0,357	mg	
	B5	0,191	mg	
	B6	0,038	mg	
	B12	0	mg	
	B9	0,037	mg	
	B7	6,1	mg	
	E	0,3	mg	
D	0	mg		

	K		0,0026	mg
	A		950	IU
	Antioxidantes carotenoides	Alfa caroteno	2	µg
		Beta caroteno	274	µg
Vitaminas	Antioxidantes carotenoides	Beta criptoxantina	589	µg
		Licopeno	1828	µg
		Luteina y Zeaxantina	89	µg
Ácidos grasos	Total		0,211	g
	Saturados		0,081	g
	Monoinsaturados		0,072	g
	Poliinsaturados		0,058	g
Colesterol			0	g

Tomado de Dieta y Nutrición.Net, 2015; Pérez, 2015.

1.7. Manejo fitosanitario del cultivo

1.7.1. Enfermedades

1.7.1.1. Enfermedades virales

La **mancha anular de la papaya o virus ring spot** es una de las enfermedades más destructiva que inicialmente aparece la hoja bandera amarilla, mientras las otras permanecen verdes. En el tallo surgen manchas circulares de hasta 2 mm de diámetro y rápidamente forman áreas de vetas alargadas aceitosas color verde oscuro. Posteriormente las hojas del tercio superior presentan una leve clorosis, luego aparece un moteado con una apariencia filamentosa y los pecíolos de color verde oscuro. Las flores se deforman, arrugan y presentan una textura coriácea. En los frutos aparecen pequeños anillos verde oscuro, que van creciendo y pueden producir deformaciones en forma de chichones. El vector o transmisor de esta enfermedad son los pulgones (*Aphis spp.*) ya que viajan fácilmente por el aire hasta llegar al cultivo de papaya. Debe tenerse cuidado con los cultivos cercanos de pepino (*Cucumis Sativus*) o calabaza (*Cucurbita Máxima*), que pueden contener el virus. (Plagas y enfermedades, 2015).

El **cogollo arpeollado** comienza con una clorosis difusa en las hojas, se reduce la expansión normal de la hoja y se acortan los entrenudos del pecíolo. Luego aparecen manchas acuosas discretas en pecíolos y tallos afectados, hasta convertirse en manchas irregulares de hasta 2 mm de diámetro. Las plantas afectadas raramente florecen o fructifican. En etapas avanzadas las plantas se quedan sin hojas, excepto por un reducido penacho de pequeñas hojas en el ápice (Plagas y enfermedades, 2015).

En sentido general, para prevenir y controlar las enfermedades virales deben tomarse las siguientes medidas:

- Plantar a 1000 m. de plantaciones infectadas, viejas, de cucurbitáceas y solanáceas.
- Sembrar en la época de menor incidencia de esos vectores.
- Plantar más de 2000 plantas por hectárea para poder eliminar las que presenten síntomas visuales de la enfermedad.
- Establecer barreras vivas intercaladas en las plantaciones, que sean más atractivas para los insectos.
- Rotar con cultivos no hospederos de las enfermedades virales u otros patógenos que puedan afectar a la papaya.
- Colocar trampas amarillas de pegamento o de agua. (Plagas y enfermedades, 2015).

1.7.1.2. Enfermedades fungosas

La **antracnosis** (*Colletotrichum gloeosporoides*) ataca la planta en las primeras etapas de desarrollo, pero permanece inactiva hasta la maduración del fruto. Se dispersa por el viento y el agua, y las condiciones de alta humedad y temperatura son propicias. Se inicia en las hojas bajas. Las flores se marchitan y caen; las hojas se marchitan y enrollan. En el fruto se manifiestan manchas en forma de anillos concéntricos hundidos que causan depresiones. Debe

mantenerse limpio el campo y aplicar fungicidas efectivos y confiables (Chemonics International Inc., 2009, p. 17).

La **cercosporiosis (*Cercospora beticola*)** tiene mayor incidencia en períodos calurosos y húmedos. Se presentan manchas circulares pequeñas de color blanco grisáceo y el borde pardo oscuro, luego las hojas se tornan amarillas y se secan produciendo orificios que reducen la fotosíntesis (Plagas y enfermedades, 2015).

Cuando el suelo presenta mucha materia orgánica, mal drenaje y poca aireación, con altas temperatura y humedad, es frecuente la **podrición del tallo, raíz y frutos**. Comienza en el tallo y avanza rápidamente. En los viveros pueden observarse las raíces completamente podridas (Plagas y enfermedades, 2015). Este hongo afecta durante todo el año, pero más en temporada de lluvia. También se produce la enfermedad como consecuencia de la quema de troncos con herbicidas o daños físicos. Se observan burbujas o goteos en la base del tronco, por lo que debe rasparse, removerse la tierra y luego pintar el tronco con una solución de Mancozeb o Ridomyl MZ (Chemonics International Inc., 2009, pp. 16-17).

En el caso del **mildiu polvoriento (*Peronospora sparsa*)**, se afectan hojas y frutos. En plantas pequeñas puede ser muy invasivo. Primero surgen manchas amarillas en las hojas, cubiertas por un polvo blanquecino, y luego se secan y se caen (Plagas y enfermedades, 2015).

El hongo oportunista de la *Alternaria* provoca el **tizón y podrición**, y puede manifestarse tanto en el campo como en la etapa de postcosecha. Se restringe a un ambiente seco. La fruta presenta una lesión circular u oval que cubre con una masa de esporas negras. Las hojas y pecíolos viejos son la fuente de inóculo fundamental (Plagas y enfermedades, 2015).

Podrición del extremo del pedúnculo o pomosis (*Phomopsis caricae*) primero arruga el tejido, y luego se vuelve traslúcido, desde un verde pálido a

un amarillo. La banda de tejido húmedo avanza velozmente desde el sitio infectado hasta la cavidad de la fruta; frecuentemente la porción infectada se levanta del resto. Debe tenerse cuidado, porque también se dan pudriciones postcosecha (Jiménez, 2002, p. 56).

La **mancha negra** de la hoja provocada por el (*Asperisporium caricae*), se presenta bajo condiciones de manejo deficiente de la plantación. No es un problema muy frecuente, pero presenta una alta incidencia en la fruta. Se observan manchas oscuras de tamaño pequeño, irregulares, con un borde aceitoso. Estas lesiones no se profundizan en la fruta, pero dañan su apariencia. Se controla con fungicidas protectantes.

La *Corynespora sp.* provoca una **mancha negra**, que raras veces se presenta en la fruta. Sobre las hojas se encuentran manchas cloróticas circundadas por un halo color olivo. Las condiciones húmedas favorecen la proliferación de esta enfermedad. Esta infección causa la caída de las hojas, por lo que la planta pierde vigor y capacidad fotosintética. (Jiménez, 2002, p. 58).

1.7.1.3. Enfermedades bacterianas

La **declinación bacteriana** (*Erwinia sp.*) provoca que las hojas interiores se amarillen y marchiten. Se reconoce por la hoja colgando. Luego la enfermedad avanza hacia el tallo y el follaje. La parte apical adquiere el aspecto de una punta de cigarro, y la planta muere rápidamente. En tallos, láminas foliares y pecíolos se observan manchas angulares de aspecto aceitoso y necrosis en las nervaduras, en el tejido vascular de tallos y raíces, así como lesiones de aspecto acuoso en los frutos. (Plagas y enfermedades, 2015).

Otras enfermedades bacterianas en poscosecha como el **amarillamiento interno** (*Enterobacter cloacae*), la pulpa de la fruta se vuelve traslúcida, con una decoloración que va de amarillo brillante a verde limón. Esta enfermedad

ocurre solo esporádicamente, y con ausencia de síntomas externos. No se conoce la forma que se propaga (Jiménez, 2002, p. 60).

La **podrición púrpura (*Erwinia herbicola*)**, provoca pigmentos púrpura y franjas de ese color en el tejido vascular y en los ductos de látex que circundan la cavidad seminal. El tejido parénquima se hace traslúcido y luego se pudre (Jiménez, 2002, p. 60).

1.8. Manejo fitosanitario. Empresa Terrasol

Terrasol es una empresa que tiene como premisa la calidad, credibilidad e innovación en sus servicios. Terrasol importó la variedad Solo Sunrise en 1980, y fue la primera empresa en desarrollarla en el Ecuador, convirtiéndose en el líder local de producción y exportación de esta fruta, con certificado Eurepgap en todas las fincas de papaya. Sus frutas se venden también con el certificado Ecuador Calidad de Origen. Actualmente es uno de los más importantes productores de papaya en Latinoamérica (Terrasol, 2015).

Se encuentra ubicado en Santo Domingo de los Tsáchilas y está constituida por distintas haciendas distribuidas a lo largo de la costa del país. María Elena es la hacienda de papaya donde se tomaron los datos para el proyecto de investigación.

El programa de manejo de fertilización del cultivo de papaya se realiza durante todo el año con intervalos y dosis moderadas para mejorar la producción y calidad de la fruta ver anexo 6.

También resulta esencial el trabajo en el control de las malezas, pues los primeros cinco meses son los más críticos, ya que la planta no tolera malezas en la zona debajo de la copa por tener un sistema radical muy superficial. Luego, la sombra limita el crecimiento de malezas y hace más fácil su control.

1.9. Productos biotecnológicos utilizados en el estudio

Los bioestimulantes o productos biotecnológicos son productos que contienen principios activos (enriquecidos con vitaminas, aminoácidos, hormonas y micronutrientes), los cuales actúan sobre la fisiología de las plantas. De esta forma, se aumenta su desarrollo, productividad, calidad del fruto y resistencia ante algunas enfermedades.

1.9.1. Biofol

Es un fertilizante foliar, estimulante de la germinación, elaborado con quelatos orgánicos que ayudan a la formación de paredes celulares fuertes, lo que contribuye a que las plantas sean más resistentes a los ataques de insectos, hongos, bacterias y virus. Es compatible con la mayoría de los fertilizantes foliares, fungicidas, insecticidas y herbicidas. No es fitotóxico en los cultivos (Diccionario de Especialidades Agroquímicas, 2015).

1.9.2. Bioprot

Es un producto que se utiliza específicamente para la protección de hongos y bacterias de amplio espectro. Contiene una solución muy concentrada de células vivas de varias cepas de bacilos, así como estabilizadores y micropartículas de almidones con nutrientes para que las nuevas colonias se formen más rápido y esto favorece el efecto de los microorganismos (BioGreen, 2015).

Compuestos por esporas actúa por antibiosis exudando el antibiótico y liberando espacio de muchos hongos, este antibiótico se queda actuando por 3 meses hasta eliminar por completo los hongos patógenos.

1.9.3. Biofung

Es un producto protector y erradicante de hongos y bacterias de amplio espectro, con una solución muy concentrada de esporas y células vivas de varias cepas de Trichoderma, con estabilizadores y micropartículas de almidones con nutrientes para acelerar la formación de las nuevas colonias y el efecto tras la aplicación (BioGreen, 2015).

1.9.4. DIT

Es un producto potencializador, estabilizador de fungicidas y pesticidas agroquímicos, de manera que mejora la acción de los ingredientes activos al mezclarse. Contiene moléculas complejas como ácidos orgánicos, ácido ascórbico, lípidos, azufre (S), dodecilsulfato sódico (SDS), nitrógeno (NO₃) y sodio (BioGreen, 2015).

1.9.5. Activador

Es un producto estabilizador, corrector de pH. Contiene fósforo (P205) y macromoléculas orgánicas complejas (ácidos fúlvicos) que al mezclarse con los pesticidas o fungicidas potencializarán la acción (BioGreen, 2015).

CAPÍTULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación del experimento

El estudio se realizó en Terrasol Corp S.A una empresa ubicada en Santo Domingo de los Tsáchilas constituida por varias haciendas productoras de papaya hawaiana distribuidas en la provincia, María Elena fue la hacienda donde se llevó a cabo el experimento con 22 hectáreas sembradas en noviembre 2013 La hacienda cuenta con 7 lotes y el lote 1 fue el designado para el ensayo correspondiente, este lote posee 3 hectáreas y fueron utilizadas aproximadamente una hectárea totalmente señalizada por tratamientos para la correcta aplicación de los productos.

A continuación en la tabla 9 información detallada de la plantación.

Tabla 4. Características geográficas climáticas y de suelo del lugar de estudio

PARÁMETRO	UNIDAD
Provincia	Santo Domingo de los Tsáchilas
Cantón	Santo Domingo de los Colorados
Parroquia	Puerto Limón
Latitud	0.36
Longitud	79.38
Temperatura promedio ° C	23 – 26
Altura	350 msnm
Humedad relative	90%
pH	5.5 - 6.5
Característica físicas del suelo	Suelos limo - arcilloso

2.2. Materiales

2.2.1. Material para marcar y evaluar las plantas

- Pintura blanca
- Brocha
- Tijeras
- Cinta adhesiva

2.2.2. Material de evaluación

- Registros de fitosanidad
- Guantes látex
- Libo de campo
- Balanza

2.2.3. Material de aplicación

- Guantes látex
- Mascarilla especial
- Bomba solo

2.3 Métodos

2.3.1. Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó fue de bloques completamente al azar (DBCA), con 3 repeticiones y 5 tratamientos. Este estudio se comprobará que tratamiento es más eficaz entre los productos biotecnológicos probados para el control fitosanitario del cultivo de papaya hawaiana. Los datos obtenidos en este estudio fueron analizados en el programa estadístico Infostat. Se realizará

la prueba de Tukey con un nivel de confianza de 95%, para comparar las medias de los tratamientos con la del tratamiento de referencia.

Se procedió a aplicar los productos biotecnológicos en una solución con 10 l de agua con la dosificación indicada por la casa comercial Biogreen.

Tabla 5. Tratamientos estudiados

TRATAMIENTO	PRODUCTO	DOSIS	REPLICAS
1	DIT+ACTIVADOR	20cc/l	T1,T13,T25
2	BIOFUNG	10cc/l	T14,T26,T2
3	BIOPROT	10cc/l	T8,T20,T32
4	BIOFOL	40cc/l	T7,T19,T31,
5	TESTIGO	1kg/tanque	T0,T10,T3

2.3.2. Implementación del experimento en campo

El lote en el que se realizó el ensayo cumplía con la edad necesaria de cultivo para la aplicación de los productos y la cantidad de las plantas disponibles fue adecuado.

Tabla 6. Distribución de tratamientos en el campo

REPLICA 1						REPLICA 2						REPLICA 3					
T1	T14	T8	T7	T0		T13	T26	T20	T19	T10		T25	T2	T32	T31	T3	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	

Aquí se marcó los 5 tratamientos con 3 réplicas, cada tratamiento posee un promedio de 15 plantas de las cuales se seleccionaron 6, para los datos necesarios, las filas que se encuentran a lado del tratamiento principal no se toman en cuenta por motivo de evitar una fumigación cruzada. Una vez distribuidos los tratamientos se procedió a la fumigación con los 5 productos biotecnológicos que son: Dit, Activador, Biofung, Biofol, Bioprot.

Tabla 7. Distribución de tratamientos y réplicas

PRODUCTO	TRATAMIENTO	RÉPLICA
DIT+ACTIVADOR	1	R1
DIT+ACTIVADOR	13	R2
DIT+ACTIVADOR	25	R3
BIOFUNG	14	R1
BIOFUNG	2	R2
BIOFUNG	26	R3
BIOPROT	8	R1
BIOPROT	20	R2
BIOPROT	32	R3
BIOFOL	7	R1
BIOFOL	19	R2
BIOFOL	31	R3
TESTIGO	0	R1
TESTIGO	3	R2
TESTIGO	10	R3

2.3.3. Distribución y marcación de tratamientos

Se marcó los tratamientos requeridos para tener en cuenta el efecto borde por motivo que se pueden modificar la información del experimento, existen muchos factores por el cual esta metodología es variable e independiente, como tamaño de pasillos, movimiento de riego, clima y cercanía de parcelas con el ensayo (Castro R, 2013)

2.3.4 Variables

Se empleó el siguiente criterio de evaluación de las variables:

2.3.4.1. Incidencia de *Corynespora* en hoja de papaya (%)

De la unidad experimental se tomó 6 hojas y se contó el número de postulas por hoja para después obtener un promedio de incidencia por tratamiento.

2.3.4.2. Severidad de *Corynespora* en hoja papaya (%)

Para medir o evaluar la severidad de esta enfermedad, se cortó una hoja bandera de 6 plantas de la unidad experimental requerida tomando en cuenta las colonias o postulas del hongo. Se consideró la cantidad de 50 postulas como total infestación del hongo en la hoja siendo el 100%.

2.3.4.3. Incidencia de *Corynespora* en fruta (%)

Los datos recolectados para esta variable se realizaron mediante el conteo de las postulas de corynespora por fruto, es decir de cada tratamiento se recogió un promedio de 18 frutas y se empacaron en 3 cajas, 6 frutas por caja respectivamente.

Las 18 frutas se analizaron y se observó la incidencia de corynespora por tratamientos.

2.3.4.4. Severidad de *Corynespora* en fruta (%)

En el análisis de esta variable se consideró un valor de 10 postulas por fruta equivalente al 100% como estándar de calidad. Se procedió a realizar el porcentaje de cada tratamiento de frutas enfermas dividido para el número de frutas totales.

2.3.4.5. Peso promedio de fruta (g)

Esta variable se evaluó en fase de poscosecha una vez recolectada la fruta de cada tratamiento se procedió a pesar con una balanza para obtener los pesos de todos los tratamientos cada 8 días.

2.4 Plan de fumigación

En el lote escogido para este experimento a marcar los tratamientos requeridos para llevar un orden en las 4 fases. Dentro del lote se escogió los 15 tratamientos, cada tratamiento estaba compuesto por 3 filas, la fila central era la prioridad y las laterales se denominaron borde, se dividió así para evitar una fumigación cruzada entre tratamientos.

La fumigación se realizó cada 8 días aplicando a toda la parte posterior o foliar del tratamiento requerido. Los productos biotecnológicos se prepararon en un recipiente a razón de la dosis recomendada por el fabricante, diluido en 10 l de agua, para después fumigar con bomba a motor. Además de los productos aplicados se agregó un coadyuvante fijador para que se fije el producto de una mejor manera en las hojas. Las fumigaciones se realizaron por las mañanas para evitar la posible evaporación del tratamiento.



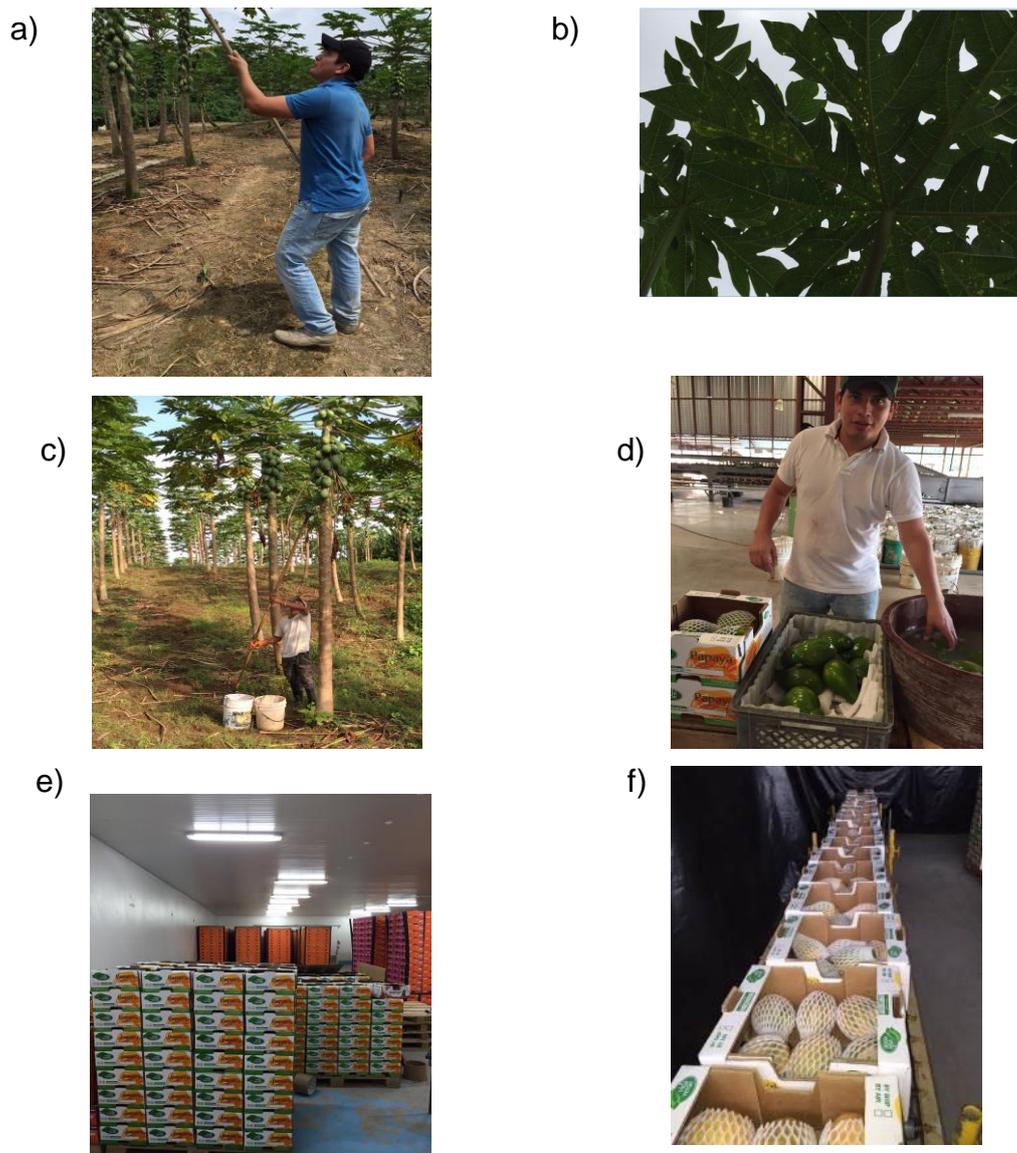


Figura 3. Procesos realizados en Terrasol

- a) Identificación de hongos de hoja bandera.
- b) Identificación de *Corynespora* y *Asperisporium*.
- c) Cosecha de tratamientos.
- d) Lavado y empackado de la fruta.
- e) Almacenado en cuarto frío.
- f) Identificación de hongos de la fruta en poscosecha.

2.5. Manejo poscosecha de la fruta

2.5.1. Lavado de la papaya

La fruta paso por un proceso de lavado y desinfectado para la eliminación de impurezas y microorganismos añadiendo en una solución con agua insecticida y reductor de pH como boraax, cafir e indicate.

2.5.2. Empacado de los tratamientos

Una vez lavada y desinfectada la papaya se procedió a empacar en cajas de cartón cubriendo la fruta con un material llamado polyton, lámina muy suave y protectora para evitar el daño físico entre las frutas.

2.5.3. Refrigeración y almacenado de papaya

El proceso de refrigeración de papaya es importante porque permite frenar la maduración y obtener una fruta de calidad con temperatura promedio de 9^o C a 10^o C y con humedad relativa de 90% a 95% para evitar la deshidratación de la fruta.

Después de 21 días se retiró los tratamientos de refrigeración y se envió a un cuarto de almacenamiento por 7 días para luego proceder a tomar los datos de fitosanidad del experimento.

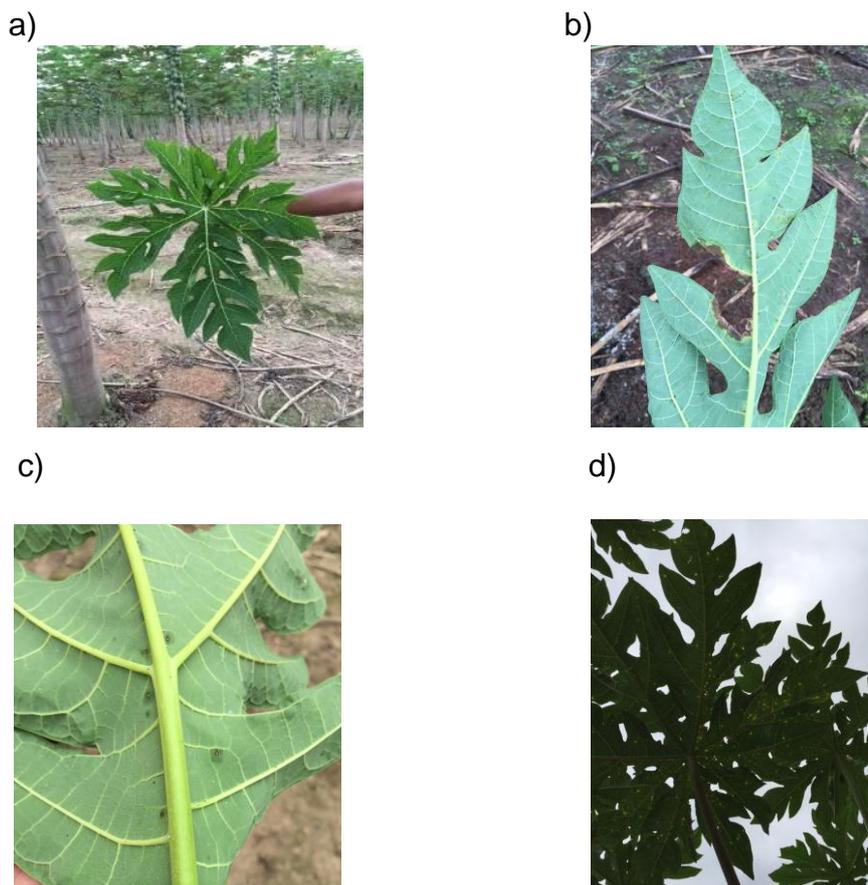


Figura 4. Reconocimiento de enfermedades

- a) Corte de hoja bandera para evaluación
- b) Identificación de *Phomosis*
- c) Identificación de *Asperisporium*
- d) Identificación de *Corynespora*

2.6. Evaluación Pre-cosecha

En esta fase de evaluación de las hojas se realizó cada 8 días después de la fumigación para poder observar que tipo de cambios ha tenido. En la hoja se observó 3 principales enfermedades ocasionados por hongos que atacan comúnmente como *Phomosis*, *Corynespora* y *Asperisporium*, de manera que se registraba las postulas de estas colonias de hongos en el cuadro programado. Se procede a evaluar de la hoja bandera por motivo que la hoja

de muy abajo está maltratada de la fumigación y la de muy arriba no se alcanza a evaluar y no presenta daños significativos.

2.6.1. Cosecha

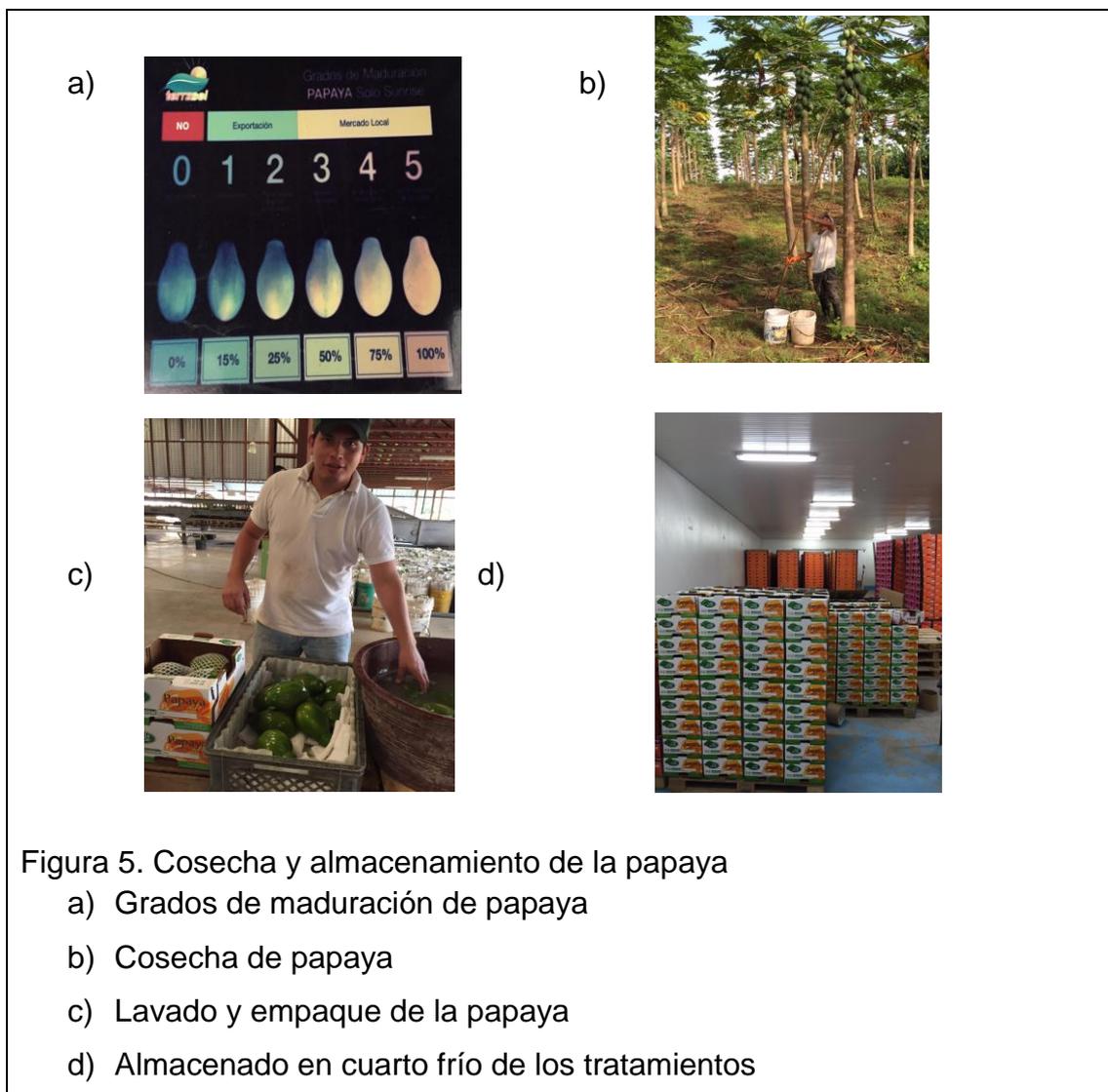


Figura 5. Cosecha y almacenamiento de la papaya
 a) Grados de maduración de papaya
 b) Cosecha de papaya
 c) Lavado y empaque de la papaya
 d) Almacenado en cuarto frío de los tratamientos

La papaya es muy sensible a todo tipo de contacto físico desde su forma de cosecha hasta el empaque, transporte y manipulación. En el campo la fruta se cosecha a partir del cuarto mes una vez sembrada, se efectuó cada semana tomando en cuenta que solo se cosecha precisamente las plantas del tratamiento y no las plantas borde. Generalmente se cosecha en grado 1 de madurez (15 %) y se almacena en cuartos fríos durante 21 días a temperatura

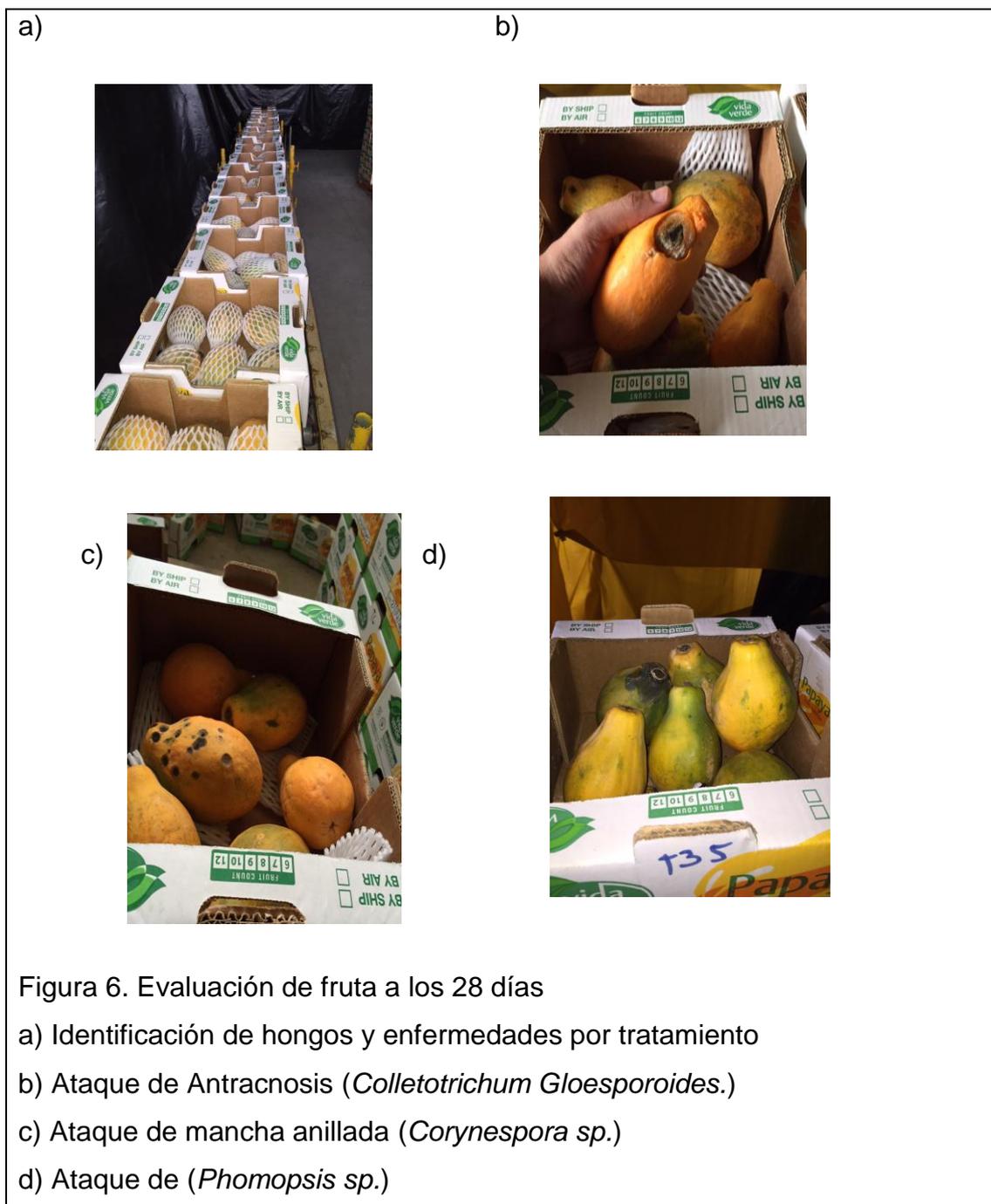
promedio de 5 °C para frenar la madurez y a su vez la propagación de hongos que afecten la calidad de la fruta.

Dentro del programa de cosecha se reconoció los niveles de madurez de 0 hasta 5 el cual se cosechó una fruta con grado 1, para La recolección de la fruta se realizó en baldes que en el interior poseen un material muy suave llamado polyton para evitar el maltrato de la papaya.

Una vez transportada la fruta a empacadora se procedió al lavado y desinfección de la papaya para eliminar suciedad e insectos, luego se almacenaron todos las cajas en el cuarto frío durante 21 días a temperatura promedio de 5°C para frenar la madurez y a su vez la propagación de hongos que afecten la calidad de la fruta.

2.7. Evaluación Poscosecha

A continuación se puede apreciar imágenes de la evaluación de la fruta una vez que los tratamientos permanecieron 7 días fuera de cuarto frío.



Se retiró la fruta una vez que haya cumplido 21 días en cuarto frío para luego dejar 7 días en temperatura ambiente y proceder a registrar los datos necesarios. Es importante sacar el pallet con los tratamientos en el día exacto para poder observar que hongo o enfermedad mayormente se manifestó. Se registró el peso de la fruta para determinar que tratamiento influía con esta

variable y luego se contó las frutas por caja y las postulas de *Corynespora* por fruta.

La fruta ya evaluada se volvió a guardar en las cajas para llevar un proceso de clasificación, la fruta en mal estado o con mayor ataque de hongos se dirige a rechazo para elaborar biol y la fruta con mejor calidad se dirige a mercado nacional o internacional.

A continuación en la figura 7 se presenta un diagrama de flujo del desarrollo de esta investigación.

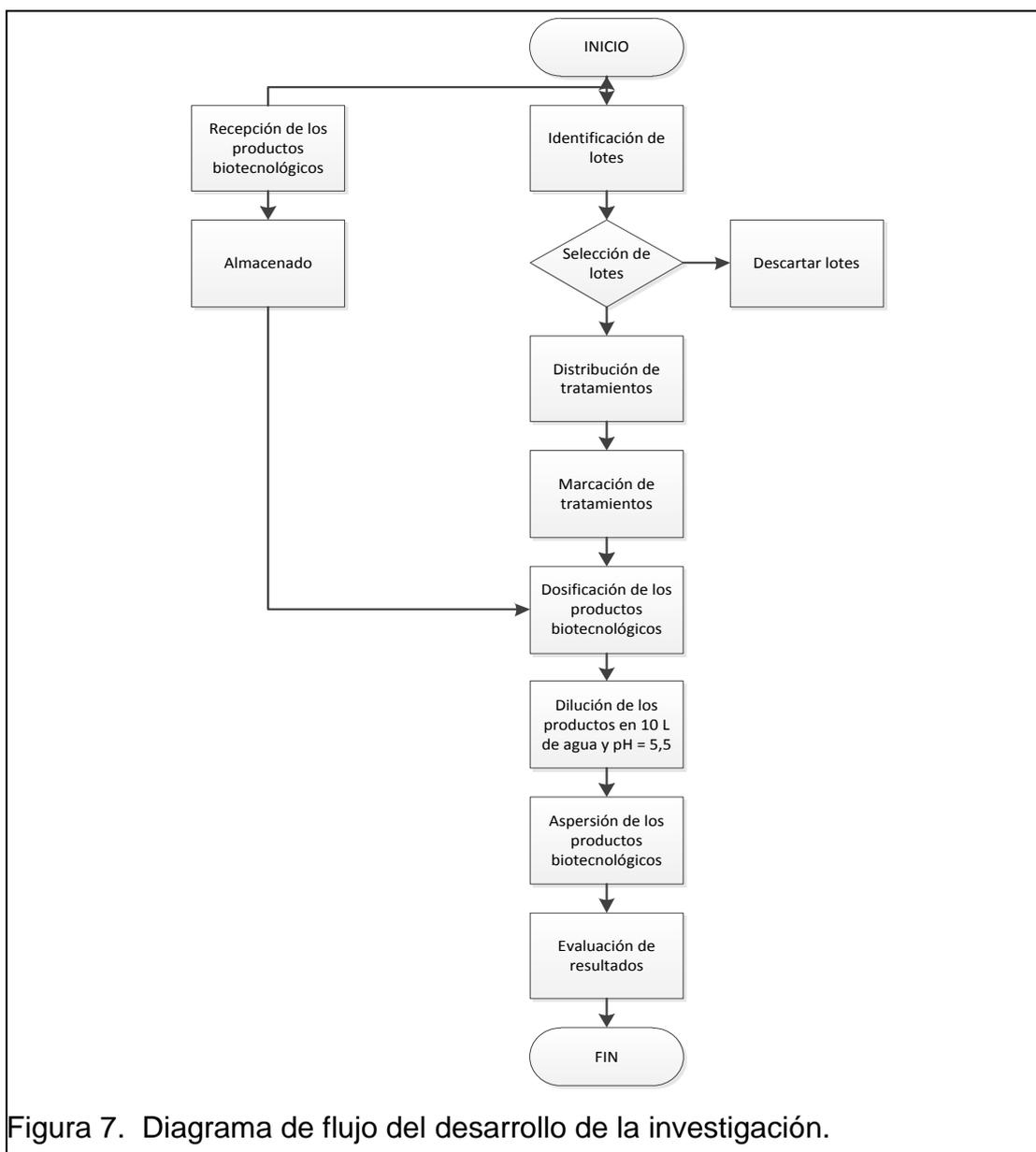


Figura 7. Diagrama de flujo del desarrollo de la investigación.

2.8. Evaluación de resultados

En la figura 8 se muestra esquematiza el proceso de la toma de datos para esta investigación que se dividió en una evaluación pre-cosecha y otra de pos-cosecha.

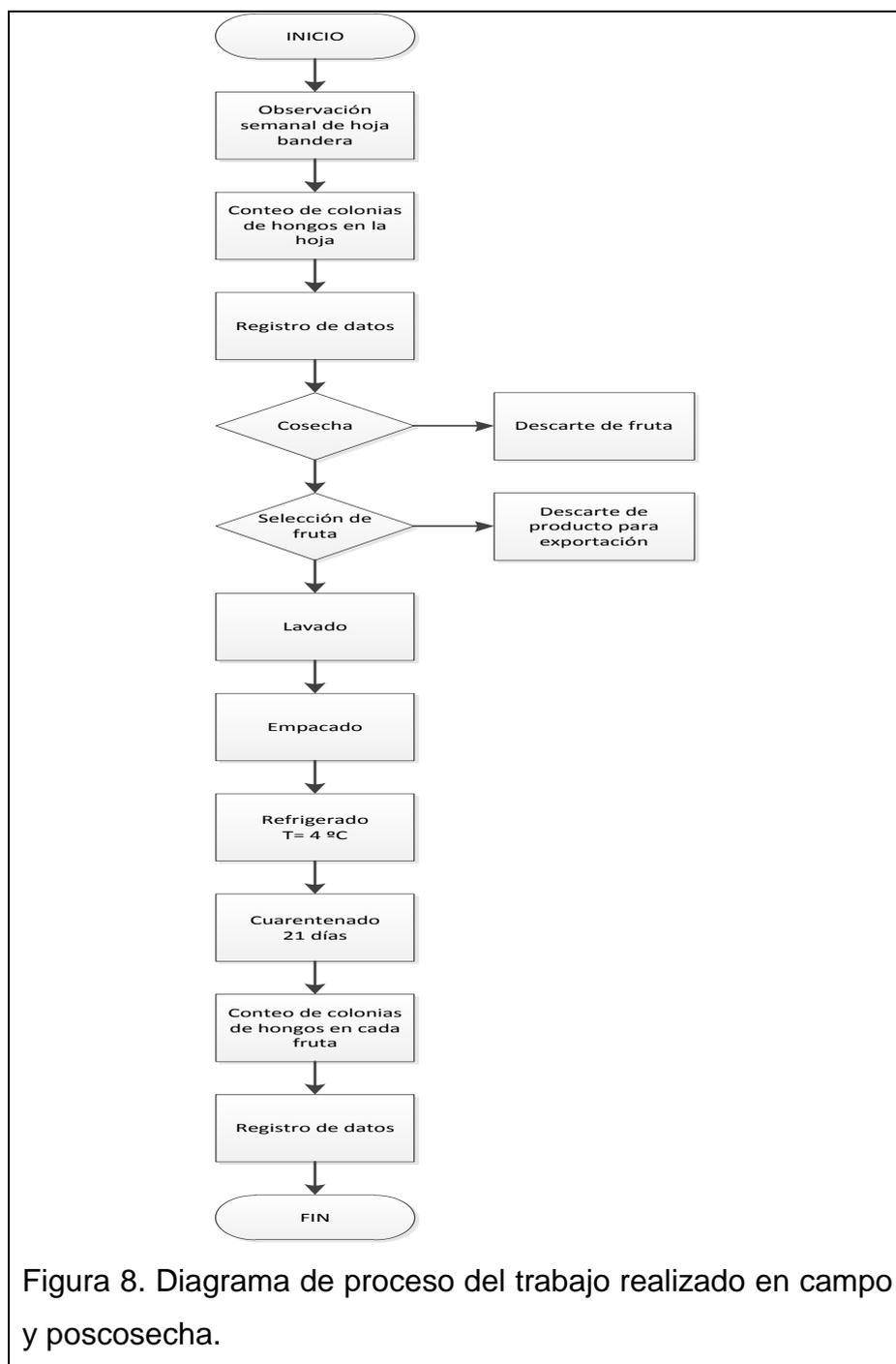


Figura 8. Diagrama de proceso del trabajo realizado en campo y poscosecha.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Evaluación pre cosecha

3.1.1 Incidencia de *Corynespora* en hoja de papaya.

La incidencia de *Corynespora* se evalúa a los 7 días de la aplicación de los productos, los resultados de la tabla 8 muestran que existen diferencias significativas entre los tratamientos (productos biotecnológicos) y el testigo (tratamiento convencional), lo que permite rechazar la hipótesis nula, que indica que no existen diferencias en la efectividad para el control de esta enfermedad en papaya. Además se obtuvo el coeficiente de variación 12,3 % que es aceptable en condiciones de campo.

Tabla 8. Análisis de varianza de la incidencia de *Corynespora* en hojas de papaya a los 8 días de aplicación de 5 productos.

F de V	GL	SC	CM	F calculada
Total	14	208.83		
Repeticiones	2	0.14	0.07	0.31 Ns
Tratamientos	4	206.9	51.72	231.02 **
Error	8	1.79	0.22	

CV	12.27
-----------	-------

La tabla 8 presentó los promedios obtenidos de la prueba de Tukey, donde la F calculada de los tratamientos son altamente significativos.

Tabla 9. Prueba de Tukey al 5 %

Tratamiento	Incidencia	Rangos
5	11,22	A
1	2,83	B
3	2,17	B
4	1,56	B
2	1,50	B

La evaluación de la incidencia de *Corynesphora* en las hojas de papaya a los 8 días de aplicación de los diferentes productos, mostro que el tratamiento 2 (Biofung) y tratamiento 4 (Biofol) realizaron el mejor control de esta enfermedad foliar, presentando 1,5 de incidencia, mientras la aplicación de Dithane fue el que presentó la mayor incidencia de daños a las hojas con 11,2 de promedio.

El tratamiento 2, esta compuesto por microencapsulados de esporas de tricotoderma en etapa adulta. Estos microorganismos actúan alimentándose de los hongos patógenos enredándolos para finalmente digerirlos. Una vez aplicado el producto, este queda impregnado en la planta durante 3 meses, por motivo que al ser microencapsulado las esporas van a vivir dentro de la planta con los nutrientes y agua del mismo.

Mientras el testigo (Dithane) es un fungicida comercial utilizado normalmente por los productores de papaya. Este fungicida no permanece o actúa durante mucho tiempo en la planta para combatir este hongo. Si se presentarían lluvias se lavaría el producto sin hacer efecto al patógeno. Según los resultados el tratamiento de biofung y biofol serían una buena alternativa para poder reducir los ataques de corynespora en precosecha.

3.1.2. Severidad de *Corynesphora* en hoja de papaya.

Se realizó el análisis de varianza y se obtuvo diferencias altamente significativas entre los tratamientos (productos aplicados para el control de

Corynespora), permitiendo aceptar la hipótesis alternativa, que indica que existen diferencias en la efectividad para el control de esta enfermedad en papaya. Además el ensayo obtuvo un coeficiente de variación 12,15% siendo a para el experimento en campo.

Tabla 10. Análisis de varianza de la severidad de *Corynespora* en hojas de papaya a los 8 días de aplicación de 5 productos.

F de V	GI	SC	CM	F calculada
Total	14	0.09		
Repeticiones	2	0.000093	0.000047	0.53 Ns
Tratamientos	4	0.09	0.02	240.83 **
Error	8	0.00071	0.000085	

CV %	12.15
-------------	-------

Tabla 11. Prueba de Tuckey (CI=95 %) a la severidad de *Corynespora* en hojas de papaya de los 5 tratamientos utilizados.

Tratamiento	Severidad	Rangos
5	0,23	A
1	0,06	B
3	0,04	B C
4	0,03	C
2	0,03	C

El resultado de severidad de *Corynespora* en las hojas de papaya evaluados a los 8 días se presentan en la tabla 11, siendo el tratamiento 2 (biofung) y tratamiento 4 (biofol) los que realizaron un mejor control de esta enfermedad foliar con 3% de severidad, mientras que el testigo (Dithane) fue el que presento la mayor severidad en las hojas con 23% de promedio. Permitiendo aceptar la hipótesis alternativa del experimento con un coeficiente de variación muy bien manejado cuyo valor es 12,15%.

El Biofol está compuesto por una alta concentración de calcio (230.000 ppm) mismo que favorece al desarrollo de una pared celular fuerte, evitando el ataque de hongos a la cutícula de la fruta o de la hoja.

Por tanto el ataque de la corynespora en la hoja se redujo evitando el paso del hongo al fruto. De la misma manera se observó mejores resultados de estos dos tratamientos (Biofung) y (Biofol) en comparación del tratamiento testigo (Dithane) porque actuó de forma ineficaz ya que el dithane dura en la planta hasta una semana o hasta que llueva permitiendo el paso de hongos.

3.2 Evaluación poscosecha

3.2.1 Incidencia de *Corynespora* en fruto.

Al realizar en análisis de varianza se observó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos (productos aplicados para el control de *Corynespora*), permitiendo así aceptar la hipótesis nula, que indica que no existen diferencias en la efectividad para el control de esta enfermedad en papaya. El coeficiente de variación fue de 15,27% presentando un buen manejo del experimento en poscosecha.

Tabla 12. Análisis de varianza de la incidencia de *Corynespora* en la fruta de papaya a los 8 días de aplicación de los productos.

F de V	gl	SC	CM	F calculada
Total	14	5.73		
Repeticiones	2	0.42	0.21	1.46 Ns
Tratamientos	4	4.18	1.05	7.37**
Error	8	1.14	0.14	

CV	15.27
-----------	-------

Tabla 13. Promedios y rangos de la incidencia de *Corynespora* en fruta a los 21 días de papaya para los 5 tratamientos estudiados utilizando la prueba de Tuckey al 5 %.

Tratamiento	Incidencia	Rangos
1	2,00	A
2	2,72	AB
3	2,17	B
4	2,06	B
5	3,39	B

Los promedios de incidencia de *Corynespora* en la fruta de papaya evaluados a los 8 días de aplicación de los productos biotecnológicos. Según la tabla 20, se observan dos rangos, siendo el tratamiento 1 (Activador+Dit) y el tratamiento 4 (Biofol) los tratamientos que mejor controlaron esta enfermedad con un valor de 2 y 2,06 de incidencia respectivamente, mientras que el testigo fue el que presento un valor alto con 3,39 en promedio de incidencia. Permitiendo aceptar la hipótesis alternativa del experimento.

Esta mezcla de productos (Activador+Dit) contiene moléculas complejas como ácidos orgánicos, ácido ascórbico, lípidos, azufre(S), dodecilsulfato sódico (SDS), nitrógeno (NO₃), que elimina a los hongos adhiriéndose a las esporas mediante carga iónica únicamente y para fortalecer la acción se agrega productos de alto espectro o gran concentración como los fungicidas comerciales.

El modo de acción de esta combinación dura en la planta entre 21 a 30 días permitiendo tener un control más efectivo y seguro de la *Corynespora* en fruta. Como se observó el tratamiento testigo no se tuvo mayor control por motivo que el producto tradicional Dithane dura en la planta hasta una semana o hasta que llueva.

3.2.2 Severidad de *Corynespora* en la fruta de papaya

Al realizar el análisis de varianza se puede observar que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos (productos aplicados para el control de *Corynespora*), lo que permite aceptar la hipótesis nula, que indica que no existen diferencias entre tratamientos para el control de esta enfermedad en papaya. El coeficiente de variación fue de 34,84%.

Tabla 14. Análisis de varianza de severidad de *Corynespora* en la fruta de papaya a los 8 días de aplicación de los productos.

F de V	gl	SC	CM	F calculada
Total	14	0.27		
Repeticiones	2	0.03	0.02	0.75 Ns
Tratamientos	4	0.06	0.01	0.64 Ns
Error	8	0.18	0.02	

CV %	34.84
-------------	-------

Tabla 15. Prueba de Tukey (CI=95%) a la severidad de *Corynespora* en la fruta de papaya para los 5 tratamientos estudiados.

Tratamiento	Severidad	Rangos
2	0,52	A
3	0,47	A
1	0,41	A
5	0,41	A
4	0,33	A

Las medias de severidad de *Corynespora* en las fruta de papaya evaluadas a los 8 días de aplicación de los productos biotecnológicos, son estadísticamente iguales, como se aprecia en la tabla 15. Además la agrupación de los

tratamientos con la prueba de Tukey muestra que todos los tratamientos son estadísticamente iguales.

Al controlar la severidad de manera eficaz, la variable que toma mayor peso en el análisis viene a ser el costo. Reducir los costos de producción obteniendo los mismos resultados más adelante se aprecia el análisis económico de los productos utilizados.

3.3 Peso promedio de la fruta de papaya (g)

En la tabla 16 se presentan los promedios de peso de papaya evaluados a los 8 días para la cosecha respectivamente. Según la entre tratamientos evaluados no observan diferencias estadísticas para esta variable. Permitiendo aceptar la hipótesis nula del experimento con un coeficiente de variación de 7,53% presentando un manejo aceptable del peso de la fruta.

Tabla 16. Análisis de varianza del peso (g) de la fruta de papaya en cada cosecha.

F de V	gl	SC	CM	F calculada
Total	14	1838.99		
Repeticiones	2	238.53	119.26	1.37 Ns
Tratamientos	4	902.53	225.63	2.59 Ns
Error	8	697.94	87.24	

CV	7.53
-----------	------

Tabla 17. Prueba de Tukey (CI=95%) al peso de la fruta de papaya por cada tratamiento estudiado utilizando.

Tratamiento	Peso (g)	Rangos
3	135,57	A
4	129,23	A
2	123,53	A
5	117,67	A
1	114,03	A

En la tabla 17, se presentan los promedios de los pesos de fruta de papaya evaluados en cada cosecha.

Los productos biotecnológicos se enfocan en el ataque de esporas de hongos que afecten a las hojas o frutas, durante el ciclo de vida de la papaya hawaiana. Más no en incrementar el peso del fruto. Por lo tanto no hubo una diferencia importante entre el peso de la fruta entre los tratamientos y el tratamiento testigo.

3.4 Análisis costo beneficio del uso de los productos biotecnológicos

En consideración a los resultados obtenidos mediante el estudio de los diferentes tratamientos se establece que la aplicación de los productos biotecnológicos para mejorar la producción y cultivo de la papaya Hawaiana variedad “solo sunrise” presentan beneficios en el control de enfermedades por lo que es importante realizar el análisis costo beneficio.

Para esto se consideró el costo de los tratamientos (productos), mano de obra etc. generalmente de fruta de cada tratamiento es menor en cuanto a costo, en comparación a los productos químicos tradicionalmente utilizados para la producción en la empresa Terrasol.

En cuanto a los resultados se evidencia que en el tratamiento 1, compuesto por una unificación de los fungicidas Activador y Dit se pudo evidenciar una significativa reducción del hongo *Corynespora*, logrando controlar de manera eficaz la incidencia del hongo en la hoja de la planta.

3.5. Costos

A continuación en la tabla 18 se presenta el costo del tratamiento convencional utilizado en Terrasol S.A., para el control fitosanitario del cultivo, como se aprecia los costos de los distintos tratamientos son menores, salvo el tratamiento de Dit. Además el tiempo de residualidad de los productos de Biogreen es mucho mayor, llegando a tener una acción de hasta 3 meses en la planta (Biogreen, 2010).

Tabla 18. Costo del Tratamiento convencional

Convencional				
Producto	Dosis/ciclo/Ha	Unidades	Precio (\$)	Costos/ha
Dithane	2.20	Kg	7	15.4
Cabriotop	0.25	Kg	36	9
Phyton	10.00	L	47	470
Novak	0.35	Kg	32	11.2
Fosfito de Ca	5.00	L	8.85	44.25
			TOTAL	\$ 549.85

Los costos por hectárea de los productos convencionales son económicos pero al momento de explotar sus beneficios en cuanto a un buen control de hongos y enfermedades no cumple con las expectativas, por motivo que la molécula no permanece en acción durante mucho tiempo como ya mencionado los productos biotecnológicos.

Existe una merma de 35% de cajas de papaya hawaiana por lo que son dirigidas al mercado nacional y membretadas en un menor costo.

Cada uno de los productos convencionales nombrados tienen su costo pero no el alto beneficio que se requiere para mejorar la calidad de la plantación y

obviamente la calidad de la fruta, los productos biotecnológicos que a su vez también tienen un costo relativamente alto pero con el tiempo se observara los beneficios con mayor resultados.

Tabla 19. Costo de los tratamientos biotecnológicos utilizados por ciclos.

Biofol			
Producto	Dosis/ciclo/Ha (L)	Precio (\$)	Costos/ha
Biofol	20	16	320
Fijador	2.5	10	25
		TOTAL	\$ 345.00

Bioprot			
Producto	Dosis/ciclo/Ha (L)	Precio (\$)	Costos/ha
Bioprot	5	32	160
Fijador	2.5	10	25
		TOTAL	\$ 185.00

Biogunf			
Producto	Dosis/ciclo/Ha (L)	Precio (\$)	Costos/ha
Biofung	5	32	160
Fijador	2.5	10	25
		TOTAL	\$ 185.00

Dit			
Producto	Dosis/ciclo/Ha (L)	Precio (\$)	Costos/ha
Dit	10	70	700
Fijador	2.5	10	25
Activador	10	12	120
		TOTAL	\$ 845.00

La tabla 19 nos muestra que los tratamientos biotecnológicos son una alternativa mas rentable haciendo de estos productos no solo eficaces sino eficientes, porque no solo controlan de mejor manera la *Corynespora* sino que lo hacen a un costo menor.

El producto Biofung demostró ser el tratamiento que controla de mejor manera el ataque de *Corynespora* y su aplicación tiene un costo de \$ 185,00 dólares americanos por hectárea con una frecuencia de aplicación de 7 días y reduce en 10% la producción, Por otro lado los productos utilizados en el tratamiento convencional tienen un costo de \$ 549,00 dólares americanos por hectárea con la misma frecuencia de aplicación (7 días) con una merma de producción de hasta el 35%.

3.6. Ingresos

A continuación en la tabla 20 presenta los valores entre el tratamiento testigo y los tratamientos analizados demostrando que el rendimiento del testigo es de 35% en comparación a los tratamientos biotecnológicos que es de 10%.

Tabla 20. Ingresos de mercado nacional.

TRATAMIENTO	Rendimiento (Kg/ha/año)	Rendimiento (Kg/ha)	Costo producción(\$)	Ingreso (\$)	Kg excedentes	Diferencia (\$)
Dithane	1728	604.8	338.688	142.24896	0	0
Activador	1836	183.6	102.816	43.18272	421.2	99.07
Biofung	1890	189	105.84	44.4528	415.8	97.80
Biofol	1800	180	100.8	42.336	424.8	99.91
Bioprot	1755	175.5	98.28	41.2776	429.3	100.97

En Terrasol se produce 50 Ton/ha/año y tiene un costo de producción que va desde la siembra hasta la cosecha con un valor de 0.37 ctvs/kg, el total de la producción se divide para mercado de exportación con el 65% y mercado local con el 35%. En la tabla 20 se observó que el rendimiento del tratamiento testigo para mercado nacional es de 604.8kg/ha, generando ingresos con un precio a la venta de 0.42ctvs/kg. Mientras que los biotecnológicos presentan un valor menor de rendimiento e ingreso por motivo que el 10% de la producción se envió a mercado nacional.

A continuación en la tabla 21 se puede apreciar los valores entre el tratamiento testigo y los productos utilizados, demostrando que existen mejores ingresos por tener mayores rendimientos.

Tabla 21. Ingresos para mercado de exportación

TRATAMIENTO	Rendimiento (Kg/ha/año)	Rendimiento (Kg/ha)	Costo producción (\$)	Ingreso (\$)
Dithane	1728	1123.2	415.584	1235.52
Activador	1836	1652.4	611.388	1817.64
Biofung	1890	1701	629.37	1871.1
Biofol	1800	1620	599.4	1782
Bioprot	1755	1579.5	584.415	1737.45

Los costos de producción en mercado de exportación son de 0.56ctvs/kg, el total de la producción se dirige el 65% por su mejor calidad. En la tabla 21 se puede apreciar que los valores de rendimiento de tratamiento testigo son de 1123.2kg/h, mientras que los valores de los tratamientos evaluados son mayores debido a que el rendimiento de los mismos es del 90%. El precio a la venta es de 1.10ctvs/kg obteniendo ingresos más altos que los analizados en mercado interno.

Tabla 22. Ingreso por tratamiento

TRATAMIENTO	Ingreso/Tratamiento
Dithane	1377.76896
Activador	1860.82272
Biofung	1915.5528
Biofol	1824.336
Bioprot	1778.7276

En la tabla 22 se puede apreciar que el ingreso/tratamiento el mejor tratamiento es el Activador \$ 1860.82 siendo el más conveniente para aplicar en el manejo de enfermedades del cultivo de papaya hawaiana. El resultado de este ingreso se da con la suma de los ingresos entre mercado nacional y mercado de exportación.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- De acuerdo con el objetivo planteado, se determinó que el Biofung y Dit+activador fueron los productos con resultados positivos en el control de *Corynespora* durante la precosecha y postcosecha. Pues actúan de una forma potente y protectora frente a hongos y enfermedades.
- Los resultados obtenidos después de la aplicación de Dit+activador reflejaron mejoras significativas en el control del hongo de postcosecha, reduciendo las postulas de *Corynespora* en la fruta después de 28 días. Y por motivo de esta combinación muy favorable se observó mejoras de la calidad de la fruta reduciendo la incidencia de *Corynespora*.
- Como refleja el análisis económico el Activador y Biofung representan mejores ingresos para reemplazar por productos convencionales además presentan un buen control para reducir la incidencia de *Corynespora* en el cultivo de papaya hawaiana.

4.2. Recomendaciones

- Se recomienda aplicar la fórmula (Dit+activador) o combinar específicamente con biofung y biofol, ya que sería una fórmula bastante interesante por su rápida forma de acción con lo que permitió reducir de forma significativa la incidencia de *Corynesphora* en el cultivo de papaya.
- Evaluar el control del hongo mediante la aplicación de inyecciones (Biofung+Biofol) directamente al tallo, ya que al combinar estos dos productos actuaría como reductor de calcio a la planta y evitando una intoxicación extrema, pues mejoran el verdor de las hojas, la calidad del fruto y disminuyen la incidencia de hongos en la planta.
- Los productos biotecnológicos tienen su beneficio pero no son muy conocidos por la sociedad o el mercado competente, sería importante ampliar este tipo de alternativa para que se conozca y se fomente el uso de estos productos en sus cultivos.
- Otra alternativa de uso es que se puede combinar muy bien con los productos tradicionales y mejorar el modo de acción en los cultivos.
- Evaluar el mejor tratamiento en otras condiciones ambientales para determinar su efectividad en todo momento cíclico del cultivo de papaya Hawaiana.

REFERENCIAS

- Acosta, N., y León, G. A. (2003). *Enfermedades y plagas de la papaya. Guía ilustrada*. Villavicencio: Corpoica (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria La Libertad).
- Agrocalidad. (2014). *Ecuador abre mercado para exportar papaya a EE.UU.* Recuperado el 28 de junio de 2014, de Agrocalidad: <http://www.agrocalidad.gob.ec/ecuador-abre-mercado-para-exportar-papaya-a-eeuu/>
- Agrolanzarote. Servicio Insular Agrario. (enero de 2012). *Fichas técnicas de cultivos. Papaya*. Recuperado el 26 de julio de 2015, de http://www.agrolanzarote.com/sites/default/files/Agrolanzarote/02Productos/documentos/1-papaya_0.pdf
- Bastidas, T. (2006). *Proyecto de factibilidad para la comercialización de papayas hawaianas al mercado chileno, período 2006-2015*. Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador.
- Biogreen. (2010). *Laboratorio merismático*. Recuperado el 10 de julio de 2014, de <http://www.biogreenecuador.com/bg/index.php/es/productos/beneficos/>
- Carton, M. (1 de diciembre de 2002). La biotecnología al servicio del cultivo de la papaya. *Vida Rural*
- Chemonics International Inc. (2009). *Manual de cultivo de la papaya*.
- Chemonics International, Inc. (2009). *Proyecto de Desarrollo de la Cadena de Valor y Conglomerado Agrícola Nicaragua*. Recuperado el 7 de julio de 2014, de <http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01C965c.pdf>
- Dieta y Nutrición.Net. (2015). *Información nutricional de la papaya*. Recuperado el 4 de julio de 2015, de Dieta y Nutrición.Net: <http://www.dietaynutricion.net/informacion-nutricional-de/papaya/>
- El Comercio. (22 de enero de 2011). 3 variedades de papaya se consumen. *El Comercio.com*.
- García, M. (2010). *Guía técnica del cultivo de la papaya*. El Salvador: Centro Nacional de la Tecnología Agropecuaria y Forestal.

- Geilfus, F. (1994). *El árbol al servicio del agricultor. Manual de agroforestería para el desarrollo rural* (Vol. 2. Guía de Especies). Turrialba, Costa Rica: Enda-Caribe.
- Guananga, L. (2009). *Cadena logística de la exportación papaya Guayaquil-Ecuador*. Recuperado el 24 de julio de 2014, de DSpace: www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10336/5/cadena%2520logistica%2520de%2520exportacion%2520papaya-solo.doc
- Instituto para el Ecodesarrollo. (2001). *Manual de la papaya*. Morona Santiago, Ecuador: Ecorae y Proexant.
- Jiménez, J. (2002). *Manual práctico para el cultivo de la papaya hawaiana*. Costa Rica: Editorial Earth.
- Lecea, R. (1996). *Efecto de las aplicaciones de Biofol en el crecimiento y peso final del champiñón*. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía. México: Centro de Investigaciones Agropecuarias.
- Martínez, S., Verde, J., Maiti, R., Oranday, A., Gaona, H., Aranda, E., y otros. (1999). Efecto de un extracto de algas y varios fito-rreguladores sobre el valor nutricional del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L. var. Gigant). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 49(2).
- Montes, F. (1991). *Efecto del Biofol en chile serrano (Capsicum annuum L.)*. Universidad Autónoma de Nuevo León, Centro de investigaciones agropecuarias. México: Centro de Investigaciones Agropecuarias.
- Morera, J. (1981). *Hábitos de floración de la papaya (Carica papaya L.)*. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).
- Murillo, O. (2015). *Ficha técnica. Papaya*. Recuperado el 27 de julio de 2015, de CNP. Dirección de Mercadeo y Agroindustria: http://www.cnp.go.cr/biblioteca/fichas/Papaya_FTP.pdf
- Ocejo, J. (1993). *Aplicación de tres estimulantes (Biofol, Biozyme y Locyme) al cultivo de la coliflor*. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía. México: Centro de Investigaciones Agropecuarias.
- Pahuacho, B. (2001). Fertilización foliar con Biofol CaB en algodón (*Gossypium barbadense* L.) var. Tanguis UNA No. 1. *Agroenfoque*, 15(112)

- Pahuacho, B. (2000). Aplicación foliar de Biofol CaB en olivos (olea europea). *Agroenfoque*, 15(114)
- Papaya, Carica papaya / Caricaceae*. (2015). Recuperado el 27 de julio de 2015, de Frutas y Hortalizas: <http://www.frutas-hortalizas.com/Frutas/Tipos-variedades-Papaya.html>
- Paramount Seeds Inc. (2015). *Original Solo Sunrise*. Recuperado el 26 de julio de 2015, de Paramount Seeds Inc.: <https://paramountseeds.com/product/papaya-original-solo-sunrise/>
- Pérez, C. (2015). *Papaya, beneficios y propiedades*. Recuperado el 27 de julio de 2015, de Natursan: <http://www.natursan.net/papaya-beneficios-y-propiedades/>
- Plagas y enfermedades*. (2015). Recuperado el 20 de julio de 2015, de Papayas Anaya: <http://papayasanaya.com/plagas-y-enfermedades/>
- Rodríguez, M. (1992). *Efecto del Biofol sobre el cultivo del frijol*. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía. México: Centro de Investigaciones Agropecuarias.
- Rodríguez, M., Galán, V., y Espino, A. (1995). *Técnicas de cultivo de la papaya en Canarias*. Canarias: Consejería de Agricultura y Alimentación.
- Rogg, H. (2000). *Manejo integrado de plagas en cultivos de la amazonía ecuatoriana*. Quito, Ecuador: Escuela Superior Politécnica Ecológica Amazónica.
- Terrasol. (2014). *La Compañía*. Recuperado el 28 de junio de 2014, de Terassol: <http://www.sistematerrasol.com/spa/company.html>
- Toapanta, T. (2013). *Evaluación de tres programas de fertilización foliar complementaria luego del transplante en el cultivo de maracuyá (Passiflora edulis), var. Flavicarpa, Valencia, Los Ríos*. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, Quito, Ecuador.

ANEXOS

Anexo 1. Ficha técnica de la papaya (*Carica papaya L.*)

Nombre bot.	<i>Carica papaya L.</i>
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> • Planta herbácea arborescente de rápido crecimiento. Puede alcanzar hasta 10 m de altura y vivir más de 20 años. • Raíces pivotantes con una raíz principal bien desarrollada, mientras que las secundarias son flexibles y se ubican en los primeros 30 cm del suelo. La raíz principal posee una longitud de un metro, y las secundarias 80 cm de radio. La mayor absorción se da en los 20 cm iniciales. • Tallo hueco, erecto y cilíndrico, sin ramas, aunque a menudo presenta tallos verticales (a partir de yemas). En la parte superior nacen hojas alternas palmatilobuladas de hasta 60 cm de ancho, dispuestas en espiral. • Hojas palmeadas, de 25 a 75 cm, pueden llegar a contener hasta 10 lóbulos. El pecíolo varía de verde a morado y alcanza hasta 1,25 cm. La planta produce dos hojas promedio por semana. • Flores con 5 pétalos y 5 sépalos, de color blanco. Nacen cerca de las axilas de las hojas. Existen 3 tipos: machos, hembras y perfectas (hermafroditas). • Fruto alargado y redondo (generalmente ranurado longitudinalmente, de pericarpio carnoso), entre 10-60 cm de largo, con 18 cm de diámetro promedio. Cáscara lisa, de tonalidad amarilla a naranja según la variedad. La pulpa rodea una oquedad central donde están las semillas, abundantes, redondas, pequeñas, de color oscuro y recubiertas por una masa gelatinosa.
Variedades	Hawaiiana, Solo Sunrise, Waimanal, Kapoho, Cartagena, Homestead, Fairchild, Betty, Bluestem, Red Panama, Singapore, Hortus Gold, Hortusgred, Graham, Maradol, Intenza, Kissime, Siluet, Puna, Tainung 1, Red Lady, etcétera.

Requisitos climáticos de la papaya.

Clima	<p>Fruta de clima cálido. Necesita temperaturas próximas a los 25 °C (superiores a los 21 °C e inferiores a los 33 °C).</p> <p>En los trópicos puede cultivarse hasta los 1300 m. Debe ser abrigada de los vientos.</p> <p>Los frutos adquieren más sabor en el clima húmedo (1500-2000 mm de lluvia anual).</p>
Suelos	Profundos y ligeros (no muy arenosos), bien drenados y ricos en materia orgánica y nutrientes. Deben mantenerse regados y libres de malezas.
Propagación	<p>Por semillas: Es el método más común. Se extraen de los frutos maduros y se pueden secar y conservar varios años. Se siembran en bolsas de 4 a 5 semillas (preferible) o en semilleros con una distancia entre 15 cm y 20 cm.</p>
	<p>Por estacas: Más trabajosa, pero útil para reproducir variedades y plantas de sexo conocido. Se cortan estacas de 12 cm a 30 cm por 2,5 cm de diámetro y se colocan en un cajón de enraizamiento con</p>

	humedad constante. Son muy sensibles a los ataques de hongos.
	Por injerto: El injerto de hendidura se practica únicamente con fines investigativos.
Germinación	La semilla germina entre el décimo y el vigésimo quinto día.
Trasplante	A los 2-3 meses, cuando la planta alcanza más de 25 cm de alto, con 5 o 6 hojas brotadas.

Plantación	1000-2500 plantas por hectárea.
Selección	Con la floración, se procede a determinar qué tipo de plantas son (macho, hembra, perfecta) y se eliminan los machos.
Producción	La planta comienza a producir entre los 9-10 meses de plantada. Se forma un racimo de flores en la axila de cada hoja. Una planta puede producir 100 frutos al año (30-50 t por hectárea), durante 3 o 4 años. Después disminuye la producción en cantidad y calidad y es preferible volver a plantar.
Cosecha	Recolección: Todo el año
	Siembra: De octubre a mayo durante la época de invierno.

Fuente de Geilfus, 1994, pp. 63, 65; Murillo, 2015, p. 1; Agrolanzarote. Servicio Insular Agrario, 2012, pp. 1-2; García, 2010.

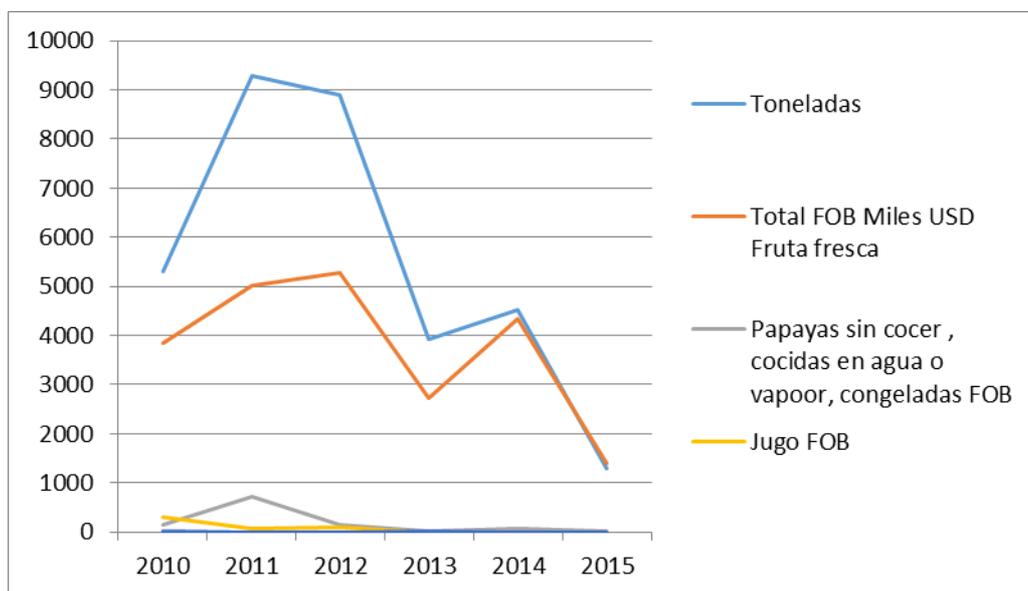
Anexo 2. Fertilización convencional en Terrasol.

Mes	Sem.	Lot e	Producto	Dosis por planta (g)	Macr o	Micr o
Enero	3	1	urea+muriato potasio	130/170	√	
	4	1	Bórax	5		√
Febrero	7	1	urea+muriato potasio+ sulfato manganeso	130/170/100	√	
	8	1	sulfato de manganeso	10		√
Marzo	10	1	urea+muriato potasio	130/170	√	
	12	1	Bórax	5		√
Abril	14	1	urea+muriato potasio	130/170	√	
Mayo	19	1	urea+muriato potasio	130/170	√	
	21	1	DAP	100	√	
Junio	23	1	Bórax	10		√
	25	1	urea+muriato potasio	130/170	√	
Julio	28	1	sulfato de zinc	7		√
	30	1	urea+muriato potasio	130/170	√	

Anexo 3. Control de malezas

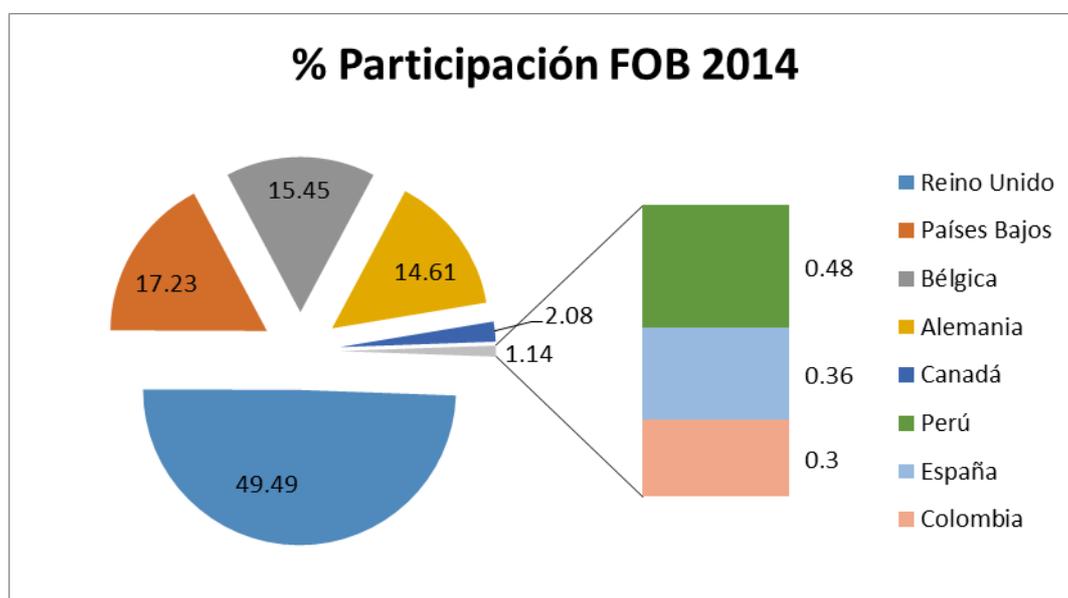
Mes	Sem.	Lote	Producto	Dosis l/t	Dosis ácido cítrico (g/t)	Dosis break thru (cc/t)	Dosis cipermetrina (cc/t)
Enero	2	1	Basta	1,5	30	500	300
	4	1	Arrasador	1,5	30	500	300
febrero	6	1	Basta	1,5	30	500	300
	8	1	Arrasador	1,5	30	500	300
Marzo	10	1	Basta	1,5	30	500	300
	12	1	Arrasador	1,5	30	500	300
Abril	14	1	Basta	1,5	30	500	300
		1					
Mayo	17	1	Arrasador	1,5	30	500	300
	19	1	Basta	1,5	30	500	300
Junio	21	1	Arrasador	1,5	30	500	300
	23	1	Basta	1,5	30	500	300
Julio	25	1	Arrasador	1,5	30	500	300
	27	1	Basta	1,5	30	500	300

Anexo 4. Exportaciones de papaya 2010-abril de 2015.



Tomado de Banco Central del Ecuador, citado en Pro Ecuador, 2014, pp. 6-7.

Anexo 5. Participación FOB 2014



Tomado de Banco Central del Ecuador, citado en Pro Ecuador, 2014, p. 8.

Anexo 6. Histórico de precipitación de la hacienda María Elena

Meses	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
	Cantidad en milímetros						
Enero	545.5	396.0	683.5	658.0	526.0	675.0	399.0
Febrero	488.5	630.0	364.5	707.0	543.5.0	695.0	449.0
Marzo	622.5	619.5	466.0	927.5	512.0	445.0	318.0
Abril	207.0	541.7	502.0	689.0	443.0	127.0	476.0
Mayo	156.5	340.8	121.0	523.5	207.0	351.0	268.0
Junio	5.0	61.0	153.5	335.8	50.5	8.0	
Julio	29.5	117.5	121.0	4.0	22.0	35.0	
Agosto	31.0	22.0	17.5	1.0	18.0	54.0	
Septiembre	14.0	51.5	57.0	1.5	3.5	46.0	
Octubre	21.0	33.5	78.5	7.4	46.0	39.5	
Noviembre	22.0	76.5	4.5	45.5	11.5	16.5	
Diciembre	334.9	324.5	81.0	16.0	60.0	75.5	
TOTAL	2477.4	3214.5	2650	3916.2	2443	2567.5	1910

Anexo 8. Formato de evaluación fitosanitaria en campo.

Tratamiento	<i>Asperisporium</i>		<i>Corynespora</i>	Peca Blanca	<i>Phomosis</i>
	hoja	Fruto	Hoja	Fruto	Hoja
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

Anexo 9. Resultado de pre y poscosecha

Replicas	Tratamiento	Corynespora hoja		Incidencia	Severidad	Corynespora fruta
		Incidencia	Severidad			peso promedio
1	1	3,33	0,07	1,67	0,33	115,2
1	2	1,33	0,03	3,00	0,68	117,9
1	3	2,33	0,05	2,33	0,54	124,4
1	4	1,00	0,02	1,50	0,26	117,2
1	5	11,33	0,23	3,17	0,28	121,5
2	1	2,50	0,05	2,00	0,42	112,2
2	2	1,50	0,03	2,67	0,49	124,1
2	3	1,50	0,03	2,50	0,55	139,0
2	4	1,67	0,03	2,67	0,57	149,3
2	5	11,50	0,23	3,67	0,43	120,4
3	1	2,67	0,05	2,33	0,49	114,7
3	2	1,67	0,03	2,50	0,38	128,6
3	3	2,67	0,05	1,67	0,32	143,3
3	4	2,00	0,04	2,00	0,17	121,2
3	5	10,83	0,22	3,33	0,53	111,1