



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE

TÍTULO:

“EVALUACIÓN DE *Trichoderma harzianum* Rafai Y DOS EXTRACTOS VEGETALES EN MORA, FRESA Y TOMATE EN POST-COSECHA, CONTRA *Botrytis sp.*, *Aspergillus sp.*, y *Penicillium sp.*”

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE MAGÍSTER EN AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE**

AUTOR: Ing. Juan Carlos Guamán Salán C.I:0104278361

DIRECTOR: Ing. Walter Iván Larriva Coronel M.Sc. C.I: 0101770865

CUENCA - ECUADOR

2017



RESUMEN

La demanda de frutas y hortalizas en el mundo es alta, la calidad de estos productos es afectada especialmente en la etapa de post-cosecha, esto debido a la presencia de hongos patógenos como *Aspergillus*, *Botrytis* y *Penicillium*, que son muy comunes en frutas fisiológicamente maduras, debido a un manejo inadecuado en la cosecha, transporte y almacenamiento, estos patógenos son la principal causa de pérdidas en la producción y la comercialización. En busca de una alternativa de control, que no sea el químico, la presente investigación pretende contribuir al manejo sostenible en la producción hortofrutícola en la etapa de post-cosecha, es por ello que se evaluó la actividad antifúngica de *Trichoderma harzianum*, Hierba Luisa y Hierbabuena, para controlar los hongos *Aspergillus*, *Botrytis* y *Penicillium*. Estos tratamientos fueron aplicados a dos especies frutales, mora de castilla (*Rubus glaucus*) y fresa (*Fragaria ananassa*), y a una especie hortícola como el tomate riñón (*Lycopersicum esculentum*). Además, se evaluó Carbendazim producto químico usado para el control de estos patógenos. El análisis pone en evidencia que a los 20 días de transcurrida la inoculación del patógeno, en tomate el mejor tratamiento fue hierba luisa, en mora y fresa a los 4 días fue hierbabuena y Trichoderman respectivamente. Según estos resultados los tratamientos evaluados podrían ser una alternativa para la etapa de post-cosecha al comparar su eficiencia frente al tratamiento químico, siendo los productos biológicos viables para el control de patógenos y garantizar así una comercialización sostenible y sustentable.

Palabras claves: HORTOFRUTICULTURA, EXTRACTOS NATURALES, HONGOS PATÓGENOS, POST-COSECHA.



ABSTRACT

The demand for fruits and vegetables in the world is high. These products are especially affected in the post-harvest stage due to the presence of pathogenic fungi such as *Aspergillus*, *Botrytis* and *Penicillium*. They are very common in physiological ripe fruits due to inappropriate handling in the harvest, transport and storage. These pathogens are the main cause of losses in the production and the commercialization. In the search for a control alternative, other than the chemical, the present research aims to contribute a sustainable management of horticultural production in the post-harvest stage. I evaluated the antifungal activity of *Trichoderma harzianum* from Luisa grass and Good grass to control the fungus: *Aspergillus*, *Botrytis* and *Penicillium*. These treatments were applied on two fruit species, mulberry (*Rubus glaucus*), strawberry (*Fragaria ananassa*), and a horticultural specie kidney tomato (*Lycopersicum esculentum*). In addition, I evaluated Carbendazim which is a chemical treatment used for the control of these pathogens. Twenty days after inoculation of the pathogen the analysis showed the best treatment was Luisa Grass on *Lycopersicum esculentum*. Four days after inoculation on *Rubus glaucus* and *Fragaria ananassa* Good grass and *Trichoderma* were the best treatment. According to end result the evaluated treatments could be an alternative for the post-harvest stage. Also, when I compared its efficiency against the chemical treatment, I found the biological treatments are viable for the control of pathogens. In summary, I assure a sustainable commercialization with its usage and technical management.

Keywords: HORTO-FRUTICULTURE, NATURAL EXTRACTS, PATHOGENS, POST-HARVEST



TABLA DE CONTENIDOS

| | |
|---|----|
| RESUMEN..... | 1 |
| ABSTRACT | 2 |
| TABLA DE CONTENIDOS | 3 |
| LISTA DE TABLAS | 5 |
| LISTA DE FIGURAS..... | 6 |
| AGRADECIMIENTO | 9 |
| DEDICATORIA | 10 |
| CAPITULO I: INTRODUCCIÓN..... | 11 |
| 1.1 OBJETIVO GENERAL..... | 13 |
| 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 13 |
| CAPITULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA | 13 |
| 2.1 PÉRDIDAS EN LA HORTOFRUTICULTURA A CAUSA DE PLAGAS Y ENFERMEDADES..... | 13 |
| 2.2 PÉRDIDAS EN POST-COSECHA..... | 15 |
| 2.3 PÉRDIDAS EN ESPECIES FRUTALES POR CAUSA DE HONGOS PATÓGENOS..... | 16 |
| 2.3.1 Pérdidas en Mora..... | 16 |
| 2.3.2 Pérdidas en Fresa | 18 |
| 2.3.3 Pérdidas en tomate..... | 19 |
| 2.4 HONGOS PATÓGENOS Y SUS DAÑOS..... | 21 |
| 2.4.1 Aspergillus | 21 |
| 2.4.2 Botrytis | 22 |
| 2.4.3 Penicillium | 23 |
| 2.5 MEDIDAS DE CONTROL PROPUESTAS PARA HONGOS PATÓGENOS .. | 23 |
| 2.5.1 Químico | 23 |
| 2.5.2 Biológico..... | 24 |
| 2.6 ALTERNATIVAS DE CONTROL PARA HONGOS PATÓGENOS EN POST-COSECHA DE FRUTAS Y HORTALIZAS..... | 25 |
| 2.6.1 <i>Trichoderma harzianum</i> Rifai..... | 25 |
| 2.6.2 Extracto de hierba luisa (<i>Cymbopogon citratus</i>)..... | 26 |
| 2.6.3 Extracto de hierbabuena (<i>Mentha spicata</i> L.) | 27 |



| | |
|---|----|
| CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS..... | 28 |
| 3.1 UBICACIÓN DEL ENSAYO..... | 28 |
| 3.2 MATERIALES..... | 28 |
| 3.3 METODOLOGÍA..... | 29 |
| 3.3.1 Fase de laboratorio..... | 29 |
| 3.3.2 Establecimiento del ensayo | 30 |
| 3.3.3 Diseño Experimental | 33 |
| 3.3.4 Análisis Económico | 33 |
| CAPITULO IV: RESULTADOS | 34 |
| 4.1 EFECTO DE TRATAMIENTOS EN TOMATE | 34 |
| 4.2 EFECTO DE TRATAMIENTOS EN FRESA | 36 |
| 4.3 EFECTO DE TRATAMIENTOS EN MORA..... | 37 |
| 4.4 ANÁLISIS ECONÓMICO..... | 39 |
| CAPITULO V: DISCUSIÓN | 41 |
| CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 44 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 45 |
| ANEXOS..... | 51 |



LISTA DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Tratamientos evaluados en la investigación. | 31 |
| Tabla 2. Respuesta del tomate a los tratamientos post-cosecha para el control de los hongos: <i>Penicillium</i> ,..... | 34 |
| Tabla 3. Prueba de Tukey (0,05%) para la variable porcentaje (%) de frutos sanos en tomate. | 35 |
| Tabla 4. Respuesta de la fresa a los tratamientos post-cosecha para el control de los hongos: <i>Penicillium</i> ,..... | 36 |
| Tabla 5. Respuesta de mora a los tratamientos de post-cosecha para el control de hongos..... | 37 |
| Tabla 6 Prueba de Tukey (0,05%) para la variable: porcentaje (%) de frutos sanos en mora. | 38 |
| Tabla 7. Beneficio/Costo para extractos de hierbabuena | 39 |
| Tabla 8 Beneficio/Costo para extractos de hierba luisa..... | 40 |
| Tabla 9. Costo de tratamientos por ml utilizados en la investigación | 40 |
| Tabla 10. Análisis de varianza de las variables estudiadas para el control en post-cosecha de tomate. | 51 |
| Tabla 11. Calculo del Beneficio/Costo para extracto de hierbabuena. | 52 |
| Tabla 12. Calculo del Beneficio/Costo para extracto de hierba luisa..... | 52 |



LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Ataque de Botrytis en mora | 16 |
| Figura 2. Mildeo polvoso (Oidium sp) en hojas de mora | 17 |
| Figura 3. Ataque de mildeo veloso (Peronospora sp) en mora..... | 17 |
| Figura 4. Ataque de Botrytis cinerea en Fresa | 19 |
| Figura 5. Moho gris causada por Botrytis cinerea en tomate riñón..... | 20 |
| Figura 6. Ataque de Oidio en hojas de tomate riñón | 20 |
| Figura 7. Ataque de Alternaria dauci en frutos de tomate riñón..... | 20 |
| Figura 8. Estructura de Aspergillus sp. | 22 |
| Figura 9. Estructura de Botrytis | 22 |
| Figura 10. Estructura de Penicillium | 23 |
| Figura 11. Presentación de Trichoderma harzianum de forma comercial | 29 |
| Figura 12. Comportamiento de los tratamientos a los 20 días en frutos de tomate.. | 35 |
| Figura 13. Comportamiento de los tratamientos a los 12 días en fresa..... | 37 |
| Figura 14. Comportamiento de los tratamientos a los 20 días en mora. | 38 |



Universidad de Cuenca
Cláusula de Licencia y Autorización para Publicación en el Repositorio Institucional

Juan Carlos Guamán Salán en calidad de autor/a y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "EVALUACIÓN DE *Trichoderma harzianum* Rafai Y DOS EXTRACTOS VEGETALES EN MORA, FRESA Y TOMATE EN POST-COSECHA, CONTRA *Botrytis* sp., *Aspergillus* sp., y *Penicillium* sp.", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 25 de septiembre del 2017

Juan Carlos Guamán Salán

C.I: 0104278361



Cláusula de Propiedad Intelectual

Juna Carlos Guamán Salán, autor/a del trabajo de titulación "EVALUACIÓN DE *Trichoderma harzianum* Rafai Y DOS EXTRACTOS VEGETALES EN MORA, FRESA Y TOMATE EN POST-COSECHA, CONTRA *Botrytis* sp., *Aspergillus* sp., y *Penicillium* sp.", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 25 de septiembre del 2017

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Juan Carlos Guamán Salán', written over a horizontal line.

Juna Carlos Guamán Salán

C.I: 0104278361



AGRADECIMIENTO

A LAS SIGUIENTES PERSONAS:

*Ing. M.Sc. Walter Larriva
Ing. PhD. Segundo Maita
Dra. M.Sc. Cecilia Palacios
Dra. Mónica Espadero
Ing. Maximiliano Ochoa
Ing. Catalina Bravo*

A todos quienes aportaron con su conocimiento y experiencia

INSTITUCIONES:

*Universidad de Cuenca- Facultad de Agronomía
Universidad Politécnica Salesiana – Sede Cuenca
INIAP-Austro*

Juan Carlos Guamán



DEDICATORIA

Con el más profundo cariño dedico este trabajo a nuestro padre celestial, el que me ha permitido cumplir el sueño de continuar con mis estudios.

A mi esposa Juanita amiga, compañera, amor incondicional que me brinda el apoyo necesario para alcanzar esta meta propuesta en mi vida.

A mis hijos Sebastián y Joaquín, los seres más tiernos y maravillosos por quienes lucho todos los días.

Juan Carlos Guamán



CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

La hortofruticultura a nivel mundial es considerada como uno de los subsectores con proyección exportadora, la misma que dinamiza a la agrícola, propiciando así el crecimiento en la producción y la generación de riqueza, mejorando la situación socioeconómica de las regiones productoras (García & Peña, 1999).

Las frutas y hortalizas han pasado a ser uno de los rubros más dinámicos de la agricultura latinoamericana, dando oportunidad a los agricultores de colocar sus productos en mercados internacionales, ampliando así su estrategia de comercialización. Hay que destacar la importancia de la mano de obra local, siendo atractivo incluso la mano de obra urbana que se ve inmiscuida en la dinámica de producción (Acosta, 2013).

Ecuador por poseer una diversidad climática se caracteriza por cultivar una gran variedad de frutas que son exportadas a nivel mundial entre ellas se encuentra las piñas, mangos, maracuyá, papayas, moras, fresas, tomate de árbol, uvas, uvillas, etc. En el 2015 la exportación alcanzo 124 mil toneladas, tuvo una tasa de crecimiento promedio anual de 1.19% en el periodo 2011 a 2015 (PROECUADOR, 2016).

Es claro que la hortofruticultura dinamiza economías de los países exportadores, no obstante esta actividad lleva consigo sus propios problemas, tanto a nivel de campo como en post-cosecha, lo cual ocasiona disminución en la calidad del producto, notándose este último aún más en la instancia de pos-cosecha, debido a la presencia constante de hongos patógenos que vienen desde el campo, es el caso de *Aspergillus*, *Botrytis*, y *Penicillium*, entre otros, es por ello que se hace necesario el manejo adecuado de plagas, pero enfocándose en controles de origen orgánicos ya que los consumidores prefieren productos que no contengan químicos para su consumo (López, 2000).

Entre los productos de control orgánicos se encuentra *Trichoderma harzianum* Rafai al ser un antagonista realizaría su control por competencia de espacio o nutrientes,



un factor esencial para que exista competencia es que haya “escasez” de un elemento. *Aspergillus*, *Botrytis* y *Penicillium*, al ser hongos de post-cosecha son dependientes de nutrientes, todos ellos son hongos necrotróficos que se llegan a desarrollar de mejor manera en las heridas de las frutas que son fuentes de nutrientes que requieren estos patógenos (Méndez & Mondino, 1999).

Por otro lado, hay que destacar los controles a base de extractos vegetales que son sustancias que se obtienen de hojas, tallos, flores o semillas, de tal forma que puede “controlar” el ataque de plagas y enfermedades en vegetales, esto es posible ya que las plantas producen compuestos con propiedades antimicrobianas (Hernández, Baños, & Velázquez, 2007)

Moreno (2012) indica que los extractos de plantas constan de una combinación de elementos activos productos del metabolismo vegetal. La gran cantidad de sustancias químicas que contienen los vegetales interaccionan de modo sinérgico, dando como resultado efectos superiores al efecto de los mismos elementos por separado.



1.1 OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el efecto de *Trichoderma* y de extractos vegetales sobre ciertos hongos que producen alteración en fruta de post-cosecha.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la eficiencia de *Trichoderma harzianum* Rafai en el control de los hongos *Aspergillus*, *Botrytis* y *Penicillium* en post-cosecha sobre mora, fresa y tomate.
- Evaluar la eficiencia del extracto de hierbabuena (*Mentha spicata* L.) y hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) en el control de los hongos *Aspergillus*, *Botrytis* y *Penicillium* en post-cosecha sobre mora, fresa y tomate.
- Determinar el tiempo de protección de los tratamientos.
- Realizar el análisis Costo/Beneficio de los diferentes tratamientos en estudio.

CAPITULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 PÉRDIDAS EN LA HORTOFRUTICULTURA A CAUSA DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

En la actualidad entre las causas más comunes para que las frutas y hortalizas se echen a perder en la fase de post-cosecha en primer lugar está la falta de cuidado en la manipulación de los productos, se suma a esto la no selección de frutos que se encuentre con alguna alteración en su estructura física; como consecuencia de estas malas prácticas, los patógenos tienen muchas opciones que les permiten desarrollarse y por lo tanto establecer una relación infectiva, ocasionando con ello el desarrollo de la enfermedad, teniendo como síntoma visible una podredumbre bien sea del fruto o de todo el vegetal (California, 2003).



En la hortofruticultura los hongos que producen podredumbres más frecuentes en frutos de post-cosecha son *Penicillium digitatum* y la "podredumbre azul" causada por *P. italicum*, existen otros hongos de los géneros *Botrytis*, *Rhizopus*, *Alternaria*, *Geotrichum*, etc. que causan pérdidas incalculables dentro de la producción. En peras, manzanas y otros frutos, *Penicillium expansum* se presenta como uno de los más dañinos, hasta el punto de atribuirle el 80-90% de las podredumbres (Alonso, 2005).

En el caso de fresa y mora las podredumbres más significativas es causada por los hongos patógenos, *Botrytis cinerea* y *Rhizopus stolonifer*, siendo la primera la enfermedad más importante a ser considerada en la etapa de post-cosecha de estas dos frutas (Barrero, 2009). Por otro lado, en tomare riñón *Botrytis sp.* causante de pudrición gris es uno de los hongos a considerar para un manejo adecuado en la etapa de post-cosecha, ya que esta se la realiza de forma manual y su almacenamiento se da en lona extendida en el suelo a la sombra (Asociación de Agrónomos Indígenas del Cañar, 2003).

Se estima que a nivel mundial las pérdidas causadas por enfermedades se encuentran entre los 5-25% en países desarrollados y de 20-50% en países en desarrollo. Se menciona que estos porcentajes de pérdida están sujetos al nivel de tecnología que generen los países en desarrollo los mismos que puedan ser herramientas para un efectivo control de hongos patógenos en post-cosecha (FAO, 1993).

Según investigaciones realizadas en Estados Unidos el 24% de frutas y hortalizas cosechadas se pierden por causa de hongos patógenos, se hace mención también que en países subdesarrollados este porcentaje es más alto (Mondino, 1999).



2.2 PÉRDIDAS EN POST-COSECHA

La pérdida de alimentos en el mundo (PDA) son de 1.300 millones de toneladas cada año, en América Latina anual mente es de 127 millones de toneladas, los mismos que por grupos alimenticios se encuentran identificados de la siguiente manera: en cereales se pierde el 25%, en raíces y tubérculos el 40%, en oleaginosas y legumbres el 20%, el 55% se pierde en frutas y hortalizas, en productos lácteos se pierde el 20%, y en pescados y mariscos el 33%, la PDA se da tanto en la producción, post-cosecha, almacenamiento y transporte (FAO, 2016).

En el Ecuador, el manejo de la post-cosecha continúa teniendo serias deficiencias y limitaciones, por lo que en la producción agrícola cuatro de cada diez productos se pudren desde la cosecha hasta llegar al consumidor final. El representante de la FAO en el país, Iván Angulo, menciona que la pérdida en post-cosecha en frutas es el 50% de la producción nacional, y tiene como consecuencia el desperdicio de recurso como tierra, agua, energía, insumos y la emisión innecesaria de CO₂, afectando así la seguridad alimentaria (Bernal, 2005).

Dentro de la cadena de producción y comercialización sea de frutas u hortalizas el productor tiene que cumplir un sinnúmero de pasos como es la precosecha, cosecha, selección, almacenamiento, transporte y por último la venta, en donde a nivel local se comete errores que disminuye la calidad del producto. En la post-cosecha existen pérdidas por múltiples causas entre ellas está la madurez inapropiada, daño mecánico, pudrición, higiene inadecuada, atraso entre cosecha y venta, por mencionar algunos eventos; dichas pérdidas pueden alcanzar entre el 30 y 40% del producto cosechado (Defilippi, 2009).

En la post-cosecha las mermas se pueden producir en las operaciones propias del manejo, involucrando daños en el transporte y almacenamiento de las frutas, a esto se suma daño de plagas y enfermedades, visibles o no al momento de la cosecha, estos elementos nos permiten analizar la problemática de forma global y las soluciones que se deben tomar para un manejo cuidadoso y acertado en la producción de la hortofruticultura (Contreras et al., 2006)

2.3 PÉRDIDAS EN ESPECIES FRUTALES POR CAUSA DE HONGOS PATÓGENOS

2.3.1 Pérdidas en Mora

La mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth) se cultiva en el callejón interandino 2.500 hectáreas, en donde el 50% se encuentra en las provincias de Tungurahua, y el resto se distribuye en Cotopaxi, Bolívar, Chimborazo, Pichincha, Imbabura, Carchi y Azuay. Es una fruta de consumo diario de las familias ecuatorianas por ser un alimento de excelente calidad nutricional, es ligeramente dulce y de muy buen sabor, el fruto es pequeño. La mora es una fruta de mayor importancia comercial y una de las más cultivadas en Ecuador (MAGAP, 2013).

Las pérdidas que se pueden generar en post-cosecha es por causa de enfermedades como la pudrición de fruto (*Botrytis sp*) la misma que ataca a las yemas de la planta, pudre al fruto y aparece un moho blanco (MAGAP, 2013).



Figura 1. Ataque de *Botrytis* en mora
Fuente: Agroterra, 2016

Entre los hongos patógenos se encuentra también mildew polvoso (*Oidium sp*), ataca de manera especial a hojas, pecíolos, ramas jóvenes y frutos. Los síntomas se visualizan en las hojas por presentar parches cloróticos sobre la superficie, acompañado de deformaciones y enrollamientos de la rama foliar, por lo que esta toma la apariencia de látigo, los frutos se deforman y se apiñan, perdiendo totalmente su valor comercial (Leiva, 2011).



Figura 2. *Mildeo polvoso (Oidium sp)* en hojas de mora
Fuente: INIAP, 2017

Encontramos también el mildew veloso (*Peronospora sp*) esta es una enfermedad que ataca al tallo, hojas y frutos, en especial en épocas de lluvia. Los frutos presentan maduración desigual, pérdida de turgencia, en algunos casos agrietamientos y deformación afectando de esta manera la calidad (Leiva, 2011).

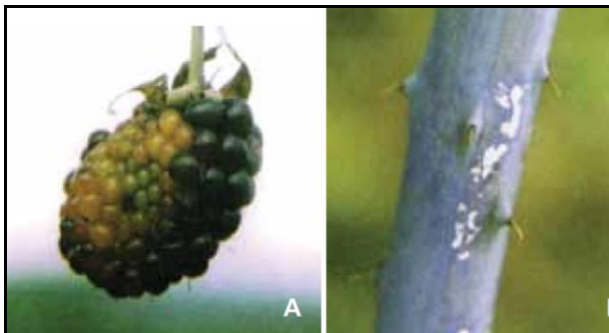


Figura 3. *Ataque de mildew veloso (Peronospora sp)* en mora
Fuente: INIAP, 2017

De acuerdo a investigaciones realizadas por el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP las pérdidas que se generan en post-cosecha de la mora desde el productor hasta el consumidor es del 21%, esto se debe a la falta de conocimiento en el buen manejo de post-cosecha (INIAP, 2015).



2.3.2 Pérdidas en Fresa

El cultivo de la fresa en Ecuador se lo realiza en provincias como Pichincha, Tungurahua, Imbabura, Chimborazo y en pequeñas extensiones en Cotopaxi y en zonas del Austro (El Agro, 2016).

Esta fruta es muy apetecida a nivel mundial para su consumo en fresco y para la elaboración de postres por las cualidades que en ella se pueden encontrar como lo es su color, aroma y acidez y por ser rica en vitamina A y C. El cultivo puede establecerse en cualquier época del año, con una densidad de 50.000 a 60.000 plantas/ha, bien sea mediante semilla, plántulas y estolones (Acosta, 2016).

En el cultivo existen múltiples hongos patógenos que atacan a la planta de modo que disminuyen la longevidad, el rendimiento y la calidad de la fruta. Entre los patógenos que se puede encontrar en post-cosecha, desarrollándose en la fase de almacenamiento, transporte o la comercialización se citan los siguientes: *Botrytis*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Aspergillus*, *Alternaria* (France, 2013).

La pudrición gris (*Botrytis cinerea*) es uno de los patógenos más representativos como causante de pérdidas en post-cosecha, este hongo se presenta en el cultivo concentrándose en flores y frutos, los síntomas se observan en los frutos maduros ya que estos presentan una pudrición blanda acompañada de una masa de micelio y conidias de color plomizo, frutos maduros son muy susceptibles a *Botrytis* contaminándose con facilidad si alrededor existe la presencia del hongo (Undurraga & Vargas, 2013).

De acuerdo a investigaciones realizadas en Brasil se hace mención que la fresa al ser una fruta muy perecedera, en la red de mercados de Sao Pablo, las pérdidas de esta fruta en post-cosecha fueron por enfermedades del 85%, seguido de daños físicos con el 40% y fisiológicos con el 2% (Parisi, 2012).



Figura 4. Ataque de *Botrytis cinerea* en Fresa
Fuente: Cultura Científica, 2013

2.3.3 Pérdidas en tomate

El tomate riñón (*Lycopersicon esculentum*) es oriundo de Ecuador, Perú y Chile. En la actualidad el consumo de tomate es tan popular gracias a la aparición de la salsa de tomate, al ser muy versátil y la facilidad que brinda el producto para combinarse con otros alimentos esto permite ser usado en el consumo diario de los ecuatorianos. Contiene excelentes cualidades organolépticas, posee un alto valor nutricional como el contenido de vitamina C y licopeno, este vegetal tiene un particular que es menos perecedero y más resistente a daños causados por transporte (Cepeda, 2009).

Las pérdidas que se llegan a registrar en post-cosecha son causadas por hongos patógenos como el moho gris causado por *Botrytis cinerea*, esta enfermedad ataca a flores y frutos de tomate, con la particularidad de que si llega atacar a la flor será un fruto menos. En el fruto se manifiesta causando deformaciones y manchas o anillos translúcidos blanco difuso, desvalorizando el producto (FAO, 2013)



Figura 5. Moho gris causada por *Botrytis cinerea* en tomate riñón
Fuente: FAO, 2013

Entre los hongos que se puede encontrar con frecuencia está el *Oidio*, el mismo que causa daños a en la parte foliar de la planta, que es de rápida diseminación una vez que se encuentra en el cultivo, al atacar a follaje lo defolia y causa asoleamiento al fruto (FAO, 2013).



Figura 6. Ataque de Oidio en hojas de tomate riñón
Fuente: FAO, 2013

Se puede citar también otro hongo de importancia como *Alternaria dauci*, que causa el tizón temprano, su ataque se da al follaje, tallos y frutos del tomate, generando importantes pérdidas económicas. Los frutos contaminados presentan manchas necróticas oscuras, cóncavas, deprimidas en la zona peduncular, las manchas que provoca el hongo son de coloración negra, puede manifestarse en el estado inmaduro como en el maduro, es por ello que es de importancia en la etapa de post-cosecha (FAO, 2013)



Figura 7. Ataque de *Alternaria dauci* en frutos de tomate riñón
Fuente: FAO, 2013



En el Ecuador de acuerdo a investigaciones realizadas por el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) las pérdidas de que se generan en la post-cosecha de tomate riñón desde que sale del productor hasta al consumidor es del 35%, esto producto de la falta de conocimiento en el buen manejo del fruto en post-cosecha, se dice también, y es importante considerar que en el Ecuador el 40% de la producción agrícola sufre pérdidas en la etapa de post-cosecha (INIAP, 2015).

2.4 HONGOS PATÓGENOS Y SUS DAÑOS

Las plantas en general son susceptibles al ataque de plagas y enfermedades, durante el establecimiento del cultivo, en su desarrollo, en la cosecha y post-cosecha, en esta última etapa el ataque de hongos se debe a que se pierde la resistencia intrínseca que los protegía durante el desarrollo en la planta, a esto se suma el alto contenido de agua y nutrientes, siendo de esta manera los causantes de alteraciones y problemas fitosanitarios en post-cosecha (Rodríguez, 2008).

2.4.1 *Aspergillus*

El hongo patógeno, *Aspergillus* que ataca en post-cosecha, entre sus características genéticas posee filamentos que le permiten una reproducción asexual. Es uno de los hongos con más potencial para causar daños a las plantas, es por ello que se generan pérdidas económicas especialmente en cereales, verduras y frutas, se lo puede encontrar en el heno y el compostaje, lugares donde el hongo mantiene su ciclo de vida, de esta manera también toma un protagonismo ya que es uno de los encargados de la descomposición de la materia orgánica (Kyanko et al., 2009).

Este hongo a más de contribuir a la degradación de la materia orgánica produce micotoxinas que son metabolitos secundarios cuya ingestión e inhalación provocan la disminución de actividad, puede hacer enfermar y hasta causar la muerte de animales y personas (González, 2009).

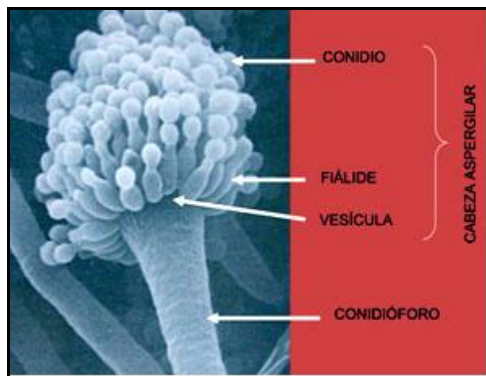


Figura 8. Estructura de *Aspergillus* sp.

Fuente: Méndez, 2015

2.4.2 Botrytis

Entre los patógenos fúngicos de post-cosecha se encuentra *Botrytis*, su ataque se concentra en frutos y vegetales recolectados (Rodríguez, 2008). En su mayoría los frutos son sensibles al ataque de este hongo, por lo que cuenta con un rango amplio de hospederos entre los que se señalan: pimiento, berenjena, lechuga, poroto, fresa, mora, tomate riñón, etc., éste sobrevive en el suelo en el rastrojo en forma de micelio, conidios y esclerocios. Entre los vehículos de propagación que puede utilizar este hongo está el agua de riego y las corrientes de aire las mismas que transportan los conidios. Entre los daños que causa el hongo esta la pudrición de la fruta, tallo, ahogamiento de plántulas y manchas foliares (FAO, 2013).



Figura 9. Estructura de *Botrytis*

Fuente: Bachi, 2017

2.4.3 *Penicillium*

Porcentajes considerables se pierden anualmente en la producción de la hortofruticultura por causa de hongos patógenos que proliferan con facilidad cuando se produce una manipulación y conservación defectuosa en la post-cosecha de fruta. En el caso de *Penicillium* puede llegar a causar pérdidas de hasta el 80% en la post-cosecha (Rodríguez, 2008).

Cabe mencionar que el principal hospedero de *Penicillium* son los cítricos en la post-cosecha siendo la causante de la podredumbre verde, también se lo puede encontrar en fresa (Acosta, 2016). Se encuentra distribuido en la naturaleza encontrándose en el suelo, vegetación caída y agua, en forma de conidios sobrevive de una estación a otra (Sánchez & Orrego, 2006).

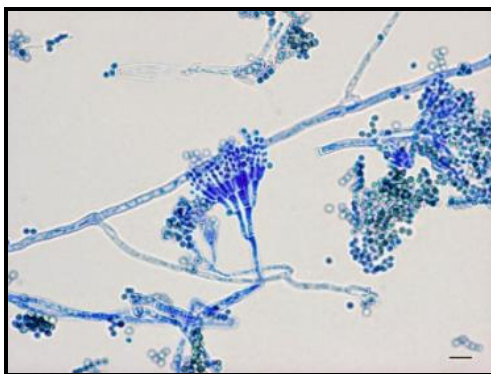


Figura 10. Estructura de *Penicillium*
Fuente: Fleming, 2015

2.5 MEDIDAS DE CONTROL PROPUESTAS PARA HONGOS PATÓGENOS

2.51 Químico

La medida de control que se conocen en nuestro medio es el químico o convencional, esto se aplica para enfermedades patológicas en post-cosecha, el inconveniente de estos productos es el impacto negativo que se genera en el ambiente, causa resistencia de patógenos, residuo en los alimentos, todo esto ha generado un problema mayor por el uso indiscriminado de estos productos, ahora



para el control de hongos la industria ha tenido que formular nuevos ingredientes activos; en décadas anteriores se empleaban productos como los bencimidazoles y el tiabendazol, pero con la resistencia que desarrollo *Penicillium sp.*, éstos tuvieron que ser remplazados por nuevas formulaciones (Carbajo, 2004).

Es tanto así que para todo problema que se presenta en la producción agrícola se utiliza productos químicos, si se quiere controlar el ataque de *Botrytis cinerea* en fresa se recomienda utilizar productos desde la floración pero que sean lo más específico para este cultivo, de manera que no se dependa de una familia de fungicidas, con el propósito de evitar resistencia (Undurraga & Vargas, 2013).

En la actualidad, los agricultores están preocupados por el uso indiscriminado de herbicidas, insecticidas y fungicidas que se han venido utilizando en el campo, estos han causado problemas en los suelos y en la salud de las personas, entre los productos químicos que más daño a causado es el endosulfán (Telégrafo, 2013).

2.5.2 Biológico

El control biológico al ser utilizados en el control de hongos patógenos en la producción de la hortofruticultura es una alternativa que se desarrolla a raíz de que los agricultores se han dado cuenta el daño que se ha generado al ambiente, suelo y personas que están involucradas en la producción de alimentos (Álvarez et al., 2012).

Este método no es más que el empleo de microorganismos antagónicos o la utilización de sustratos o aceites esenciales naturales antimicrobianos. En la etapa de post-cosecha es el momento indicado para la utilización de estos productos ya que no generan resistencia y no causan contaminación alguna (Carbajo, 2004).

El uso de microorganismos antagónicos tiene la ventaja de que al ser usados para el control de hongos patógenos estos ejercen su actividad de control mediante la antibiosis, competencia por nutrientes o espacio, el microparasitismo y lisis enzimática. Existe identificados en la actualidad numerosos microorganismos que pueden realizar el trabajo de control de manera efectiva de estos patógenos que se



presentan en la post-cosecha de frutas y hortalizas este es el caso de *Trichoderma* sp. (Merchán, Ferrucho, & Álvarez, 2014).

2.6 ALTERNATIVAS DE CONTROL PARA HONGOS PATÓGENOS EN POST-COSECHA DE FRUTAS Y HORTALIZAS

El control en post-cosecha de frutas y hortalizas en la actualidad se realiza por cuanto los mercados internacionales ponen cada vez más restricciones en cuanto al límite de residuos químicos que los productos agrícolas de exportación debe contener. Frente a esta problemática existen alternativas para el control de hongos patógenos que atacan sin medida, métodos alternativos como el biológico, se usa también microorganismos antagónicos, se emplea productos naturales (extractos vegetales), también se practica la inducción de mecanismos de defensa de los frutos y los métodos físicos como lo es el empleo de la temperatura, radiaciones (UV, gamma, rayos X) (Carbajo, 2004).

2.6.1 *Trichoderma harzianum* Rifai

De acuerdo a Méndez y Mondino (1999), en general los hongos antagonistas no tienen un único modo de acción, se han descrito varios mecanismos para el control de hongos patógenos en fruta, entre los modos de acción están: antibiosis, competencia por espacio o por nutrientes, interacciones directas con el patógeno e inducción de resistencia.

En nuestro caso *Trichoderma harzianum* Rifai al ser un antagonista realizaría su control por competencia de espacio o nutrientes, un factor esencial para que exista competencia es que haya “escasez” de un elemento. *Aspergillus*, *Botrytis* y *Penicillium*, al ser hongos de post-cosecha son dependientes de nutrientes, todos ellos son hongos necrotróficos que se desarrollan de mejor manera en las heridas de las frutas que son fuentes de los nutrientes que requieren estos hongos (Mondino, 1999)

Según Ezzyyani et. al. (2004) mencionan que “las especies de *Trichoderma* actúan como hiperparásitos competitivos que producen metabolitos antifúngicos y enzimas



hidrolíticas a los que se les atribuyen los cambios estructurales a nivel celular, tales como vacuolización, granulación, desintegración del citoplasma y lisis celular, encontrados en los organismos con los que interactúa”.

2.6.2 Extracto de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*)

Las plantas han sido utilizadas desde el inicio de la existencia del ser humano, con múltiples propósitos; alimentarios, medicinales, vivienda y vestido. En Colombia se han realizado estudios sobre lo beneficioso que pueden ser las plantas en la producción agrícola, ya que han mostrado efectos controladores en ácaros, roedores, nematodos, bacterias, virus, hongos e insectos (Celis et al., 2008).

Los extractos vegetales no son más que preparaciones que se realizan con el propósito de obtener un concentrado de principios activos, en este caso utilizando material vegetal de hierba luisa (Cabrera, 2009).

Para la extracción del material vegetal seleccionado existen los siguientes métodos:

1. Percolación en frío o en caliente
2. Extracción continua (Soxhlet)
3. Destilación por arrastre de vapor
4. Extracción con fluidos en condiciones supercríticas, especialmente CO₂ con o sin co-solvente.
5. Extracción en fase sólida.

Los solventes que se pueden utilizar para la extracción pueden ser soluciones diluidas de ácidos o bases, con frecuencia se usa la extracción con solventes orgánicos de bajo punto de ebullición (alcohol, acetato de etilo) y baja reactividad (Masahisa, 2002).

Existen algunas investigaciones que se han realizado a nivel local empleando extractos de ciertas especies vegetales, entre ellas la hierba luisa en combinación con menta, cedrón y ruda, evaluándola su actividad biocontroladora contra *Fusarium*, mencionándose que dichas especies vegetales controlan a los hongos *Fusarium* y *Botrytis* (Cabrera, 2009).



2.6.3 Extracto de hierbabuena (*Mentha spicata* L.)

Entre las investigaciones que se han ejecutado en Ecuador está la de la Universidad Técnica de Ambato que propone la utilización de extractos vegetales como una alternativa para el control de Oídio (*Oidium sp.*), Trips (*Frankliniella occidentalis*), pulgón (*Myzus sp.*), esto en cultivo de rosa de exportación, en donde utilizan 16 especies vegetales como: penco, ajo, sábila, marco, chilca, borraja, eucalipto, hierbabuena, cola de caballo etc., en donde en el caso de la hierbabuena utilizan la planta completa (raíz, tallo, hojas), y con ello realizan pruebas para el control de Oídio, habiendo alcanzado resultados promisorios en el control del Oídio, y causado una mortalidad de hasta un 44% de la población de Trips y Pulgón (Neira, 2010)



CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN DEL ENSAYO

El experimento se lo realizó en el laboratorio de Protección Vegetal del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP en la Estación Experimental del Austro el mismo que se encuentra localizado en el Km 12 1/2 Vía el Descanso – Gualaceo sector Bullcay, Provincia del Azuay, Cantón Gualaceo.

3.2 MATERIALES

Para la ejecución del siguiente experimento se necesitó equipos y materiales de laboratorio como: microscopio, autoclave, cámara de flujo, deshidratador, licuadora industrial, rota vapor, cámara de Neubauer y cristalería en general.

Entre los materiales químicos y biológicos que se necesitaron para la implementación del ensayo fueron: PDA, hipoclorito de sodio, metanol al 96%, material vegetal de hierba luisa y hierbabuena, azul de metileno, carbendazim, *Trichoderma harzianum* Rafai, cepas de *Aspergillus sp*, *Botrytis sp* y *Penicillium sp*.

En la implementación del ensayo se necesitó recipientes de plástico de diferentes tamaños y formas, frutos de mora de castilla (*Rubus glaucus*), fresa (*Fragaria vesca*), y una hortícola el tomate riñón (*Lycopersicum esculentum*).

3.3 METODOLOGÍA

3.3 1 Fase de laboratorio

a) Obtención de cepas de *Aspergillus sp*, *Botrytis sp* y *Penicillium sp*

Los hongos que fueron objeto de control, se los obtuvo directamente de frutos contaminados, obtenidos en el mercado o comercio de frutas. Se los identifico, aisló y multiplico a nivel de laboratorio. De cada uno de ellos se replicaron cinco (5) cajas Petri con la finalidad de tener el suficiente material biológico que sirva como inóculo para ser aplicados en los frutos evaluados.

b) Obtención de *Trichoderma harzianum* Rifai

El *Trichoderma harzianum* Rifai se consiguió a partir de un producto comercial llamado TRICHO-PLUS formulado sobre un soporte líquido en base a un caldo de cultivo que asegura el mantenimiento del organismo activo. La concentración de conidios del producto es de mínimo 1×10^9 por ml y con variabilidad mínima del 80%. La especie seleccionada de TRICHO-PLUS producen auxinas naturales llamada ácido indol-acético, este producto tiene un tiempo de vida en percha de 60 días desde la fecha de fabricación, cuenta con registro del MAGAP número 023643757, es elaborado por MICHOTECH SERVICES CIA.LTDA.

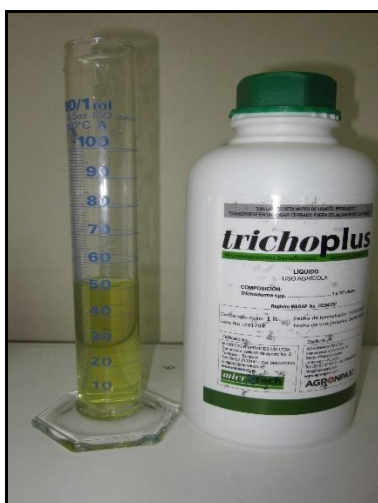


Figura 11. Presentación de *Trichoderma harzianum* de forma comercial

Fuente: Guamán J, 2017.



3.3.2 Establecimiento del ensayo

a) Elaboración de los extractos vegetales en estudio:

Para la elaboración de los extractos vegetales utilizando hierba luisa y hierbabuena, se utilizó solo hojas sanas, el material se colectó en los huertos de productores de la provincia del Azuay, en cantones como Cuenca, Girón y Santa Isabel.

Este material vegetal se lo trasladó a la Universidad Politécnica Salesiana al laboratorio de la Carrera de Biotecnología, en donde se siguió el siguiente procedimiento para la obtención de los extractos: **a)** el material vegetal tanto de Hierba Luisa como Hierbabuena se lavó con abundante agua para retirar impureza; **b)** se escurrió el exceso de agua; **c)** el material vegetal por intermedio de una estufa se lo seco durante 24 horas a una temperatura de entre los 40 a 55 C°; **d)** una vez deshidratada la hojas se trituró con la ayuda de una licuadora industrial; **e)** Se pesó y colocó en una botella oscura con un solvente como es el metanol al 96% para iniciar la extracción. Por botella se colocó 200 gramos de materia seca con solvente de 600 a 700 cc, dejando que este proceso de maceración se dé a lugar durante mínimo 7 días y un máximo de 15 días. Para la investigación se esperó los 15 días; **f)** La eliminación del solvente se lo realizó pasándole por un equipo llamado rota vapor.

De todo este proceso se obtuvo 600 cc de extracto de hierba luisa y 400 cc de hierbabuena con lo que fue suficiente para iniciar la investigación planteada.

La dosis de aplicación de los extractos se usó en una dilución en mezcla con agua destilada en dosis de:

- Hierba luisa: 10 ml/litro de agua destilada
- Hierbabuena: 10 ml/litro de agua destilada



b) Obtención y esterilización de los frutos:

Los frutos para el experimento se obtuvieron en huertos de productores y en madurez de cosecha los mismos que fueron llevados al laboratorio colocados en bandejas plásticas de manera que los 1050 frutos de mora de Castilla, de fresa variedad Monterrey y tomate riñón variedad Micaela no se llegue a maltratar en el traslado; una vez ahí, se los lavó con una solución de hipoclorito de sodio al 0,3%, posteriormente se eliminó el remanente de dicha solución al lavar los frutos con agua destilada.

c) Tratamientos en estudio:

Tabla 1. *Tratamientos evaluados en la investigación.*

| |
|--|
| T1= Extracto de Hierba luisa. |
| T2= Extracto de Hierbabuena. |
| T3= Hongo <i>Trichoderma harzianum</i> |
| T4= Fungicida Carbendazim |
| T5= Testigo (agua destilada). |

Fuente: Guamán J, 2017

d) Aplicación de los tratamientos:

Una vez listos los frutos, se aplicó cada uno de los tratamientos protectantes, estos fueron: los dos extractos, el hongo antagónico *Trichoderma harzianum*, el tratamiento químico que es el Carbendazim y el testigo (control) que para el fin pertinente se utilizó agua destilada.

Para la preparación de las soluciones de cada uno de los tratamientos se utilizó cinco envase plástico en los cuales se colocó 5 litros de agua destilada por tratamiento, de inmediato se sumergió a todos y cada uno de los frutos de las especies vegetales en estudio (por separado), por el lapso de dos (2) minutos, luego fueron retirados hasta conseguir que se escurra el remanente de líquido, luego de cinco (5) minutos



se procedió a aplicar a todos los frutos, las diferentes especies de hongos en estudio, a una dosis de 1×10^6 conidios/ml ufc (unidades formadoras de colonias) la concentración se determinó mediante conteo de esporas en la cámara de Neubauer, empleándose para este trabajo un asperjador plástico manual de presión uniforme de manera que a cada bandeja se le inoculo con 2 cm^3 de la solución que contenía el hongo patógeno. La inoculación de *Aspergillus sp*, *Botrytis sp* y *Penicillium sp* se lo realizó de forma individual.

Para el tratamiento químico se seleccionó el ingrediente activo Carbendazim, este es un inhibidor de la mitosis y división celular, tiene un efecto preventivo, curativo y sistémico, ampliamente usado en control de enfermedades en tratamientos post-cosecha, se utilizó $2,5 \text{ cm}^3$ en 5 litros de agua destilada.

Las unidades experimentales estuvieron constituidas por bandejas de polipropileno (espumaflex) de tamaño de $32 \times 22 \text{ cm}$ y en cada una de ellas se colocaron: 30 frutos de tamaño uniforme. Para la toma de datos las bandejas se las ubicó en estantes separados por especie vegetal.

e) Variables en estudio:

- Número de frutos contaminados: presencia del signo del patógeno.
- Tiempo de protección: número de días post-aplicación al apareamiento del signo del patógeno.

f) Toma de datos:

Posterior a la aplicación de los tratamientos, la evaluación se realizó cada dos (2) días por 20 días; los datos que se tomaron fueron:

- Número de frutos sanos.
- Número de frutos contaminados.
- Número de días a la aparición del signo del patógeno



3.3.3 Diseño Experimental

Para el estudio se utilizó un Diseño Experimental Completamente al Azar (DCA) con cinco (5) Tratamientos y siete (7) Repeticiones

Por bandeja se colocaron 30 frutos de tamaño uniforme de: mora, fresa y tomate. El número de frutos evaluados fue de 210 por especie.

3.3.4 Análisis Económico

El análisis económico de la investigación se basó en cálculos de costos variables, costos fijos, costo total, precio de venta y con ellos se llegó a obtener el benéfico/costo de los tratamientos.

En el caso de los extractos se tuvo que identificar que elementos utilizados son considerados para el cálculo del costo variable, siendo el análisis económico de bienes que se modifica de acuerdo a variaciones del volumen de producción (o nivel de actividad) en nuestro caso es la obtención del extracto de hierba luisa y hierbabuena. De la misma forma se identificó los elementos que se considerarían para el cálculo de los costos fijos, que son aquellos elementos que intervienen indirectamente en el proceso de producción.

Es esencial realizar este análisis ya que con la información obtenida se tomará decisiones y se recomendará la conveniencia del uso de estos extractos en estudio.

El análisis de los costos variables, costos fijos, costo total, B/C está enfocado en los dos extractos propuestos, ya que el *Trichoderma harzianum* al ser un producto ya elaborado se conoce su costo de comercialización.

De la misma forma el tratamiento químico no es objeto de análisis económico ya que es un producto que lo podemos adquirir en el mercado local con un precio definido.



CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1 EFECTO DE TRATAMIENTOS EN TOMATE

Los análisis estadísticos indican que existe diferencias significativas entre los tratamientos empleados para conservar la calidad del tomate en post-cosecha (ver anexo 1). Con respecto a la cantidad de frutos sanos encontrados al final de la investigación (20 días después de la inoculación) se obtuvo un porcentaje de $73,81 \pm 14,33\%$, el mismo que correspondió al tratamiento 1 (hierba luisa). No se detectaron diferencias significativas en cuanto a los días de apareamiento de las primeras señales de la enfermedad; sin embargo, se pudo observar que el menor período de protección en días de los frutos de tomate correspondió al testigo con 11,71.

Los resultados se presentan en la tabla 2 y figura 12 respectivamente.

Tabla 2. Respuesta del tomate a los tratamientos post-cosecha para el control de los hongos: *Penicillium*, *Aspergillus* y *Botrytis*.

| Tratamientos | | % de Frutos sanos* | | % de Frutos con signos de fungosis* | | Días de apareamientos de frutos con síntomas de fungosis* | | Cantidad de frutos contaminados según el día de manifestación de signos** | | % de frutos contaminados a partir de los primeros síntomas** | |
|--------------------|----|--------------------|------------------------|-------------------------------------|------------------------|---|-----------|---|-----------|--|-----------|
| | | Media | ±Des. Est | Media | ±Des. Est | Media | ±Des. Est | Media | ±Des. Est | Media | ±Des. Est |
| Hierba Luisa | T1 | 73,81% | ±14,33% ^a | 26,19% | ±14,33% ^c | 14,29 | ±3,73 | 1,71 | ±0,95 | 5,57% | ±3,36% |
| Hierbabuena | T2 | 59,05% | ±10,67% ^{abc} | 40,95% | ±10,67% ^{abc} | 14,86 | ±3,98 | 3,14 | ±1,86 | 10,57% | ±6,48% |
| <i>Trichoderma</i> | T3 | 51,90% | ±12,45% ^{bc} | 48,10% | ±12,45% ^{ab} | 14,00 | ±4,16 | 2,14 | ±1,95 | 7,00% | ±6,83% |
| Carbendazim | T4 | 61,90% | ±4,24% ^{ab} | 38,10% | ±4,24% ^{bc} | 12,57 | ±3,95 | 1,86 | ±1,07 | 6,00% | ±3,74% |
| Control | T5 | 41,90% | ±14,26% ^c | 58,10% | ±14,26% ^a | 11,71 | ±3,15 | 1,57 | ±1,13 | 5,00% | ±3,83% |
| Total | | 57,71% | ±15,44% | 42,29% | ±15,44% | 13,49 | ±3,77 | 2,09 | ±1,48 | 6,83% | ±5,17% |

T1= Extracto de hierba luisa; T2= Extracto de hierbabuena; T3= Hongo *Trichoderma harzianum*; T4= Fungicida Carbendazim; T5= Testigo (agua destilada).

Fuente: Guamán J, 2017

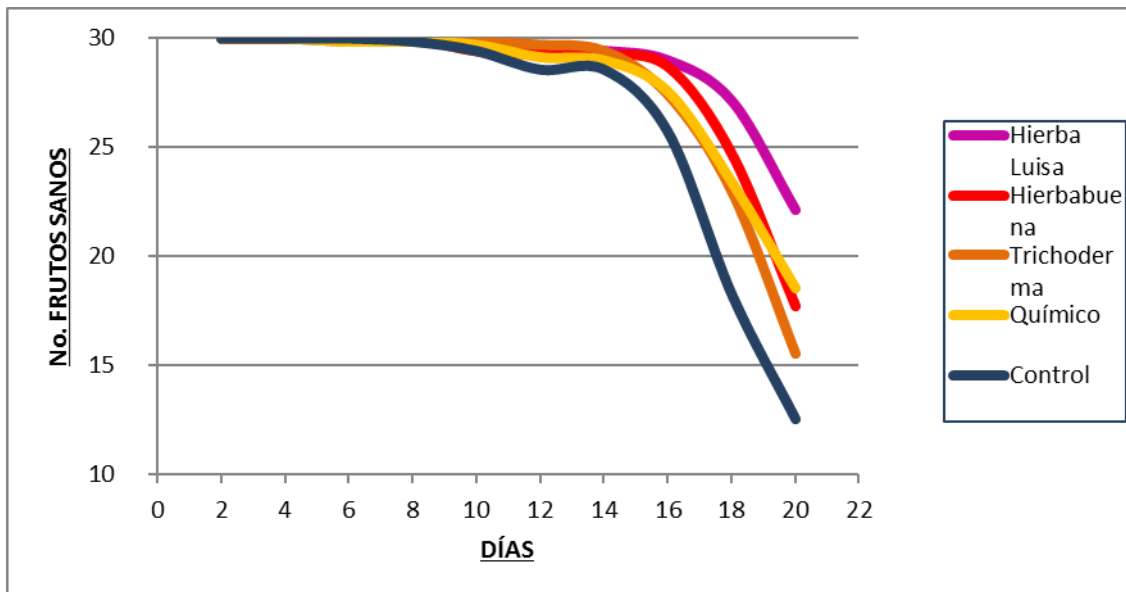


Figura 12. Comportamiento de los tratamientos a los 20 días en frutos de tomate.

Fuente: Guamán J, 2017

El Análisis de varianza dejó ver diferencias significativas en el porcentaje de frutos sanos y enfermos ($P < 0,05$), mientras que para la variable días de aparecimiento de frutos con síntomas de hongos, no se presentaron diferencias significativas ($P > 0,05$).

La prueba de significación de Tukey 5% para número de frutos sanos mostró tres rangos diferentes, de los cuales la hierba luisa fue el mejor tratamiento (ver tabla 3).

Tabla 3. Prueba de Tukey (0,05%) para la variable porcentaje (%) de frutos sanos en tomate.

| Tratamiento | Medias | n | E.E. | Grupos | | |
|-------------|--------|---|------|--------|---|---|
| 1 | 22,14 | 7 | 1,34 | A | | |
| 4 | 18,57 | 7 | 1,34 | A | B | |
| 2 | 17,71 | 7 | 1,34 | A | B | C |
| 3 | 15,57 | 7 | 1,34 | | B | C |
| 5 | 12,57 | 7 | 1,34 | | | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: Guamán J, 2017



4.2 EFECTO DE TRATAMIENTOS EN FRESA

El análisis estadístico de los datos obtenidos en la fresa, indican que no existió diferencias significativas ($P>0,05$) entre los tratamientos con respecto a las variables estudiadas. (Ver tabla 4)

Tabla 4. Respuesta de la fresa a los tratamientos post-cosecha para el control de los hongos: *Penicillium*, *Aspergillus* y *Botrytis*.

| Tratamiento | % de Frutos sanos* | | % de Frutos con signos de fungosis* | | Días de aparecimientos de frutos con síntomas de fungosis* | | Cantidad de frutos contaminados según el día de manifestación de signos* | | % de frutos contaminados a partir de los primeros síntomas* | |
|--------------|--------------------|---------------|-------------------------------------|---------------|--|--------------|--|--------------|---|---------------|
| | Media | ±ET | Media | ±ET | Media | ±ET | Media | ±ET | Media | ±ET |
| T1 | 0,00% | ±0,00% | 100,00% | ±0,00% | 2,29 | ±0,29 | 6,00 | ±4,02 | 20,00% | ±13,39% |
| Hierba Luisa | | | | | | | | | | |
| T2 | 0,00% | ±0,00% | 100,00% | ±0,00% | 2,86 | ±0,40 | 13,43 | ±4,82 | 44,71% | ±16,10% |
| Hierbabuena | | | | | | | | | | |
| T3 | 0,00% | ±0,00% | 100,00% | ±0,00% | 2,00 | ±0,00 | 4,57 | ±1,04 | 15,14% | ±3,55% |
| Trichoderma | | | | | | | | | | |
| T4 | 0,00% | ±0,00% | 100,00% | ±0,00% | 2,00 | ±0,00 | 2,57 | ±0,48 | 8,71% | ±1,64% |
| Carbendazim | | | | | | | | | | |
| T5 | 0,00% | ±0,00% | 100,00% | ±0,00% | 2,00 | ±0,00 | 4,14 | ±0,67 | 13,86% | ±2,21% |
| Control | | | | | | | | | | |
| Total | 0,00% | ±0,00% | 100,00% | ±0,00% | 2,23 | ±0,11 | 6,14 | ±1,37 | 20,49% | ±4,57% |

T1= Extracto de hierba luisa; T2= Extracto de hierbabuena; T3= Hongo *Trichoderma harzianum*; T4= Fungicida Carbendazim; T5= Testigo (agua destilada)

Fuente: Guamán J, 2017

Se puede apreciar que a partir del cuarto (4to.) día hasta el día 20 se registra el 100 % frutos contaminados (tabla 4).

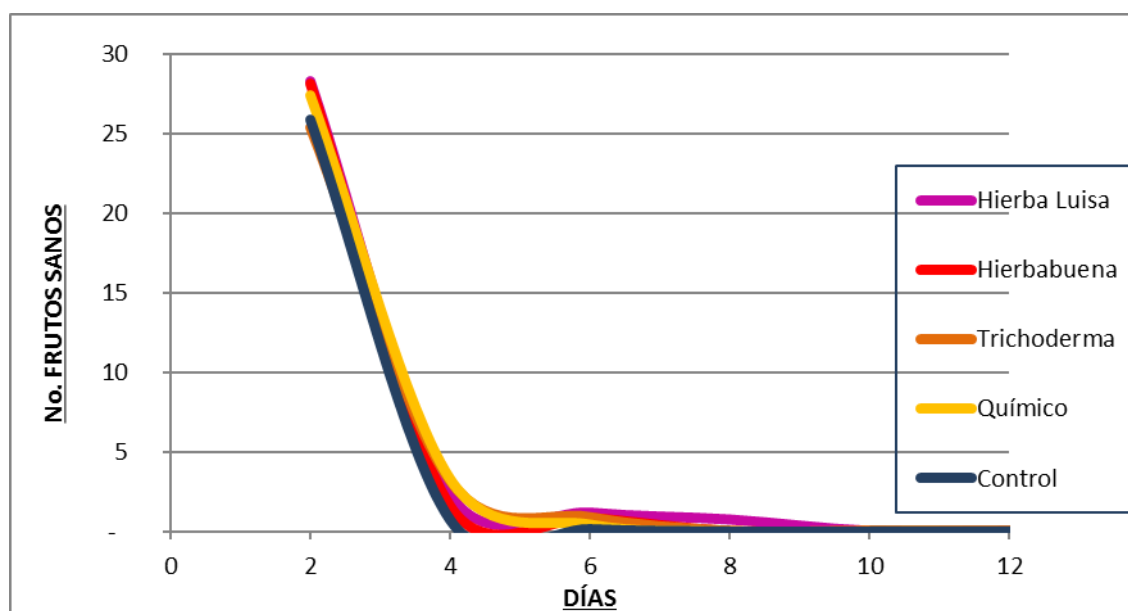


Figura 13. Comportamiento de los tratamientos a los 12 días en fresa.

Fuente: Guamán J, 2017

4.3 EFECTO DE TRATAMIENTOS EN MORA

El análisis estadístico de los resultados obtenidos en mora al final del ensayo, muestran que no existieron diferencias significativas en todas las variables en estudio entre los tratamientos al final del ensayo (20 días).

Tabla 5. Respuesta de mora a los tratamientos de post-cosecha para el control de hongos.

| | % de Frutos sanos | | % de Frutos con signos de fungosis | | Días de aparecimientos de frutos con síntomas de fungosis | | Cantidad de frutos contaminados según el día de manifestación de signos | | % de frutos contaminados a partir de los primeros síntomas | |
|-------|-------------------|--------|------------------------------------|--------|---|-------|---|-------|--|--------|
| | Media | ±ET | Media | ±ET | Media | ±ET | Media | ±ET | Media | ±ET |
| T1 | 3,43% | ±1,66% | 96,57% | ±1,66% | 3,14 | ±0,40 | 2,71 | ±0,71 | 9,00% | ±2,47% |
| T2 | 1,29% | ±0,61% | 98,71% | ±0,61% | 3,71 | ±0,29 | 2,71 | ±0,57 | 9,14% | ±1,87% |
| T3 | 3,43% | ±1,54% | 96,57% | ±1,54% | 3,14 | ±0,40 | 3,29 | ±1,21 | 10,86% | ±3,98% |
| T4 | 4,71% | ±1,76% | 95,29% | ±1,76% | 3,71 | ±0,29 | 4,29 | ±1,04 | 14,29% | ±3,47% |
| T5 | 3,29% | ±1,48% | 96,71% | ±1,48% | 3,43 | ±0,37 | 5,57 | ±1,65 | 18,57% | ±5,52% |
| Total | 3,23% | ±0,64% | 96,77% | ±0,64% | 3,43 | ±0,15 | 3,71 | ±0,50 | 12,37% | ±1,67% |

T1= Extracto de hierba luisa; T2= Extracto de hierbabuena; T3= Hongo *Trichoderma harzianum*; T4= Fungicida Carbendazim; T5= Testigo (agua destilada).

Fuente: Guamán J, 2017

La prueba de significación de Tukey 5% realizado en número de frutos sanos dejó ver dos rangos, en el cual hierbabuena y hierba luisa fueron los mejores tratamientos (ver tabla 6). A los cuatro días post-inoculación de los hongos *Aspergillus*, *Botrytis* y *Penicillium*, la prueba de Tukey 5% muestra diferencias significativas en cuanto a los tratamientos en estudio, actuando de igual manera todos los tratamientos evaluados a excepción del testigo que es el de menor eficiencia.

Tabla 6 Prueba de Tukey (0,05%) para la variable: porcentaje (%) de frutos sanos en mora.

| Tratamiento | Medias | n | E.E. | Grupos | |
|-------------|--------|---|------|--------|---|
| 2 | 26,86 | 7 | 0,93 | A | |
| 1 | 26,29 | 7 | 0,93 | A | |
| 4 | 25,43 | 7 | 0,93 | A | |
| 3 | 25,43 | 7 | 0,93 | A | |
| 5 | 21,43 | 7 | 0,93 | | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: Guamán J, 2017

Según se observa en el gráfico numero 14 aproximadamente el 80% de frutos evaluados presenta contaminación de los tres patógenos en estudio a partir del sexto día post-inoculación de los hongos evaluados.

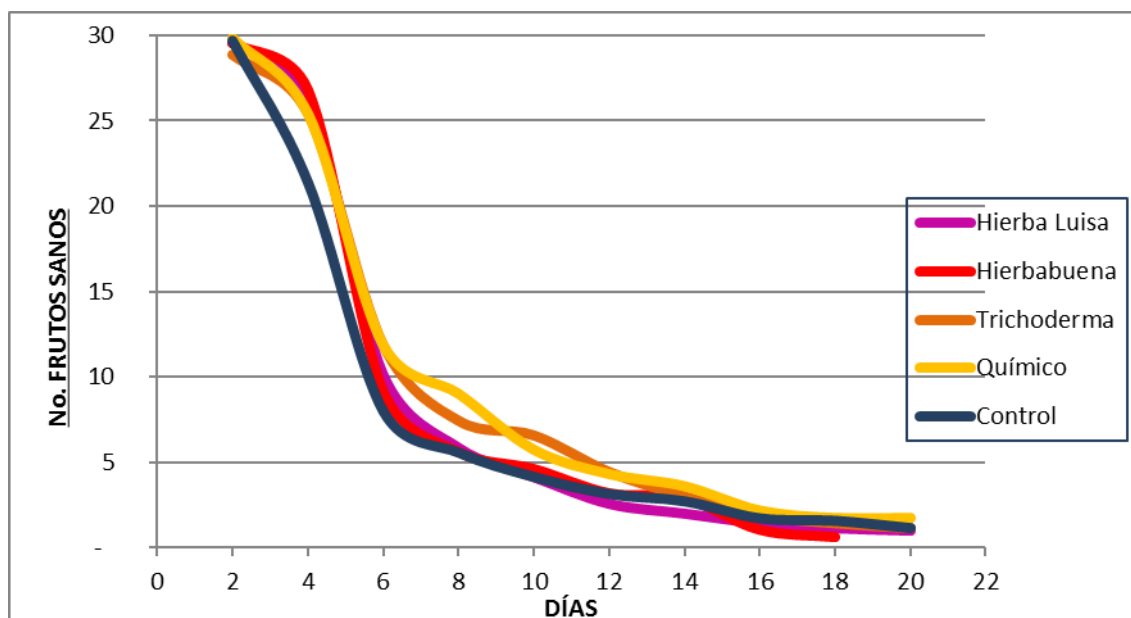


Figura 14. Comportamiento de los tratamientos a los 20 días en mora.

Fuente: Guamán J, 2017



4.4 ANÁLISIS ECONÓMICO.

Para el análisis económico de los diferentes tratamientos, iniciaremos considerando los indicadores que permitan obtener la relación beneficio/costo en esta investigación.

En el caso de los extractos, se tuvo que ejecutar un sinnúmero de procesos para obtener el producto, con el cual, se realizó la protección de las frutas, para ello se realizó los siguientes cálculos: costos variables, costos fijos, costo total, precio de venta, punto de equilibrio y beneficio/costo.

Para el cálculo de costos variables se identificó las diferentes materias primas que intervinieron en el proceso, a nivel de laboratorio. Dentro de esto se encuentra hierbabuena 15 kg, hierba luisa 15 kg, botellas ámbar un total de 16 unidades, metanol 4 galones y materiales varios.

En los cálculos de los costos fijos se consideró: administración, arrendamiento de equipos, interés de capital, imprevistos y servicios básicos. Se tiene que considerar que los costos fijos calculados son los mismos para los dos extractos, esto para efecto del cálculo del costo total.

Una vez con datos de costos variables para cada uno de los extractos y los costos fijos (tabla 11 y 12), el costo total para el extracto de hierbabuena es de USD 192,26; para hierba luisa USD 193,88.

Con estos datos se puede obtener el costo unitario por ml de extracto que para hierbabuena es USD 0,48; hierba luisa es USD 0,32. Con estos valores se puede obtener el precio de venta, para hierbabuena es de USD 0,51; con este resultado el beneficio/costo es de 1,01 (tabla 7). Para hierba luisa el precio de venta es de USD 0,34; con este valor el beneficio costo es de 1,00 (tabla 8). Al ser una investigación no se busca ganancia, es por ello que con los valores de B/C de cada extracto que es igual a 1,00, esto nos indica que el beneficios se equiparan con el costos. No hay ganancia alguna.

Tabla 7. Beneficio/Costo para extractos de hierbabuena.

| ANÁLISIS BENEFICIO/COSTO | | | |
|---|--------------|-----------------|--|
| ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN Y PRECIOS DE VENTA | | | ANÁLISIS FINANCIERO |
| Productos | % | Producción (ml) | Precio (ml) |
| Extracto Hierbabuena | 95,0 | 380,0 | 0,51 |
| Pérdida | 5,0 | 20,0 | - |
| | | | |
| | | | |
| Total de Producción: | 100,0 | 400,00 | |
| Punto de Equilibrio: | | 396,82 | 0,48 |
| | | | - Costo Unitario (\$/ml): 0,48 |
| | | | - Ingreso Bruto (\$/ml): 193,80 |
| | | | - Ingreso Neto (\$/ml): 1,54 |
| | | | - Rentabilidad Simple (%): 0,80 |
| | | | - Beneficio/Costo: 1,01 |

Fuente: Guamán J, 2017



Tabla 8. Beneficio/Costo para extractos de hierba luisa.

| ANÁLISIS BENEFICIO/COSTO | | | | | |
|--|--------------|-----------------|-------------|----------------------------|--------|
| ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN Y PRECIOS DE VENTA | | | | ANÁLISIS FINANCIERO | |
| Productos | % | Producción (ml) | Precio (ml) | - Costo Unitario (\$/ml): | 0,32 |
| Extracto Hierba luisa | 95,0 | 570,0 | 0,34 | - Ingreso Bruto (\$/ml): | 193,80 |
| Pérdida | 5,0 | 30,0 | - | - Ingreso Neto (\$/ml): | -0,08 |
| | | | | - Rentabilidad Simple (%): | -0,04 |
| | | | | - Beneficio/Costo: | 1,00 |
| Total de Producción: | 100,0 | 600,00 | | | |
| Punto de Equilibrio: | | 600,26 | 0,32 | | |

Fuente: Guamán J, 2017

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis económico Beneficio/Costo realizados para los extractos de hierba luisa y hierbabuena, calculando el costos de *Trichoderma* y el químico, se puede analizar que los costos totales por ml (Tabla 9) de todos los tratamientos, el más económico es Carbendazin (químico).

Tabla 9. Costo de tratamientos por ml utilizados en la investigación

| COSTO DE TRATAMIENTOS EN USD | | | | | |
|------------------------------|--------|--------------------|--------|-------------|--------|
| TRATAMIENTOS | UNIDAD | CANTIDAD PREPARADA | USD | USD/50 ml** | USD/ml |
| Hierba luisa | ml | 600 | 192,00 | 16,00 | 0,32 |
| Hierbabuena | ml | 400 | 192,00 | 24,00 | 0,48 |
| Trichoderma* | litro | 1 | 15,00 | 0,75 | 0,015 |
| Carbendazin* | 500 ml | 1 | 8,00 | 0,04 | 0,016 |

*Presentación comercial

**Cantidad empleada en el ensayo

Fuente: Guamán J, 2017



CAPITULO V: DISCUSIÓN

Los resultados muestran que para tomate existe una diferencia significativa entre los tratamientos en estudio, en donde el porcentaje de frutos sanos analizados a los 20 días posteriores a la inoculación de los hongos con *Penicillium*, *Botrytis* y *Aspergillus*, se alcanza un máximo de 73, 81% de frutos sanos con el extracto de Hierba Luisa, entre tanto que con Hierbabuena tan solo el 59,05%, corroborando los estudios realizados en condición *in vitro* por Hernández (2007) quien demostró que las plantas producen compuestos antimicrobianos que pueden ser empleados en post-cosecha. Además, su estudio muestra que la aplicación de aceites esenciales de orégano y cilantro para el control de *Botrytis cinerea* en tomate, presentan resultados variables, en función del hongo y el tipo de extracto evaluado.

Cabrera (2009) al evaluar el extracto de hierba luisa menciona que dicha especie vegetal ejerce un control moderado contra *Botrytis*, resultado que se alcanza en condiciones *in vitro*; dicha información permite respaldar los resultados obtenidos en la presente investigación, con la aplicación del extracto de hierba luisa sobre frutos en post-cosecha.

Los resultados en tomate, en cuanto al variable tiempo de protección, en la presente investigación muestran que no existen diferencias significativas entre los tratamientos hasta los 14 días, momento en el cual se manifiestan los primeros síntomas de fungosis. Resultados obtenidos por Cárdenas (2006) quien, al evaluar el aceite esencial de Hierba Luisa aplicado en plantas de cebolla en el control de *Fusarium sp.*, como resultado del estudio menciona que el aceite esencial llega a inhibir hasta el 100 % el ataque del hongo patógeno, información con la cual se consolida que el extracto mencionado inhibe hasta un tiempo determinado en el caso de este estudio.

Con los frutos de fresa y mora en post-cosecha, los tratamientos se comportaron de manera muy distinta. En la fresa, los tratamientos a base de extractos vegetales, *Trichoderma* y Carbendazin, no tuvieron diferencias significativas a los dos (2) y cuatro (4) días; sin embargo, el que menos frutos contaminados presentó de los tratamientos alternativos evaluados a los 2 días (post inoculación) fue *Trichoderma*



harzianum con el 15% de frutos contaminados, a diferencia de hierba buena con el 44, 71% (ver tabla 9).

Es importante recalcar que a la fresa se la considera una especie frutal menor, muy perecible y con pocas posibilidades de mantener por largos períodos de tiempo en post-cosecha debido a su alto contenido de agua (Ceiba, 2000).

En cuanto a *Trichoderma harzianum*, es importante tener presente lo manifestado por Gúédez *et.al*, (2009) quienes en su investigación observaron que el modo de acción del referido hongo era de micoparasitismo, antes que, por acción de antibiosis, efecto que en la presente investigación no fue observada con ninguna de las especies frutales evaluadas.

De igual manera es recomendable tener presente lo manifestado por Narayanasamy (2006) quién hace hincapié en que es muy importante tratar de reducir el porcentaje de frutos lastimados en campo, sobre todo aquellos que son suculentos, ya que al decir del autor de esto puede depender la eficiencia de control de cualquier agente biológico de control.

Para mora, se observó que los tratamientos alternativos y el químico, fueron eficientes hasta el día cuatro (4) post-inoculación, en cuanto a la variable frutos sanos, para posteriormente hasta el día 20 (post-inoculación) manifestar resultados similares todos ellos al tratamiento control. Es importante anotar que mora al igual que fresa son considerados especies perecibles muy suculentas (Ceiba, 2000), que por su propia condición luego de la cosecha, tiende a presentar sustancias nutritivas sobre la superficie (jugo) lo cual al decir de Vero y Mondino (1999) permite a patógenos de post-cosecha como *Penicillium*, *Botrytis* y *Aspergillus*, disponer de alimento para su crecimiento y desarrollo de forma inmediata.

En cuanto al desarrollo de los patógenos en relación con el tiempo, el comportamiento fue diferente para cada una de las especies frutales evaluadas, lo cual está en relación directa con la característica del fruto y el tiempo de duración que tiene el mismo en post-cosecha, así como del manejo del mismo en el cultivo (Wills, 1984). Es así que, en los frutos de tomate la progresión de la sintomatología se observa a partir del día 10 (figura 12), momento el cual hacen su aparición los



primeros frutos contaminados en un porcentaje mínimo, sin mayor variación, pero con tendencia al acenso, lo cual ya se expresa claramente a partir del día 14, hasta el día 20, inclusive en todos los frutos evaluados, presentándose en ellos los tres (3) géneros de hongos inoculados. La curva de progreso de los patógenos inoculados no es igual en fresa y mora que en tomate, ya que, en las dos primeras nombradas, el desarrollo de los patógenos *Penicillium*, *Botrytis* y *Aspergillus* es mucho más rápido, esto debido a las características propias de estos frutos (Narayanamasy, 2006; Will, 1984), lamentablemente en estas especies de frutas los tratamientos en estudio no prolongaron el período de protección de los mismos contra los hongos inoculados.

En cuanto a los costos de utilización de los tratamientos, el de más bajo costo fue el Carbendazin con USD 0,04, seguido de *Trichoderma harzianum* con un valor de USD 0,75 (para 50 ml) esto por ser productos que se les puede encontrar en locales agrícolas, no así los extractos vegetales como la hierbabuena que para los 50 ml que se empleó en la investigación tiene un costo de USD 24,00, seguido de hierba luisa que tiene un valor de USD 16,00, que para un productor utilizar los controles alternativos llega a encarecer los métodos de protección para fruta en post-cosecha.



CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Los cuatro tratamientos hasta el día 14 brindan protección al fruto de tomate, a partir del día 14 hasta el 20 hierba luisa registró el 73,80% de frutos sanos.
- En frutos de fresa todos los tratamientos evaluados brindaron protección hasta las 24 horas de post-inoculación de los hongos *Penicillium*, *Botrytis* y *Aspergillus*.
- En los frutos de mora todos los tratamientos evaluados protegieron hasta 4 días post-inoculación de los hongos antes mencionados.
- De los tratamientos alternativos el más económico es *Trichoderma harzianum*, con un valor USD 0,75 frente a Carbendazim que costó USD 0,04 para preparar 50 ml utilizados en el ensayo para la protección de fruta en post-cosecha evaluada.
- Cabe recalcar que económicamente los extractos y el control biológico propuesto son más costosos frente al convencional, aunque las ventajas que tienen estos productos, es la no contaminación de la fruta y además no causa resistencia a hongos patógenos.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con la investigación, en el caso de tomate, utilizar el extracto de hierba luisa para prolongar la vida útil del fruto y controlar el ataque de hongos: *Penicillium*, *Botrytis* y *Aspergillus*.
- Se recomienda realizar estudios aplicando dosis mayores a los 10 ml utilizados para los extractos y el controlador biológico.
- Se recomienda utilizar aislamientos de controladores biológicos específicos de hongos patógenos para post-cosecha.
- Evaluar nuevas especies vegetales y sus extractos como posibles productos alternativos de manejo en post-cosecha.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, I. (2013). Ventajas salariales en cultivos de exportación. Dos realidades en México y Chile. *Economía Latinoamericana*(192), 24. Recuperado el Marzo de 2017, de <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/la/13/asalariado-rural.html>
- Acosta, P. (2016). Cultivo de fresa. *El Huerto*. Recuperado el Junio de 2017, de <http://www.elhuerto.com.ec/cultivo-de-fresa>
- Agrotterra. (2016). *Top 10 productoss contra la Botrytis*. Obtenido de <http://www.agrotterra.com/blog/descubrir/top-10-productos-contra-la-botrytis/78960/>
- Alonso, J. (2005). Prevención y control de daños postcosecha en frutas. *Interempresa*. Recuperado el Junio de 2017, de <http://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/76437-Prevencion-y-control-de-danos-postcosecha-en-frutos.html>
- Álvarez, G., Hurtado, V., Oyoque, S., Mena, V., & Angoa, P. (2012). Actividad biocontroladora de bacterias nativas vs el hongo fitopatógeno *Botrytis cinerea* en frutos de fresa. En *Recursos naturales y contaminación ambiental*. México. Recuperado el Jnio de 2017
- Asociación de Agrónomos Indígenas del Cañar. (2003). *El cultivo de tomate riñón en invernadero (Lycopersicon esculentum)*. Cañar.
- Bachi, P. (2017). *Podredumbre de la fruta (Botrytis cinerea) en tomate (Lycopersicon esculentum)*. Obtenido de <https://www.ipmimages.org/collections/viewcollection.cfm?&coll=72327>
- Barrero, L. (2009). Caracterización, evaluación y producción de material limpio de mora con alto valor agregado. *Corpoica*, 84.
- Bernal, M. (01 de octubre de 2005). Poscosecha influye en mala nutrición. Recuperado el 24 de enero de 2017, de <http://www.eluniverso.com>
- Cabrera, J. (2009). Obtencion de extractos vegetales con actividad biocontroladora ante hongos fitopatógenos. 55. Cuenca, Ecuador. Recuperado el Junio de 2017
- California, U. (Noviembre de 2003). Técnicas de manejo poscosecha a pequeña escala: Manual para los productos hortofrutícolas(4ª edición). *Series de Horticultura Postcosecha*(8). Recuperado el Abril de 2017



- Carbajo, M. (2004). Sistemas alternativas a los fungicidas químicos para el control de *Penicillium digitatum* (Pers.) Sacc. en limón. Buenos Aires, Argentina. Recuperado el Junio de 2017
- Cárdenas, J. (2014). Control biológico de *Fusarium* en hortalizas de la parroquia San Joaquín. Tesis. Cuenca, Azuay, Ecuador.
- Ceiba. (2000). Manejo postcosecha de frutas y hortalizas. Granados. Recuperado el Julio de 2017
- Celis, Á., Mendoza, C., Pachón, M., Carddona, J., Delgado, W., & Cuca, L. (2008). Extractos vegetales utilizados como biocontroladores con énfasis en la familia Piperaceae. Una revisión. *Una revisión Agronomía Colombiana*, 26. Recuperado el Junio de 2017, de <http://www.redalyc.org/html/1803/180314729012/>
- Cepeda, M. (2009). El tomate rojo. Cultivo y control parasitológico. Recuperado el Junio de 2017, de <http://www.libreriadela.com/el-tomate-rojo-cultivo-y-control-parasitologico-editorial-trillas-9786071701633-agropecuario/p>
- Contreras, D., Arévalo, G., Becerril, E., Vázquez, M., & Escamilla, J. (2006). El impacto de la fruticultura sostenible en la postcosecha de frutos. Recuperado el Junio de 2007, de http://www.somas.org.mx/pdf/pdfs_libros/agriculturasostenible6/61/33.pdf
- Cultura Científica. (2013). *Armas enzimáticas contra ejércitos encapsulantes*. Obtenido de <https://culturacientifica.com/2013/05/03/armas-enzimaticas-contra-ejercitos-encapsulantes/>
- Defilippi, B. (2009). *Postcosecha de frutas y hortalizas*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- ElAgro. (2016). Agricultores le apuestan al cultivo de fresa. *El Agro*. Recuperado el Junio de 2017, de <http://www.revistaelagro.com/agricultores-le-apuestan-al-cultivo-de-fresas/>
- Ezziyyani, M., Pérez, C., Sid, A., Sid, Requena, M., & Candela, M. (2004). *Trichoderma jarzianum* como biofungicida para el biocontrol de *phytophthora capsici* en pantas de pimiento (*Capsicum annum* L.). *Anales de Biología*(26), 35-45. Recuperado el enero de 2017, de <https://www.scholar.google.com.ec>
- FAO. (1993). Prevención de pérdidas de alimentos poscosecha: fruta, hortalizas, raíces y tubérculos. Roma. Recuperado el febrero de 2017, de <http://www.fao.org>



- FAO. (2013). El cultivo de tomate con buenas prácticas agrícolas en la agricultura urbana y periurbana. *Publicaciones de la FAO*, 72. Recuperado el JUNIO de 2017, de <http://www.fao.org/3/a-i3359s.pdf>
- FAO. (Febrero de 2016). Pérdidas y desperdicios de alimentos en América Latina y el Caribe. 23. Obtenido de <http://www.eltelegrafo.com.ec/images/cms/DocumentosPDF/2016/INFORME-FAO.pdf>
- Fleming, A. (2015). *Apuntes de Biotecnología*. Obtenido de <http://apuntesbiotecnologiageneral.blogspot.com/2015/03/alexander-fleming-y-la-penicilina-como.html>
- France, A. (2013). Manejo de enfermedades en Frutilla. *Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilamapu*(262), 112. Recuperado el Junio de 2017, de <http://www.biblioteca.inia.cl/medios/quilamapu/boletines/NR39084.pdf>
- García, J., & Peña, F. (1999). Hortofruticultura en Michoacán e indicadores socioeconómicos en las principales regiones productoras, 1970-1995. *Economía y Sociedad*, 5, 23. Recuperado el Marzo de 2017, de http://www.economiaysociedad.umich.mx/ojs_ecosoc/index.php/ecosoc/article/view/226
- González, A. (2009). Diagnóstico y control de especies de *Aspergillus* productoras de ocratoxina A. Madrid. Recuperado el Junio de 2017, de <http://www.eprints.ucm.es/10545/1/T30977.pdf>
- Guédez, C., Cañizález, L., Castilho, C., & Olivares, R. (2009). Efecto antagónico de *Trichoderma harzianum* sobre algunos hongos patógenos postcosecha de la fresa (*Fragaria* spp). *Sociedad Venezolana de Microbiología*(29), 34-38. Recuperado el enero de 2017
- Hernández, A., Baños, S., & Velázquez, M. (2007). Propuesta de extractos vegetales para controlar enfermedades postcosecha hortofrutícolas. *Fitotecnica Mexicana*, 30(002), 119-123. Recuperado el marzo de 2017
- INIAP. (2015). Investigaciones en poscosecha realizadas por el INIAP acogen los mercados mayoristas de país. Ambato, Tungurahua. Recuperado el Junio de 2017, de http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com_content&view=article&id=651:investigaciones-en-poscosecha-realizadas-por-el-iniap-acogen-los-mercados-mayoristas-del-pais&catid=97&Itemid=208



- INIAP. (2017). *Manejo de enfermedades e insectos plagas de la mora de castilla (Rubus glaucus Benth)*. Obtenido de <https://www.flickr.com/photos/iniapecuador/8569205246>
- Kyanko, M., Russo, M., Fernández, M., & Pose, G. (2009). Efectividad del ácido peracético sobre la reducción de la carga de esporas en mohos causantes de pudrición poscosecha de frutas y hortalizas. *SciELO*, 21(4), 6. Recuperado el Junio de 2017, de http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642010000400016&script=sci_arttext
- Leiva, L. (2011). Manejo fitosanitario del cultivo de la mora (*Rubus glaucus bennth*) medidas para la temporada invernal. 32. Recuperado el Junio de 2017, de <http://www.conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/Manejo-fitosanitario-del-cultivo-de-la-mora.pdf>
- López, A., Mónica, V., Sánchez, M., Carmen, B., & Gallo, P. (2006). Evaluación de extractos vegetales para manejo de hongos patógenos en banano y fresa almacenada. *Red de revistas científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*. Recuperado el Julio de 2017
- López, J. (Septiembre de 2000). Manejo poscosecha de frutas y hortalizas. 84. Recuperado el marzo de 2017
- MAGAP. (2013). La mora de Castilla. 13. Recuperado el junio de 2017, de <http://balcon.magap.gob.ec/mag01/magapaldia/HOMBRO%20A%20HOMBRO/manuales/Manual%20El%20cultivo%20de%20la%20%20mora.pdf>
- Masahisa, D. (2002). *Fitoquímica Orgánica* (Segunda ed.). Caracas, Venezuela. Recuperado el Junio de 2017, de https://www.books.google.com.ec/books?id=hPkjgPwXD-QC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Méndez, L. (2015). *Departamento de microbiología y parasitología - recursos en micología*. Obtenido de Universidad Nacional Autónoma de México: <http://www.facmed.unam.mx/deptos/microbiologia/micologia/aspergilosis.html>
- Méndez, S., & Mondino, P. (noviembre de 1999). Control biológico postcosecha en Uruguay. *Horticultura Internacional*(26). Recuperado el enero de 2017
- Merchán, J., Ferrucho, R., & Álvarez, J. (2014). Efecto de dos cepas de *Trichoderma* en el control de *Botrytis cinerea* y la calidad del fruto en fresa (*Fragaria sp.*). *Revista Colombiana de ciencias hortícolas*, 8(1), 44-56. Recuperado el Junio de 2017



- Mondino, P. (1999). Control biológico postcosecha. Uruguay. Recuperado el Abril de 2017
- Moreno, K. (2012). Evaluación de extractos antifúngicos para el control de los hongos postcosecha *Penicillium expansum* y *Botrytis cinerea* en frutas de manzana (*Malus domestica*). México. Recuperado el 2017
- Narayanasamy, P. (2006). Postharvest pathogens and disease management. Recuperado el 2017
- Neira, M. (2010). Estudio fitofarmacológico del manejo del Oídio (*Oidium* sp.), Trips (*Frankliniella occidentalis*) y pulgones (*Myzus* sp.), en rosas de exportación con la utilización de extractos vegetales. Nevado Ecuador S.A. 228. Ambato, Ecuador. Recuperado el enero de 2017
- Parisi, M. (2012). *Cuantificación de las causas de pérdidas poscosecha en el comercio de fresa en Brasil*. Recuperado el Junio de 2017, de Poscosecha frutas, hortalizas y ornamentales:
http://www.poscosecha.com/es/noticias/cuantificacion-de-las-causas-de-perdidas-poscosecha-en-el-comercio-de-fresa-en-brasil/_id:79294/
- PROECUADOR. (2016). Perfil sectorial de frutas no tradicionales 2016. 19. Recuperado el marzo de 2017, de <http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2016/04/PERFIL-FRUTAS-NO-TRADICIONALES.pdf>
- Rodríguez, A. (2008). Caracterización de distintos Péptidos Antimicrobianos con actividad frente a hongos Fitopatógenos de interés Agroalimentario. Madriz. Recuperado el Junio de 2017
- Sánchez, J., & Orrego, A. (2006). Alternativas de control de *Penicillium digitatum* (pers.:fr) Sacc. con diferentes concentraciones de hipoclorito de sodio y ácido láctico en frutos cítricos cosechados. *Investigación Agraria*, 8(2), 4. Recuperado el Junio de 2017, de <http://www.agr.una.py/revista/index.php/ria/article/view/98/94>
- Telégrafo. (2013). El mal uso de químicos afecta a la naturaleza. Recuperado el Junio de 2017, de <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/8/el-mal-uso-de-quimicos-afecta-a-la-naturaleza>
- Undurraga, P., & Vargas, S. (2013). Manual de frutilla. *Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilamapu*(262), 112. Recuperado el Junio de 2017
- Vero, S., & Mondino, P. (1999). Control biológico de patógenos en plantas. Recuperado el Junio de 2017



Wills, R., Lee, T., McGalsson, W., Gall, E., & Graham, D. (1984). Fisiología y manipulación de frutas y hortalizas post-recolección. España: Acribia.
Recuperado el Julio de 2017



ANEXOS

Anexo 1

Tabla 10. Análisis de varianza de las variables estudiadas para el control en post-cosecha de tomate.

ANOVA DE UN FACTOR

| | | Suma de cuadrados | Gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|---|--------------|-------------------|----|------------------|-------|------|
| % de Frutos sanos | Inter-grupos | ,393 | 4 | ,098 | 7,074 | ,000 |
| | Intra-grupos | ,417 | 30 | ,014 | | |
| | Total | ,811 | 34 | | | |
| % de Frutos con signos de fungosis | Inter-grupos | ,393 | 4 | ,098 | 7,074 | ,000 |
| | Intra-grupos | ,417 | 30 | ,014 | | |
| | Total | ,811 | 34 | | | |
| Días de aparecimientos de frutos con síntomas de fungosis | Inter-grupos | 47,314 | 4 | 11,829 | ,815 | ,526 |
| | Intra-grupos | 435,429 | 30 | 14,514 | | |
| | Total | 482,743 | 34 | | | |



Anexo 2

Tabla 11. Calculo del Beneficio/Costo para extracto de hierbabuena.

| COSTOS DE PRODUCCIÓN | | | | | | |
|--|--------------|-----------------|----------------------|----------------------------|--------------|---------------|
| Extracto: Hierbabuena | | | Provincia: Azuay | | | |
| Ciclo de producción: 30 días | | | Cantidad (ml) 400,00 | | | |
| COSTOS VARIABLES | | | | | | |
| Fases y actividades | Nombre | Unidad | Cantidad | Precio Unit. USD | Subtotal USD | |
| Obtención de materia prima | | | | | | 66,70 |
| Hierbabuena | | kg | 15 | 1,50 | 22,50 | |
| Botellas ambar | | unidad | 8 | 1,90 | 15,20 | |
| Metanol | | galón | 2 | 7,00 | 14,00 | |
| Materiales varios | | | 1 | 15,00 | 15,00 | |
| Subtotal Costos Variables | | | | | | 66,70 |
| COSTOS FIJOS | | | | | | |
| Nombre | | Unidad | Cantidad | Precio Unit. USD | Total USD | |
| - Administración | | % | 1,00 | | 0,67 | |
| - Arrendamiento equipos | | \$ | 1,00 | 50,00 | 50,00 | |
| - Interés de capital | | % | 8,00 | | 2,22 | |
| - Imprevistos | | % | 4,00 | | 2,67 | |
| - Servicios básicos | | \$ | 1,00 | 70,00 | 70,00 | |
| Subtotal Costos Fijos | | | | | | 125,56 |
| COSTO TOTAL | | | | | | 192,26 |
| ANÁLISIS BENEFICIO/COSTO | | | | | | |
| ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN Y PRECIOS DE VENTA | | | | ANÁLISIS FINANCIERO | | |
| Productos | % | Producción (ml) | Precio (ml) | | | |
| Extracto | 95,0 | 380,0 | 0,51 | - Costo Unitario (\$/ml): | 0,48 | |
| | 5,0 | 20,0 | - | - Ingreso Bruto (\$/ml): | 193,80 | |
| | | | | - Ingreso Neto (\$/ml): | 1,54 | |
| | | | | - Rentabilidad Simple (%): | 0,80 | |
| | | | | - Beneficio/Costo: | 1,01 | |
| Total de Producción: | 100,0 | 400,00 | | | | |
| Punto de Equilibrio: | | 396,82 | 0,48 | | | |

Anexo 3

Tabla 12. Calculo del Beneficio/Costo para extracto de hierba luisa.

| COSTOS DE PRODUCCIÓN | | | | | | |
|--|--------------|-----------------|----------------------|----------------------------|--------------|---------------|
| Extracto: Hierba Luisa | | | Provincia: Azuay | | | |
| Ciclo de producción: 30 días | | | Cantidad (ml) 600,00 | | | |
| COSTOS VARIABLES | | | | | | |
| Fases y actividades | Nombre | Unidad | Cantidad | Precio Unit. USD | Subtotal USD | |
| Obtención de materia prima | | | | | | 68,20 |
| Hierba luisa | | kg | 15 | 1,60 | 24,00 | |
| Botellas ambar | | unidad | 8 | 1,90 | 15,20 | |
| Metanol | | galón | 2 | 7,00 | 14,00 | |
| Materiales varios | | | 1 | 15,00 | 15,00 | |
| Subtotal Costos Variables | | | | | | 68,20 |
| COSTOS FIJOS | | | | | | |
| Nombre | | Unidad | Cantidad | Precio Unit. USD | Total USD | |
| - Administración | | % | 1,00 | | 0,68 | |
| - Arrendamiento equipos | | \$ | 1,00 | 50,00 | 50,00 | |
| - Interés de capital | | % | 8,00 | | 2,27 | |
| - Imprevistos | | % | 4,00 | | 2,73 | |
| - Servicios básicos | | \$ | 1,00 | 70,00 | 70,00 | |
| Subtotal Costos Fijos | | | | | | 125,68 |
| COSTO TOTAL | | | | | | 193,88 |
| ANÁLISIS BENEFICIO/COSTO | | | | | | |
| ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN Y PRECIOS DE VENTA | | | | ANÁLISIS FINANCIERO | | |
| Productos | % | Producción (ml) | Precio (ml) | | | |
| Extracto | 95,0 | 570,0 | 0,34 | - Costo Unitario (\$/ml): | 0,32 | |
| | 5,0 | 30,0 | - | - Ingreso Bruto (\$/ml): | 193,80 | |
| | | | | - Ingreso Neto (\$/ml): | -0,08 | |
| | | | | - Rentabilidad Simple (%): | -0,04 | |
| | | | | - Beneficio/Costo: | 1,00 | |
| Total de Producción: | 100,0 | 600,00 | | | | |
| Punto de Equilibrio: | | 600,26 | 0,32 | | | |

Anexo 4

Recepción de hierba luisa y hierbabuena para realizar el extracto



Anexo 5

Deshidratación de materia verde



Anexo 6

Trituración, pesado y envasado de hierba luisa





Anexo 7

Extracción del solvente con el rota vapor



Anexo 8

Adquisición de tomate, fresa y mora de cosecha en huerto de agricultores



Anexo 9

Aplicación de tratamientos en estudio



Anexo 10

Hongos Aspergillus, Botrytis, Penicillium para la inoculación en frutas post-cosecha.



Anexo 11

Inoculación de Aspergillus, Botrytis y Penicillium en frutos de tomate, fresa y mora.

