



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



**ESCUELA DE INGENIERÍA PARA EL DESARROLLO
AGROINDUSTRIAL**

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

TESIS DE GRADO

PREVIO LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

TEMA:

Evaluación del uso de aceite esencial *Cymbopogon Citratus* Stapf (hierba luisa) en la conservación y almacenamiento de tres frutos de consumo masivo del mercado central del cantón Quevedo.

AUTOR:

Grecia Mora Silva

DIRECTOR:

Ing. M.Sc. Flor Marina Fon Fay

QUEVEDO

2012

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA PARA EL DESARROLLO AGROINDUSTRIAL

TESIS DE GRADO PRESENTADA A LOS MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERA AGROINDUSTRIAL

Título de tesis:

EVALUACIÓN DEL USO DE ACEITE ESENCIAL *Cymbopogon Citratus* Stapf (HIERBA LUISA) EN LA CONSERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE TRES FRUTOS DE CONSUMO MASIVO DEL MERCADO CENTRAL DEL CANTÓN QUEVEDO

APROBADA:

Ing. M.Sc. Sonia Barzola Miranda
MIEMBRO DE TRIBUNAL

Ing. M.Sc. Rodrigo Armas Cajas
MIEMBRO DE TRIBUNAL

Lcdo. M.Sc. Segundo Cabrera V.
MIEMBRO DE TRIBUNAL

RESPONSABILIDAD

Las ideas, conceptos, procedimientos y resultados del presente trabajo de tesis titulada **“EVALUACIÓN DEL USO DE ACEITE ESENCIAL *Cymbopogon Citratus* Stapf (HIERBA LUISA) EN LA CONSERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE TRES FRUTOS DE CONSUMO MASIVO DEL MERCADO CENTRAL DEL CANTÓN QUEVEDO”**, son de exclusiva responsabilidad del autor y pertenece exclusivamente al mismo.

Atentamente,

Grecia Mora Silva

CERTIFICACIÓN

La investigación la Srta. Grecia Mora Silva, cumplió con los aspectos normales, técnicos y reglamentarios establecidos, conforme queda documentado.

Por lo tanto apruebo la impresión y presentación de este trabajo para los fines legales pertinentes.

Ing. M.Sc. Flor Marina Fon Fay
DIRECTORA DE TESIS



Universidad Técnica Estatal de Quevedo Facultad de Ciencias de la Ingeniería



Teléfonos: (593-05) 2750320 – 2751430 – 2753302
Fax: (593-05) 2753300 – 2753303

Quevedo – Los Ríos – Ecuador
Km. 1.5 vía a Quito

CASILLAS:
Guayaquil: 10672
Quevedo: 73

CERTIFICADO

El suscrito Ing. M.Sc. Flor Marina Fon Fay, docente de la Facultad de Ciencia de la Ingeniería de la Universidad Técnica Estatal De Quevedo, certifica:

Que la tesis titulado **“EVALUACIÓN DEL USO DE ACEITE ESENCIAL Cymbopogon Citratus Stapf (HIERBA LUISA) EN LA CONSERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE TRES FRUTOS DE CONSUMO MASIVO DEL MERCADO CENTRAL DEL CANTÓN QUEVEDO”**, de la señorita **Grecia Mora Silva**, ha sido revisado y cumple con los requisitos reglamentarios, por los que se autoriza, para que continúe con el trámite pertinente.

Quevedo, 26 de Diciembre del 2012

Atentamente

Ing. M.Sc. Flor Marina Fon Fay
DIRECTOR DE TESIS



Universidad Técnica Estatal de Quevedo Facultad de Ciencias de la Ingeniería



Teléfonos: (593-05) 2750320 – 2751430 – 2753302
Fax: (593-05) 2753300 – 2753303

Quevedo – Los Ríos – Ecuador
Km. 1.5 vía a Quito

CASILLAS:
Guayaquil: 10672
Quevedo: 73

CERTIFICADO

El suscrito Ing. M.Sc. Sonia Barzola M, docente de la Facultad de Ciencia de la Ingeniería de la Universidad Técnica Estatal De Quevedo, certifica:

Que la tesis titulado, **EVALUACIÓN DEL USO DE ACEITE ESENCIAL Cymbopogon Citratus Stapf (HIERBA LUISA) EN LA CONSERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE TRES FRUTOS DE CONSUMO MASIVO DEL MERCADO CENTRAL DEL CANTÓN QUEVEDO**, de la señorita **Grecia Mora Silva**, ha sido revisado y cumple con los requisitos reglamentarios, por los que se autoriza, para que continúe con el trámite pertinente.

Quevedo, 26 de Diciembre del 2012

Atentamente

Ing. M.Sc. Sonia Barzola M.
PRESIDENTA DE TRIBUNAL



Universidad Técnica Estatal de Quevedo Facultad de Ciencias de la Ingeniería



Teléfonos: (593-05) 2750320 – 2751430 – 2753302
Fax: (593-05) 2753300 – 2753303

Quevedo – Los Ríos – Ecuador
Km. 1.5 vía a Quito

CASILLAS:
Guayaquil: 10672
Quevedo: 73

CERTIFICADO

El suscrito Ing. M.Sc. Rodrigo Armas Cajas, docente de la Facultad de Ciencia de la Ingeniería de la Universidad Técnica Estatal De Quevedo, certifica:

Que la tesis titulado, **EVALUACIÓN DEL USO DE ACEITE ESENCIAL Cymbopogon Citratus Stapf (HIERBA LUISA) EN LA CONSERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE TRES FRUTOS DE CONSUMO MASIVO DE MERCADO CENTRAL DEL CANTÓN QUEVEDO**, de la señorita **Grecia Mora Silva**, ha sido revisado y cumple con los requisitos reglamentarios, por los que se autoriza, para que continúe con el trámite pertinente.

Quevedo, 26 de Diciembre del 2012

Atentamente

Ing. M.Sc. Rodrigo Armas Cajas.
MIEMBRO DE TRIBUNAL



Universidad Técnica Estatal de Quevedo Facultad de Ciencias de la Ingeniería



Teléfonos: (593-05) 2750320 – 2751430 – 2753302
Fax: (593-05) 2753300 – 2753303

Quevedo – Los Ríos – Ecuador
Km. 1.5 vía a Quito

CASILLAS:
Guayaquil: 10672
Quevedo: 73

CERTIFICADO

El suscrito Lcdo. M.Sc. Segundo Cabrera V, docente de la Facultad de Ciencia de la Ingeniería de la Universidad Técnica Estatal De Quevedo, certifica:

Que la tesis titulado, **EVALUACIÓN DEL USO DE ACEITE ESENCIAL *Cymbopogon Citratus* Stapf (HIERBA LUISA) EN LA CONSERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE TRES FRUTOS DE CONSUMO MASIVO DEL MERCADO CENTRAL DEL CANTÓN QUEVEDO**, de la señorita **Grecia Mora Silva**, ha sido revisado y cumple con los requisitos reglamentarios, por los que se autoriza, para que continúe con el trámite pertinente.

Quevedo, 26 de Diciembre del 2012

Atentamente

Lcdo. M.Sc. Segundo Cabrera V.
MIEMBRO DE TRIBUNAL

DEDICATORIA

A mis padres:

*Ángel Mora Segura por ser
padre y madre en todo
momento, por su esfuerzo,
dedicación, amor, siendo
pilar fundamentales en mi
educación y sobre todo por
ser mi súper héroe.*

*Narcisa Silva Arteaga por ser
la madre que camina a mi
lado cada día, aunque no la
vea.*

*A mi hermano, Washington
Mora, por ser el ejemplo de
hijo a seguir, por su
paciencia y su gran apoyo
que día a día me brinda.*

Grecia Mora Silva

AGRADECIMIENTO

A Dios quien me ilumina y llena mi vida de paz en los momentos más difíciles.

A mis padres Ángel y Narcisa, a mis hermanos Wacho, Jandry, Isabel y Antonella, a mis sobrinos Maylin y Jostin, por ser parte de mí, con quienes he compartidos alegrías y tristezas, ayudándome a superar mis obstáculos y seguir adelante.

Agradezco a la “Universidad Técnica Estatal de Quevedo” y sus docentes por abrirme sus puertas y por formarme profesionalmente.

Al Ing. Byron Oviedo, quien con su ayuda no hubiera sido posible esta investigación.

A la Ing. Flor Marina Fon Fay, directora de tesis, por brindarme su amistad y apoyo incondicional durante todo este tiempo.

A mi tribunal de tesis la Ing. Sonia Barzola, Ing. Rodrigo Armas y al Lcdo. Segundo Cabrera, por su gran apoyo y colaboración.

A Ing. Mag. Pablo Ramos Corrales, Ing. Washington Mora, Ing. Jaime Vera, quienes me asesoraron a lo largo de esta investigación con sus sabios conocimientos y aclarando cada una de mis dudas.

A mi prima Ligia Hurtado y a mis amigas, Anita Ampuño, Carmen Moncayo, Fátima Alarcón, Karla Morales, quienes han caminado junto a mí, apoyándome de una u otra manera para conseguir esta meta.

A Johanna Montecé, Tatiana Silva y Wendy Pacheco, quienes han estado a mi lado la mayor parte de mi vida, les agradezco por el pequeño empujoncito que me daban cada día, más que mis mejores amigas son como mis hermanas.

SIGLAS

- **IICA:** Instituto Internacional de Cooperación para la Agricultura
- **INEN:** Instituto ecuatoriano de normalización
- **ITESM:** Instituto Tecnológico y de Estudios Superior de Monterrey
- **SE:** Secretaría de Economía
- **UTEQ:** Universidad Técnica Estatal de Quevedo

SIMBOLOGÍA

- **AE:** Aceite Esencial
- **AH:** Aguacate Hongo
- **BH:** Banano Hongo
- **°C:** Grados Celsius
- **CM:** Cuadrados medios
- **C.V:** Coeficiente de variación
- **G.L:** Grados de libertad
- **g:** Gramos
- **H₀:** Hipótesis nula
- **H₁:** Hipótesis alternativa
- **gL:** Grados de libertad
- **mg:** Miligramo
- **mL:** Mililitro
- **mm:** Milímetros
- **PDA:** Potato Dextrose Agar
- **pH:** Potencial de Hidrógeno
- **ppm:** Partes por millón
- **SC:** Suma de cuadrados
- **T:** Tratamientos
- **%:** Porcentaje

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Portada	i
Aprobación	ii
Responsabilidad.....	iii
Certificación	iv
Certificado UTEQ	v
Dedicatoria	ix
Agradecimiento	x
Siglas	xi
Simbología	xii
Índice general.....	xiii
Índice de tabla.....	xviii
Índice de cuadro.....	xix
Índice de anexos	xxi
Resumen.....	xxiii
Summary.....	xxiv
Introducción.....	xxv
CAPITULO I	
1 PROBLEMATIZACIÓN	27
1.1 Antecedentes	27
1.2 Diagnóstico	3
1.3 Formulación del problema.....	4
1.4 Sistematización del problema	4
1.5 Justificación	4
1.6 Objetivos	6
1.6.1 Objetivo General	6

1.6.2	Objetivos Específicos	6
1.7	Hipótesis	7
1.7.1	Hipótesis Nula	7
1.7.2	Hipótesis Alternativa	7
1.8	Variables e indicadores.....	8
CAPITULO II		
2	MARCO TEÓRICO	9
2.1	Musa paradisiaca L. (Banano)	9
2.1.1	Generalidades	9
2.1.2	Origen	9
2.1.3	Información taxonomía.....	10
2.1.4	Características botánicas	10
2.1.5	Composición química y características nutricionales	11
2.1.6	Manejo de cosecha y poscosecha del banano.....	11
2.1.7	Almacenamiento en condiciones ambientales del banano.....	15
2.1.8	Enfermedades de poscosecha del banano	15
2.2	Carica papaya L. (Papaya)	16
2.3	Generalidades.....	16
2.3.1	Origen	16
2.3.2	Información taxonómica	17
2.3.3	Características botánicas	17
2.3.4	Características nutricionales y composición química	18
2.3.5	Manejo de cosecha y poscosecha de la papaya.....	19
2.3.6	Almacenamiento en condiciones ambientales de la papaya	21
2.3.7	Enfermedades de poscosecha de la papaya	22
2.4	<i>Persea americana</i> (Aguacate)	22
2.4.1	Generalidades	22

2.4.2	Origen	23
2.4.3	Información taxonomía.....	23
2.4.4	Características botánicas del aguacate.....	24
2.4.5	Características nutricionales y composición química	25
2.4.6	Manejo de cosecha y poscosecha del aguacate	26
2.4.7	Almacenamiento en condiciones ambientales del aguacate	28
2.4.8	Enfermedades de poscosecha del aguacate	29
2.5	Conservación de los alimentos	30
2.5.1	Principales causas del deterioro de los alimentos.....	30
2.5.2	Clasificación de los conservantes según su toxicidad.....	31
2.5.3	Conservantes químicos.....	31
2.5.4	Conservantes naturales	32
2.6	Aceite esencial.....	33
2.6.1	Generalidades.....	33
2.6.2	Origen	33
2.6.3	Clasificación de los aceites esenciales	34
2.6.4	Localización de aceite esencial.....	35
2.6.5	Extracción	35
2.6.6	Función	35
2.6.7	Control de calidad de aceites esenciales	36
2.6.8	Métodos para evaluar la actividad antimicrobiana	36
2.7	Hierba Luisa.....	37
2.7.1	Descripción de la Planta.....	37
2.7.2	Origen	37
2.7.3	Composición química.....	38
2.7.4	Información taxonomía.....	38
2.7.5	Usos.....	39

2.8	Aceite esencial de hierba luisa.....	39
2.8.1	Descripción	39
2.8.2	Conservación	39
2.8.3	Principios activos	40
2.8.4	Uso del aceite esencial de hierba luisa	40
2.9	Microorganismos.....	40
2.9.1	Generalidades	40
2.9.2	Clasificación	41
2.9.3	Tipos de microorganismos	41
2.9.4	Alteraciones microbianas de las frutas por microorganismos	42
CAPITULO III		
3	MATERIALES Y MÉTODOS	48
3.1	Materiales	48
3.1.1	Materia prima	48
3.1.2	Reactivos	48
3.1.3	Equipos	48
3.1.4	Materiales de vidrio	49
3.1.5	Materiales otros.....	49
3.1.6	Equipos de protección.....	49
3.2	Métodos	50
3.2.1	Ubicación	50
3.2.2	Ubicación Geográfica del cantón Quevedo.	50
3.3	Fase experimental	50
3.3.1	Factor de estudio	50
3.3.2	Tratamientos	50
3.3.3	Diseño experimental	51
3.3.4	Modelo matemático	51

3.3.5	Análisis estadístico.....	51
3.3.6	Análisis funcional	52
3.3.7	Métodos específicos y manejo de la investigación.....	52
3.3.8	Determinación de los Hongos causantes de la pudrición.....	52
1.3.8.1.	Preparación del medio de cultivo PDA.....	52
1.3.8.2.	Aislamiento de hongos presentes en las frutas de estudio	53
1.3.8.3.	Identificación de hongos causantes de la pudrición de las frutas.....	53
3.3.9	Preparación del medio de cultivo PDA con diferentes concentraciones de aceite esencial de hierba luisa.	53
3.3.10	Determinación in vitro de las propiedades antifúngicas del aceite esencial de hieba luisa.	54
3.3.11	Determinación de la actividad antimicrobiana del aceite esencial <i>Cymbopogon Citratus</i> Stapf (hieba luisa) in vivo, por el método de inmersión.....	55
3.3.12	Variables e indicadores que se evaluaron.....	56
CAPITULO IV		
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	57
4.1	Identificación de hongos presentes en tres frutas comerciales (banano, papaya y aguacate)	57
4.2	Dinamismo anti fúngico del aceite esencial de <i>Cymbopogum</i> <i>Citratus</i> Stapf (hierba luisa) in vitro.	57
4.3	Análisis sensorial	63
4.4	Determinación de pH	66
CAPITULO V		
5	CONCLUSIONES.....	67
CAPITULO VI		
6	RECOMENDACIONES.....	69
CAPITULO VI		

7 BIBLIOGRAFÍA.....	70
---------------------	----

GLOSARIO	79
----------------	----

ANEXOS	83
--------------	----

INDICE DE TABLA

	Pág.
Tabla N° 1	
Composición química del banano	11
Tabla N° 2	
Composición química de la papaya.	18
Tabla N° 3	
Composición química del aguacate	25

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro N° 1	
Factor de estudio	50
Cuadro N° 2	
Tratamientos	50
Cuadro N° 3	
Diseño Experimental	51
Cuadro N° 4	
Análisis estadístico	51
Cuadro N° 5	
Análisis del comportamiento in vitro de hongos presentes en Musa paradisíaca L. (Banano), Carica papaya L. (Papaya) y Persea americana (Aguacate) aplicando diferentes concentraciones de aceite esencial de Cymbopogum Citratus stapf (hierba luisa) a las 48 horas de siembra.	58
Cuadro N° 6	
Análisis del comportamiento in vitro de hongos presentes en Musa paradisíaca L. (Banano), Carica papaya L. (Papaya) y Persea americana (Aguacate) aplicando diferentes concentraciones de aceite esencial de Cymbopogum Citratus stapf (hierba luisa) a las 96 horas de siembra.	59
Cuadro N° 7	

Análisis del comportamiento in vitro de hongos presentes en Musa paradisiaca L. (Banano), Carica papaya L. (Papaya) y Persea americana (Aguacate) aplicando diferentes concentraciones de aceite esencial de Cymbopogon Citratus Stapf (hierba luisa) a las 144 horas de siembra.	60
--	----

Cuadro N° 8

Análisis del comportamiento in vitro de hongos presentes en Musa paradisiaca L. (Banano), Carica papaya L. (Papaya) y Persea americana (Aguacate) aplicando diferentes concentraciones de aceite esencial de Cymbopogon Citratus Stapf (hierba luisa) a las 192 horas de siembra	61
--	----

Cuadro N° 9

Análisis del comportamiento in vitro de hongos presentes en Musa paradisiaca L. (Banano), Carica papaya L. (Papaya) y Persea americana (Aguacate) aplicando diferentes concentraciones de aceite esencial de Cymbopogon Citratus Stapf (hierba luisa) a las 240 horas de siembra.	62
--	----

Cuadro N° 10

Resultados obtenidos primer día del análisis organoléptico del banano, papaya y aguacate, sumergido en aceite esencial <i>C. citratus</i>	63
--	----

Cuadro N° 11

Resultados obtenidos tercer día del análisis organoléptico del banano, papaya y aguacate, sumergido en aceite esencial <i>C. citratus</i>	64
--	----

Cuadro N° 12

Resultados obtenidos quinto día del análisis organoléptico del banano, papaya y aguacate, sumergido en aceite esencial <i>C. citratus</i>	65
--	----

Cuadro N° 13

Resultados obtenidos séptimo día del análisis organoléptico del banano, papaya y aguacate, sumergido en aceite esencial C. citratus.	65
---	----

Cuadro N° 14

Medición de pH en el lapso de 7 días de evaluación con y sin aceite esencial de C. citratus stapf	66
---	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Pág.

Anexo N° 1

Figura 1.1 Índice de madurez banano.....	83
Figura 1.2 Índice de madurez papaya.....	83
Figura 1.3 Índice de madurez aguacate	83
Tabla 2.1 Resultados del análisis de varianza del comportamiento in vitro de hongos a las 48 horas de siembra	84

Anexo N° 2

Tabla 2.2 Resultados del análisis de varianza del comportamiento in vitro de hongos a las 96 horas de siembra	85
Tabla 2.3 Resultados del análisis de varianza del comportamiento in vitro de hongos a las 144 horas de siembra	86
Tabla 2.4 Resultados del análisis de varianza del comportamiento in vitro de hongos a las 192 horas de siembra	87
Tabla 2.5 Resultados del análisis de varianza del comportamiento in vitro de hongos a las 240 horas de siembra	88

Anexo N° 3

Tabla 3.1 Resultados organolépticos del análisis de varianza in vivo en el primer día.....	89
Tabla 3.2 Resultados organolépticos del análisis de varianza in vivo en el tercer día.....	90

Tabla 3.3 Resultados organolépticos del análisis de varianza in vivo en el quinto día	91
Tabla 3.4 Resultados organolépticos del análisis de varianza in vivo en el séptimo día.	92

Anexo N° 4

Norma Inen de pH.....	¡Error! Marcador no definido.
-----------------------	--------------------------------------

Anexo N° 5

Imágenes 5.1 Identificación de hongos encontrados el banano, papaya y aguacate	93
Imagen 5.2 Análisis in vitro la propiedad anti fúngica del aceite esencial de <i>Cymbopogon citratus</i> Stap (Hierba luisa).....	96
Imagen 5.3 Determinar la actividad anti fúngica del aceite esencial de <i>Cymbopogon citratus</i> Stap (Hierba luisa), “in vivo” por el método de inmersión en tres frutos de consumo masivo.	97

RESUMEN

En proyectos agroindustriales están orientados al uso racional de los recursos naturales para la obtención de productos, con la práctica de agentes conservadores naturales para la industria alimentaria, que garantice la conservación de las frutas, evitando las pérdidas en post cosecha orientados especialmente a efectos antimicrobianos y evitar la transmisión de enfermedades por vía alimentaria. La aplicación de conservantes químicos que afectan al consumidor y al medio ambiente es uno de los problemas de hoy en día, por eso se están ejecutando investigaciones donde se utilizan productos orgánicos que garanticen su efectividad para disminuir la degradación en las frutas frescas y reducir el desarrollo de hongos, alargando la vida de las mismas, además, con la conservación se incrementará el tiempo de almacenamiento incidiendo en mejorar la comercialización e incrementando los ingresos económicos. El objetivo de este trabajo es evaluar el uso de aceite esencial (AE) *Cymbopogon citratus* Stapf “Hierba luisa” en la conservación y almacenamiento de tres frutos de consumo masivo del mercado central del cantón Quevedo. Para este trabajo se utilizará colonias aisladas desde la fruta en descomposición, las cuales serán aisladas y purificadas en medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA), una vez aisladas las colonias serán incubadas por 7 días tiempo suficiente para su maduración. Ya cumplido su estado maduro se procede al ensayo in vitro donde se someten las colonias identificadas a diferentes concentraciones de aceite esencial (125, 250, 500 ppm) más el testigo. Donde se medirá diariamente por 10 días, viendo la efectividad del AE en los hongos sembrados. Teniendo los mejores resultados se determinó la eficiencia del AE in vivo donde se utilizó la frutas frescas (Banano, Papaya y Aguacate), las cuales fueron sumergidas en concentración de 500 ppm

y evaluadas cada 48 horas por 7 días. Los hongos identificados son (Musa paradisiaca L.: *Cladosporium*, *Colletotrichium* sp, *Fusarium*¹ y *Fusarium*²; Carica papaya L.: *Penicillium*¹ sp, *Cladosporium* sp, *Penicillium*² y *Fusarium* sp ; *Persea americana*: *Fusarium*¹ sp, *Gilmaniella* sp, *Fusarium*³ sp y *Fusarium*⁴ sp), Por otro lado, el mayor efecto se presentó en las concentraciones de 250 ppm y 500 ppm al ser evaluado a las 192 horas, siendo la concentración de 500 ppm para la fase in vivo. Esto nos permite aceptar la hipótesis nula ya que en ninguna de las frutas existió un efecto prolongado de vida.

SUMMARY

In industrial projects are oriented to the rational use of natural resources for the production of products, with the practice of natural preservatives for the food industry, to ensure the conservation of fruits and avoid post-harvest losses especially targeted antimicrobial effects and prevent disease transmission through food. The application of chemical preservatives affecting consumers and the environment is one of the problems today, so they are running investigations which use organic products to ensure their effectiveness in reducing the degradation of fresh fruits and reduce development fungi, extending the life of them, moreover, to conservation will increase the storage time stressing improving marketing and increasing income. The aim of this study was to evaluate the use of essential oil (AE) *Cymbopogon citratus* Stapf "verbena" in the conservation and storage of three fruits of the central market consumer Quevedo Canton. For this work we used the fruit colonies isolated from decomposing, which will be isolated and purified in culture medium Potato Dextrose Agar (PDA), once isolated the colonies are incubated for sufficient time 7 days for maturation. Fulfilled its mature state proceeds to the in vitro assay where colonies identified are subjected to different concentrations of essential oil (125, 250, 500 ppm) plus blank. Where was measured daily for 10 days seeing the effectiveness of AE in fungi planted. Taking the best results were determined in vivo efficiency AE was used where fresh fruits (banana, papaya and avocado) which were immersed in 500 ppm and evaluated every 48 hours for 7 days. Fungi are identified (Musa paradisiaca L.: *Cladosporium*, *Colletotrichium* sp, and *Fusarium*² *Fusarium*¹; Carica papaya L.: *Penicillium*¹ sp, *Cladosporium* sp, and *Fusarium* sp *Penicillium*²; *Persea*

americana: *Fusarium1* sp, sp *Gilmaniella*, *Fusarium3* *Fusarium4* sp and sp) Moreover, the largest effect occurred at concentrations of 250 ppm and 500 ppm when evaluated at 192 hours, the concentration of 500 ppm for the phase in vivo. This allows longer accept the null hypothesis that there was no fruit life prolonged effect.

PRELIMINARES DE LA INVESTIGACIÓN

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se están promoviendo proyectos agroindustriales orientados al uso racional de los recursos naturales de flora y fauna para la obtención de productos, así es el caso de los aceites esenciales que están desplazando a los productos sintéticos (Del Pozo, 2006).

Según (Campos, 2011), se están desarrollando investigaciones sobre estos aceites esenciales, orientados especialmente a sus efectos antimicrobianos, por la necesidad creciente de encontrar formas más eficaces contra muchos microorganismos que empiezan a desarrollar diferentes grados de resistencia.

El uso de agentes conservadores naturales para la industria alimentaria, es un modo eficaz, seguro que garantice la conservación de las frutas para evitar las pérdidas en post cosecha de las mismas y la transmisión de enfermedades por vía alimentaria, eludiendo así los problemas sanitarios de alimentos en mal estado que podría causar en quienes los ingieren (González, 2010).

La importancia de esta investigación es utilizar el aceite esencial de *Cymbopogon citratus* stapf (hierba luisa) como un potencial bioconservador para inhibir el crecimiento de microorganismo, evitar el deterioro y prolongando la vida en fresco del banano, papaya y aguacate, teniendo un efecto menos agresivo que los

productos químicos en el medio ambiente y generando menos costos para el consumidor.

Es necesario identificar los hongos y aislándolos, los mismos que arremeten contra las frutas y provocan su pudrición en estado natural, buscan alternativas que sean viables para productores, da la pauta, para evaluar la acción antifúngica del extracto del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* stapf (hierba luisa) “*in vivo*” por el método de inmersión, que beneficiará en el futuro a un gran número de productores y comerciantes, esto se dará a conocer como un método para combatir los agentes causales del deterioro por hongos presentes en diferentes frutos.

La hipótesis está planteada con el objetivo de que la actividad antifúngica del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* Stap (*Hierba luisa*), puede ser favorable para alargar la vida útil del banano, papaya y aguacate, en la conservación y el almacenamiento se determinará las característica físico-química y sensoriales de estas frutas.

Esta investigación ayudara a disminuir el uso de conservantes químicos que afectan al consumidor y al medio ambiente. Utilizando productos orgánicos que garanticen su efectividad para restringir la degradación en el desarrollo de hongos en las frutas frescas, alargando la vida de las mismas, además, con la conservación se incrementará el tiempo de almacenamiento, incidiendo en mejorar la comercialización e incrementando los ingresos económicos.

CAPITULO I

1 PROBLEMATIZACIÓN

1.1 Antecedentes

Se observó en el mercado central del Cantón Quevedo, un alto porcentaje de frutas atacadas por microorganismos, los mismos que deterioran las frutas con rapidez, situación que incide en los comerciantes y consumidores.

Los comerciantes desechan la fruta separándola a una distancia muy corta del lugar de expendio, originando un ciclo de contaminación afectando a la fruta en buen estado y a su vez medio ambiente.

Debido a las frutas contaminadas por microorganismo, se originan pérdidas económicas y los comerciantes se ven en la necesidad de elevar el precio de estas, impactando en la economía de la población y en la seguridad alimentaria.

Dentro de las frutas de mayor demanda son banano, papaya y aguacate, pero presentan la desventaja de ser susceptible al daño de patógenos.

Al encuestar a los comerciantes, que hacen para disminuir estas pérdidas, informaron que utilizan conservantes químicos,

Ecuador es el país líder mundial de la actividad bananera por más de 40 años. Esta actividad ha tenido y tiene gran influencia en el desarrollo del país, tanto desde el punto de vista económico como social. El banano ecuatoriano es

fundamental en el comercio mundial, porque Ecuador no sólo es el primer exportador con aproximadamente un 30% de la oferta mundial desde 1952, sino también es el segundo mayor productor de América Latina (Rodríguez, 2009).

En el caso de la papaya, en el Ecuador es una fruta de mucha tradición, aunque su cultivo a gran escala para la exportación no ha alcanzado un gran nivel. La papaya de variedad criolla tiene una amplia tradición de cultivo en los pequeños productores, actualmente la papaya hawaiana, es la variedad principal que se destina para la exportación.

Esta fruta se comercializa principalmente es estado fresco, destacando dos variedades: la “hawaiana” y la “maradol”, llamada también “mexicana” en el contexto internacional; a su vez, diversas industrias (farmacéutica, cervecera, cosméticos, enlatados, etc.) muestran un crecimiento constante en la demanda de este producto (ITESM, 2005).

El aguacate en el Ecuador, contiene en la mayor parte de su territorio, dependiendo de las regiones, podemos evidenciar las variedades de aguacate, ya que un factor primordial es la altura y el clima en que este se coseche. La producción del aguacate que se utiliza para la exportación es de 17.227,0 TM, siendo Pichincha la principal provincia proveedora de este fruto, con una producción de 12.860,0 TM y una superficie de 910,0 ha., seguida por Imbabura y Carchi con 2.083,0 y 1.296,0 TM respectivamente, en menores cantidades de producción tenemos a Tungurahua con 500,0 y Azuay con 488,0 TM (Vera, 2010).

El uso de los aromas y los aceites vegetales data de por lo menos 3500 años antes de Cristo y fueron utilizados sobre el cuerpo como elementos curativos, cicatrizantes, protectores de malos espíritus, y en los distintos rituales que se llevaban a cabo. Por ejemplo, era muy común que antes de una contienda los guerreros limpiaran y protegieran sus cuerpos de pequeños golpes, utilizando ramas de albahaca, con el fin de alejar los malos espíritus que creían que depositaban sus contrincantes en ellos (Paredes et al., 2010).

1.2 Diagnóstico

Una vez que el producto es cosechado, comienza de inmediato la senescencia, haciéndolo más sensible al deterioro microbiano. El grado y la velocidad del incremento de la población de microorganismos dependen del producto y las condiciones de almacenamiento (Bejarano et al., 2007).

Los hongos constituyen el grupo más importante entre los agentes causales de tipo infectivo que provocan enfermedades a las frutas. El número exacto de hongos fitopatógenos se desconoce, pero se estiman en un número superior a las diez mil especies, pertenecientes a diversas categorías taxonómicas (Lizcano, 2007).

Una de los principales defectos y pérdidas de la fruta en poscosecha es la acción de microorganismos. Se puede afirmar que los microorganismos son causa de deterioro grave y rápido de las frutas en cualquier momento de su vida, produciendo daños irreversibles, los cuales se detectan fácilmente por el cambio producido en una o más de sus características sensoriales, es decir su apariencia, aroma, color, sabor y textura (González, 2010).

Por el rápido deterioro de las frutas, los comerciantes se ven obligados constantemente a retirar las frutas dañadas para no contaminar todo el lote, produciendo grandes pérdidas económicas.

En este proyecto se considera el uso primordial del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* Stapf (hierva luisa) como agente anti fúngico en la utilización de tres frutos (banano, papaya y aguacate) que son de consumo masivo en el cantón Quevedo, mediante el empleo de formulaciones adecuadas

que puedan brindar al consumidor un producto alternativo, permitiendo mitigar la disgregación de los frutos.

1.3 Formulación del problema

¿El desconocimiento del uso de aceite esencial *Cymbopogon citratus* Stapf “Hierba luisa” como anti fúngico en la conservación y almacenamiento de frutas, conlleva a la utilización de algunas sustancias tóxicas para el consumidor?

1.4 Sistematización del problema

El desconocimiento de los hongos que afectan las frutas provocando su deterioro y acortando el tiempo de la conservación y del almacenamiento.

Es necesario establecer un protocolo adecuado del uso de aceite esencial *Cymbopogon citratus* Stap (Hierba luisa), para la actividad antimicrobiana en las frutas.

La fruta deteriorada por hongos se afecta sus propiedades sensoriales (color, olor y textura).

En la conservación y almacenamiento a temperatura ambiente, se alteran los parámetros físico-químicos de las frutas.

1.5 Justificación

Los frutos de consumo masivo son susceptibles en dos principales formas de deterioro: microbiológico y oxidativo, empleándose con mucha frecuencia nitritos y antioxidantes sintéticos para prevenir el daño ocasionado por las reacciones de oxidación y el crecimiento microbiano.

Los aceites esenciales, son metabolitos secundarios que forman las esencias odoríferas de un gran número de vegetales. Estos son líquidos volátiles, en su mayoría insolubles en agua, pero fácilmente solubles en alcohol, éter, aceites vegetales y minerales, esto genera una alternativa en la utilización de estos, y en especial por la creciente preferencia de productos orgánicos y la continúa preocupación del consumidor por preservar su salud.

El aceite de *Cymbopogon citratus* Stapf (hierba luisa) ha demostrado tener efectividad antimicrobiana frente a diferentes bacterias patógenas debido a que en su composición química se encuentra el citral.

Con este proyecto de tesis se propone una solución al problema del deterioro de las frutas en los mercados atacados por hongos, causando pérdidas socio económicas, en las investigaciones realizadas, se calcula que más del 20% de todos los alimentos producidos en el mundo se pierden por acción de los microorganismos.

Al investigar las concentraciones óptimas del aceite esencial *Cymbopogon citratus* Stap (Hierba luisa), como un inhibidor en el crecimiento de hongos, datos que aportarán a la elaboración de un protocolo el mismo que tributará a la construcción del conocimiento científico.

El conocimiento generado con la realización de esta investigación servirá como aporte al desarrollo de combinaciones en conservantes naturales (antimicrobiano), que puedan ser aplicados a productos alimenticios de origen vegetal, preferentemente orgánico, en las concentraciones necesarias para garantizar su inocuidad sin alterar sus propiedades nutricionales o sensoriales. Además, servirán como aporte a los planes y programas de desarrollo de cultivo, uso y comercialización de plantas medicinales y aromáticas que en el futuro se realizarán en la Universidad.

Esto permitirá obtener un beneficio que será factible, confiable, económico y de calidad que descartará el uso excesivo de productos químicos y al consumirlo no causará daño alguno a su salud.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo General

Evaluar el uso de aceite esencial *Cymbopogon citratus* Stapf “Hierba luisa” en la conservación y almacenamiento de tres frutos de consumo masivo del mercado central del cantón Quevedo.

1.6.2 Objetivos Específicos

- Determinar y aislar los hongos causantes de la pudrición del banano, papaya y aguacate.
- Evaluar “*in vitro*” la propiedad anti fúngica del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* Stapf (*Hierba luisa*).
- Determinar la actividad anti fúngica del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* Stapf (*Hierba luisa*), “*in vivo*” por el método de inmersión en tres frutos de consumo masivo.
- Analizar parámetro físico-químico del fruto en condición de almacenamiento a temperatura ambiente.

1.7 Hipótesis

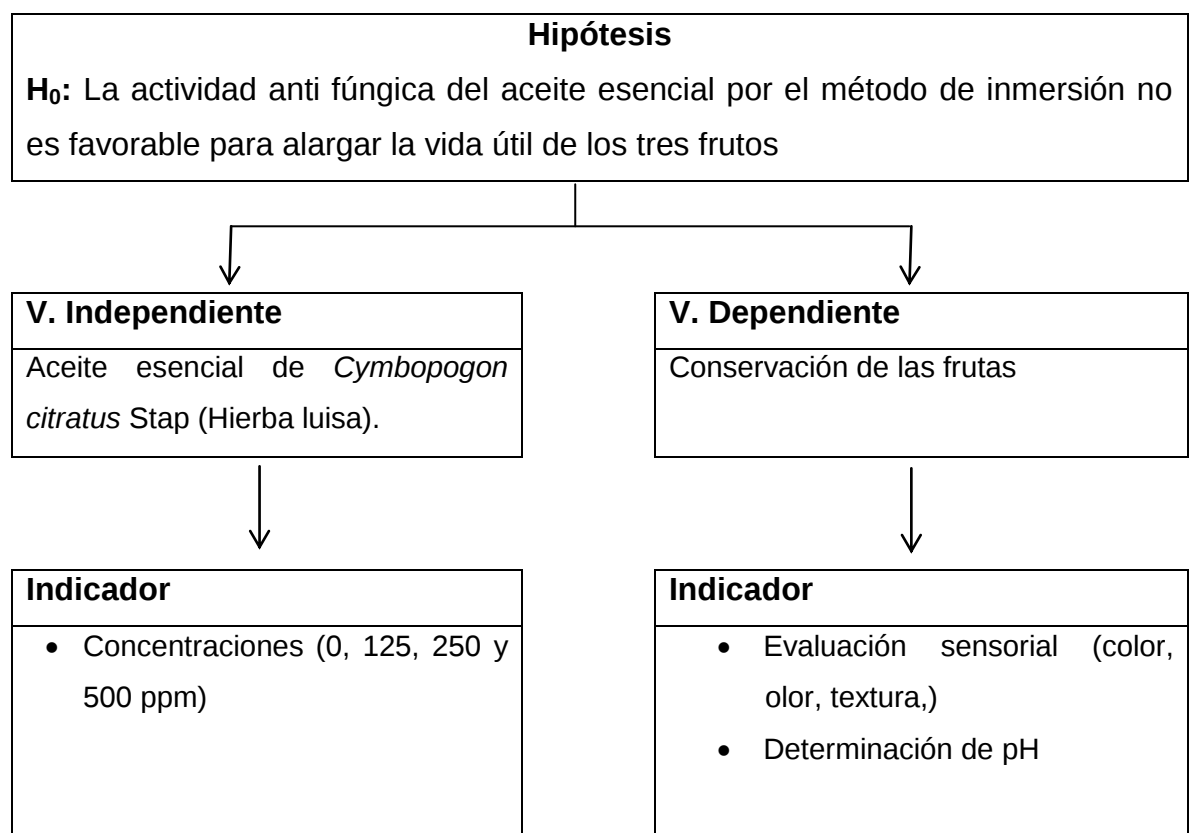
1.7.1 Hipótesis Nula

H₀: La actividad anti fúngica del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* Stap (Hierba luisa), “in vivo” por el método de inmersión no puede ser favorable para alargar la vida útil del banano, papaya y aguacate en la conservación y el almacenamiento.

1.7.2 Hipótesis Alternativa

H₁: La actividad anti fúngica del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* Stap (Hierba luisa), “in vivo” por el método de inmersión puede ser favorable para alargar la vida útil del banano, papaya y aguacate en la conservación y el almacenamiento.

1.8 Variables e indicadores



CAPITULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Musa paradisiaca L. (Banano)

2.1.1 Generalidades

Nombre común Plátano y científico Musa Paradisiaca. Fruta de origen tropical, forma oblonga. Pueden contener de 5 a 20 manos, cada una con 2 a 20 frutos; siendo su color amarillo verdoso o amarillo. A diferencia del plátano convencional se cultiva sin pesticidas, a base de métodos agrícolas tradicionales con escasos aditivos. La transición de cultivo convencional a orgánico, puede durar de 1 a 3 años por el cambio en manejos agronómicos (Ayudaproyecto, 2008)

El banano es una planta monocotiledónea perteneciente a la familia Musáceas, florece en las áreas húmedas de los trópicos. El primer fruto madura a las 12-14 semanas después de ser sembrado. La pulpa al madurar presenta un color crema. Este alimento es fresco, nutritivo y contiene elementos esenciales en una dieta balanceada, como: carbohidratos, proteínas, vitaminas A, complejo B y C, minerales tales como el potasio y el fósforo, entre otras grasas y azúcares naturales (Crespo., et al, 2009).

2.1.2 Origen

El banano y plátano tienen su origen en Asia meridional, conocidos en el Mediterráneo desde el año 650 d.C. La especie llegó a Canarias en el siglo XV y

desde allí fue llevado a América en el año 1516. El cultivo comercial se inicia en Canarias a finales del siglo XIX y principios del siglo XX (Ortega., et al, 2010).

2.1.3 Información taxonomía

Reino:	Vegetal
Clase:	Monocotiledóneas
Orden:	Scitaminales
Familia:	Musae
Género:	Musa
Especie:	Balbisiana AAA
Nombre científico:	Musa balbisiana
Nombre vulgar:	Banano
Nombre común:	Gross Michael
Fuente: (Leon., et al, 2002)	

2.1.4 Características botánicas

Según (Hernández., et al, 2009).

- **Árbol:** El tallo del plátano mide 2-5 m, y su altura puede alcanzar 8 m con las hojas.
- **Hojas:** Sus hojas erguidas, oblongas de 1 a 2 m de largo por 30-55 cm de ancho, redondeadas en el ápice y en la base, cara superior verde claro y con envés más tenue.
- **Flores:** Su inflorescencia colgante mide de 1 a 1,5 m, con brácteas violáceas de 15 a 30 cm de largo, persistentes o caducos, oblongo-lanceolado u aovados, flores blancas o cremosas de 3 a 5 cm de largo.
- **Semilla:** La semilla de Plátano (cormo o rizoma), debe de estar libre de plagas y enfermedades, reunir ciertas características en cuanto a tamaño y calidad. (Casaca, 2005).

- **Fruta:** Los frutos son bayas falsas sin semillas, cilíndricos distribuidos en manos de racimos con 30-70 plátanos que miden 20-40 cm de largo y 4-7 cm de diámetro.

2.1.5 Composición química y características nutricionales

La cáscara de banano transforma alrededor del 90% de su almidón a azúcares aproximadamente 12 días después de su cosecha; un contenido de hasta 14,6% de azúcares en base seca ha sido encontrado. El contenido de fibra en la cáscara es del 13% en base seca. Los principales componentes de la cáscara son: celulosa (25%), hemicelulosa (15%) y lignina (60%) (Intriago., et al, 2000).

Tabla 1. Composición química del banano

Por cada 100 g de parte comestible cruda

Energía	92,0 kcal = 384 kj
Proteína	1,03 g
H. de c.	21,0 g
Fibra	2,40 g
Vitamina A	8,0 µg ER
Vitamina B ₁	0,045 mg
Vitamina B ₂	0,100 mg
Niacina	0,740 mg EN
Vitamina B ₆	0,578 mg
Folatos	19,1 µg
Vitamina B ₁₂	-
Vitamina C	9,10 mg
Vitamina E	0,270 mg EαT
Calcio	6,00 mg
Fósforo	20,0 mg
Magnesio	29,0 mg
Hierro	0,310 mg
Potasio	396 mg
Cinc	0,160 mg
Grasa total	0,480 g
Grasa saturada	0,185 g
Colesterol	-
Sodio	1,00 mg

Fuente: (Pamplona, 2011).

2.1.6 Manejo de cosecha y poscosecha del banano

Cosecha

Se requieren nueve meses para cosechar plátanos desde la siembra o el retoño del estolón. En una plantación de plátanos, se cosechan plátanos cada 10-15 días. La cosecha consiste en determinar la madurez del plátano según su tamaño, grosor y color. El racimo de plátanos se corta con un machete, pero antes se corta un poco el tronco para aproximar el racimo al recolector, quien lo recibe sobre su hombro o sobre un animal de carga, así no se maltratan contra el suelo (Hernández., et al, 2009).

Época y métodos de cosecha

Estas plantas son un componente importante del agroecosistema agrícola e intervienen dentro del equilibrio ecológico del mismo. Un buen control de arvenses es un componente indispensable en el manejo integrado de problemas fitosanitarios.

Las arvenses se deben controlar por la competencia con el cultivo. Para el cultivo del plátano, la “época crítica de competencia”, se encuentra entre la siembra y los primeros seis meses de edad; se recomienda realizar un manejo adecuado durante todo el ciclo de vida. Las malezas o arvenses afectan la producción y sus daños sólo son cuantificables al momento de la cosecha (Giraldo., et al, 2006).

Fisiología poscosecha

El plátano es un fruto constituido en su mayor parte por agua (61%), luego de ser cosechado continua viviendo; internamente siguen ocurriendo cambios, algunos de estos están asociados con:

Respiración

El fruto para poder vivir, debe respirar, para ello toma los carbohidratos almacenados y en presencia de oxígeno produce una reacción que libera agua, gas, carbónico y calor. Como consecuencia de la respiración el fruto pierde peso y vale menos, por lo tanto deben evitarse pipes, heridas y altas temperaturas; factores que aceleran el proceso de respiración afectando la calidad (Sena, 2008).

Transpiración

La transpiración es debida a la diferencia entre la presión de vapor de agua entre los espacios intercelulares y la del entorno del fruto. Todos los frutos transpiran tanto en el pre como en poscosecha. Si el fruto está unido a la planta las pérdidas se reponen a través de la savia (Pérez, 2007).

Operaciones de poscosecha

- **Transporte por cable:** Después de la cosecha el racimo de banano debe ser transportado por cable hasta llegar al área de embarque. (Campuzano, 2010).
- **Desenfundado, desflorado, calibración:** Se remueve la funda (desenfundado) manteniendo al racimo en el gancho para proceder a la desfloración e inspección del mismo con la finalidad de comprobar el grado solicitado (Campuzano, 2010).
- **Desmane:** Esta práctica consiste en desprender del mástil los dedos o gajos sin dañarlos, de arriba hacia abajo con una cuchilla bien afilada y limpia para evitar desgarraduras o cortes al pedúnculo, así como infecciones en el mismo. Los racimos deben ser colgados y es importante que el corte sea bien cercanos al raquis para tener suficiente corona en el dedo o en el gajo. Se colocan las manos directamente en un tanque de agua limpia (USAID, 2006).

- **Lavado y saneo:** En el primer tanque se procede a lavar cuidadosamente cada mano y se elimina aquellas muy pequeñas, deformadas o que presenten defectos, tales como estropeo, rasguños, daños causados por insectos u otros que desmejoren su presentación en más de dos dedos. Usando cuchillos curvos bien afilados se arregla cualquier desperfecto de la corona (Pisco., et al, 2011).
- **Pesado y etiquetado:** El o los pesadores deben ser personas experimentadas en la selección, pesaje y colocación, tanto de manos como de clusters, respetando absolutamente las normas de empaque definidas por la empresa. Las frutas se colocan en bandejas, de tal manera que el pesador debe disponer de fruta combinada de acuerdo al tipo de empaque. La balanza debe permanentemente revisarse, para que vayan los pesos correctos (Ecuaquimica, 2012).
- **Fumigación y sellado:** La bandeja pasa al carrusel de secado o transportador, donde se aplica a la corona una solución de Mertec y Sulfato de aluminio, en cantidades otorgadas por la exportadora, con una bomba. A continuación se sella la fruta en su parte media plana con un dedo, si se requiere para su comercialización (Campuzano, 2010).
- **Transporte:** El transporte de los productos, se deberá realizar en vehículos abiertos o cerrados, ventilados, refrigerados, en condiciones tales de higiene que los preserven de contaminaciones y olores extraños, que aseguren la conservación, el mantenimiento, la calidad, la identidad y la inocuidad del producto (Ayala, 2010).
- **Comercialización:** El 20% de la producción mundial de banano se destina al comercio mundial, lo que convierte al banano junto con las manzanas, las uvas y los cítricos, en el conjunto más importante de productos frutícolas comercializados en el mundo. Una característica fundamental de la comercialización del banano es el papel que en ella desempeñan las multinacionales. Las cinco compañías que controlan el 75 % del comercio

mundial de banano, lo que otorga al mercado una manifiesta estructura oligopolística (Falcones., et al, 2009).

2.1.7 Almacenamiento en condiciones ambientales del banano

Temperatura

La temperatura óptima para el cultivo de plátano es de 26°C. Este factor es el que más afecta la frecuencia de emisión de las hojas y puede alargar o acortar el ciclo vegetativo (Palencia., et al, 2006).

Bajo las condiciones de mercadeo en fresco del fruto de plátano para el consumo nacional y las cortas distancias entre zonas de producción y consumidores, hasta el presente no ha existido la necesidad de conservar el producto después de cosechado, al respecto, los estudios, por ejemplo, para la variedad Hartón (plátano de exportación) han indicado que las mejores condiciones para su almacenamiento durante su transporte son la refrigeración a temperatura de 13.5°C y con una humedad relativa del 95% (Arcila, 2004)

Humedad relativa

Afecta al cultivo en forma indirecta, porque favorece la incidencia de enfermedades foliares, en especial las de origen fungoso (Palencia., et al, 2006).

2.1.8 Enfermedades de poscosecha del banano

Las enfermedades pueden ser causadas por uno o más de los siguientes patógenos: *Thielaviopsis paradoxa*, *Lasiodyplodia theobromae*, *Colletotrichum musae*, *Deightonella torulosa* y *Fusarium roseum*, los que embisten la superficie

cortada de las manos. A partir del tejido enfermo el hongo se propaga hacia el cuello del dedo y con el tiempo, hacia la fruta (Kader, 2012).

2.2 Carica papaya L. (Papaya)

2.3 Generalidades

La papaya (*Carica papaya* L.) representa hoy en día uno de los productos con mayor demanda en los mercados, lo cual se ve reflejado en su producción, extendiéndose a la mayor parte de los países tropicales y subtropicales del mundo (López., et al, 2011).

La papaya es una de las frutas tropicales más conocidas y consumidas a nivel mundial. La planta se cultiva extensamente en los trópicos y subtrópicos, aprovechándose la fruta fresca o procesada, así como el látex y sus derivados. En la actualidad hay mucho interés en algunos compuestos naturales de la papaya, debido a que poseen propiedades medicinales. La papaya prefiere el clima cálido, ya que el frío produce fruta insípida y de poco rendimiento. Requiere unos 1,500 milímetros de precipitación anual. No soporta inundaciones o agua estancada. La siembra se debe efectuar entre los 0 y 600 metros sobre el nivel del mar (Mejía, 2003).

2.3.1 Origen

El lugar de origen más aceptado para la papaya o fruta bomba, es la América Central y desde aquí se extendió hacia todas las regiones tropicales del planeta, donde se cultiva actualmente (Castro., et al, 2001).

Originaria de las planicies de la región centroamericana, la producción de papaya (carica papaya) se ha extendido a la mayor parte de los países tropicales y subtropicales del mundo; además, representa hoy en día uno de los productos

con mayor demanda en los mercados mundiales, ya sea para el consumo de mesa, o bien, en la actividad industrial (ITESM, 2005).

2.3.2 Información taxonómica

División:	Spermatophyta
Subdivisión	Magnoliophytina
Clase:	Magnoliatae
Orden:	Violales
Familia:	Caricaceae
Género:	Carica
Especie:	Carica papaya L.
Nombre vulgar:	Papaya

Fuente: (Castro., *et al*, 2001).

2.3.3 Características botánicas

- **Árbol:** Es una planta arborescente de crecimiento rápido, de vida relativamente corta de dos años (aunque puede vivir hasta 20 años), el tallo es sencillo o algunas veces ramificado, de 2 – 10 metros de altura, tallo recto, cilíndrico, suave (esponjoso – fibroso), jugoso, de color gris o café grisáceo, de 10 – 30 centímetros de diámetro y endurecido por la presencia de cicatrices grandes y prominentes (Mejía, 2003)
- **Hojas:** Las hojas son lobuladas y su limbo puede llegar a medir hasta 80 cm de ancho por 74 cm de largo y los pecíolos 85 – 90 cm (Mosquera, 2011).
- **Flores:** Los arbustos de papayo tienen tres clases de pies diferentes; unos con flores femeninas, otros con flores hermafroditas y otros con flores masculinas. (Casaca, 2005).

- **Semilla:** La semilla de papaya es compuesta de dos envoltorios, siendo un externo llamado de arilo o sarcotesta y otro interno denominado esclerotesta, que cubre el tegmen, endosperma, hojas cotiledonares y embrión (Reboucas, 2002).
- **Fruta:** Baya ovoide-oblonga, periforme o casi cilíndrica, grande, carnosa, jugosa, ranurada longitudinalmente en su parte superior, de color verde amarillento, amarillo o anaranjado amarillo cuando madura, de una celda, de color anaranjado o rojizo por dentro con numerosas semillas parietales y de 10 - 25 cm. o más de largo y 7-15 cm. o más de diámetro. (Casaca, 2005).

2.3.4 Características nutricionales y composición química

El fruto de la papaya está constituido principalmente por agua (86.8 %) y carbohidratos (12.18 %). Es además una buena fuente de vitamina A (Retinol); mientras que su contenido de minerales tales como calcio, fósforo, y hierro es pobre. Los carbohidratos presentes en la papaya son azúcares con escaso almidón presente.

Tabla 2. Composición química de la papaya.

Por cada 100 g de parte comestible cruda

Energía	39,0 kcal = 161 kj
Proteína	0,610 g
H. de c.	8,01 g
Fibra	1,80 g
Vitamina A	175 µg ER
Vitamina B ₁	0,027 mg
Vitamina B ₂	0,032 mg
Niacina	0,471mg EN
Vitamina B ₆	0,019 mg
Folatos	38,0 µg
Vitamina B ₁₂	-
Vitamina C	61,8 mg
Vitamina E	1,12 mg EαT
Calcio	24,0 mg
Fósforo	5,0 mg
Magnesio	10,0 mg
Hierro	0,100 mg

Potasio	257 mg
Cinc	0,070 mg
Grasa total	0,140 g
Grasa saturada	0,043 g
Colesterol	-
Sodio	3,00 mg

Fuente: (Pamplona, 2011).

2.3.5 Manejo de cosecha y poscosecha de la papaya

Cosecha

La fruta de la papaya es sensible a quemaduras de sol, al maltrato durante la cosecha y el transporte, debe separarse de la planta con mucho cuidado, se deben utilizar guantes de plástico o engomados y cortar con una torsión ligera o con un cuchillo de corte dejándole 0.5 cm. de pedúnculo.

La papaya después de la cosecha, continúa su maduración sin interrumpirse. La cosecha se debe realizar cuando el fruto se encuentra en el índice de madurez verde, o con una, dos o tres rallas amarillas, ya que al cosecharse con un índice de madures de 75 a 100 % presenta dificultad durante el transporte (Rodríguez, 2004).

Época y métodos de cosecha

Fisiología poscosecha

Un aspecto fundamental a tener en cuenta en el manejo postcosecha de frutas es que éstas continúan vivas aún después de cosechadas. En tal sentido, la fruta cosechada continúa respirando, madurando en algunos casos e iniciando procesos de senescencia, todo lo cual implica una serie de cambios estructurales, bioquímicos y de componentes que son específicos para cada fruta. Asimismo, el producto cosechado está constantemente expuesto a la pérdida de agua debido a la transpiración y a otros fenómenos fisiológicos.

Respiración

Mediante la respiración la fruta obtiene la energía necesaria para desarrollar una serie de procesos biológicos indispensables. El proceso respiratorio ocurre a expensas de las sustancias de reserva (azúcares, almidones, etc) las que son oxidadas, con el consiguiente consumo de oxígeno (O₂) y producción de dióxido de carbono (CO₂), (Áreas., et al, 2007).

Transpiración

Tomando en cuenta que la transpiración por metro cuadrado de hoja en papaya puede llegar a los 3 litros por día en condiciones climáticas que promueven una alta evapotranspiración (Coelho Filho et al, 2006 b), se puede determinar que el máximo consumo de agua puede llegar a superar los 40 litros por árbol durante la etapa de inicio de la producción (Bogantes., et al, 2010).

Poscosecha

La fruta cosechada debe ser transportada lo más rápido posible al centro de selección y empaque o a los centros de distribución y consumo, evitando exponerlos directamente a los rayos del sol y protegiéndolos de las inclemencias del tiempo, antes y durante su transporte (Anguiano., et al, 2010)

Operaciones de poscosecha

Según (Bogantes., et al, 2010), explica el siguiente proceso:

- **Proceso de selección:** Es sumamente importante realizar una buena selección de la frutas en campo, con el fin de evitar el traslado a la empacadora de aquellas que no califican.
- **Cajas para el traslado:** Deben ser plásticas y deben mantenerse en buen estado. No presentar picos ni irregularidades que puedan causar daño a la

fruta y deben estar muy limpias, por lo que es necesario lavarlas con agua y jabón y desinfectarlas con cloro periódicamente.

- **Empaque de la fruta en campo:** Las papayas deben acomodarse en la caja en una sola capa, estableciendo contacto la base pedicular del fruto con el fondo, asegurándose de que quede lo mejor calzada posible para que no se mueva durante el transporte; sin embargo, debe evitarse la compresión de las frutas.
- **Transporte:** La papaya tiene una vida estimada de transporte y almacenamiento de tres semanas aproximadamente. El transporte se puede realizar en contenedores aéreos, secos o refrigerados, al igual que en paletas dentro de contenedores, generalmente de 40 pies de largo para transporte marítimo y terrestre (Rodríguez, 2004).

2.3.6 Almacenamiento en condiciones ambientales de la papaya

La papaya debe almacenarse refrigerada para alargar su vida de comercialización, transporte y consumo. Las frutas almacenadas al medio ambiente maduran y se deterioran rápidamente. Antes de ingresar al almacén refrigerado la fruta debe enfriarse para eliminar el calor que trae del campo (Áreas., et al, 2007).

Temperatura

Especie tolerante al frío, sobre todo en la etapa de dormancia -35 °C. Después de la dormancia solo soporta temperatura de 5 °C, sus requerimientos varían de 300 hasta 1000 H.F (Mosquera, 2011).

Humedad relativa

La fruta puede conservarse de 1-3 semanas a 7° - 13°C y 85 - 90% de humedad relativa, dependiendo del grado de maduración. La fruta 100 % madura es más

resistente al frío que la parcialmente madura. La temperatura para maduración organoléptica es de 21-27°C (Áreas., et al, 2007).

2.3.7 Enfermedades de poscosecha de la papaya

Según (Mejía, 2003), el principal problema de mermas en el canal de comercialización de la fruta, provienen del campo, principalmente por falta de controles fitosanitarios durante el cultivo y un manejo inadecuado en el almacenamiento. Las principales enfermedades son:

Antracnosis: **Colletotrichum gloesporioides**

Pudrición: **Phytophthora palmivora**

Pudrición seca del fruto: **Fusarium sp**

Pudrición del extremo y superficie del fruto: **Mycosphaerella caricae**

Pudrición interna del fruto: **Cladosporium herbarum**

Pudrición **Alternaria spp**

Pudrición blanda: **Rhizopus stolonifer**:

Pudrición húmeda: **Phoma carica-papayae**

Pudrición negra: **Ascochyta caricae**

Pudrición apical: **Botryodiplodia theobromae**

2.4 *Persea americana* (Aguacate)

2.4.1 Generalidades

El aguacate es un fruto que sirve para mejorar la calidad de vida del hombre ya que cuenta con la mayoría de elementos requeridos para tener una dieta saludable, se lo adquiere con facilidad en muchos lugares del mundo, es apetecido por su sabor agradable y recomendado por su valor nutricional (Ruiz, 2009).

Se define como una drupa globosa generalmente piriforme, ovoide de tamaño variable, que puede alcanzar hasta 10 cm longitud y un peso comprendido entre 200 y 1000 gramos. Según la variedad, el epicarpio puede estar constituido por una fina y lisa película o una corteza gruesa y correosa, de una coloración entre el verde, el gris y el violeta. El mesocarpio, a su vez, está formado por una pulpa de consistencia blanda, de color blanco amarillento que pasa a verde en la proximidad de la piel; tiene un agradable sabor al de las avellanas (Mejía, 2010).

2.4.2 Origen

Aguacate es el nombre común con que se conoce a esta generosa planta de la familia de las lauráceas; deriva del náhuatl Ahuácatl, que significa testículo, probablemente por la forma colgante del fruto. La *Persea americana*, nombre científico de la principal especie cultivada, es originaria de las zonas altas del centro y este de México, así como de las partes altas de Guatemala.

Su sabor, textura y propiedades alimenticias han cautivado a innumerables países que lo han adoptado, como Francia, y otros tan lejanos como Japón y más recientemente Rusia. Y es que el aguacate lleva conquistando paladares de todo el mundo desde hace 500 años (Velkásquez, 2008).

2.4.3 Información taxonomía

En cuanto a las características botánicas, el aguacate se clasifica de la siguiente forma:

Reino:	Vegetal
Clase:	Dicotiledoneae
Subclase:	Dialipétala
Orden:	Ranales
Familia:	Lauraceae
Género:	<i>Persea</i>
Especie:	americana

Fuente: Bartoli, 2008

2.4.4 Características botánicas del aguacate

- **Árbol:** Los árboles de aguacate crecen altos y frondosos. Esto puede dificultar las aspersiones y la cosecha, especialmente si no se sigue un sistema adecuado de podas en suelos con pendientes acentuadas. Las motobombas suelen ser efectivas en las aspersiones, pero la cosecha siempre será manual, y esta puede ser una labor intensiva y cara (Agrón., et al, 2008).
- **Hojas:** Son simples, alternas, enteras, elípticas, alargadas y con nervaduras pinnadas con inserción peciolada. La epidermis es pubescente, al llegar a la madurez se tornan lisas, coriáceas, con color verde intenso y oscuro en el haz, pubescentes y glaucas en el envés. El árbol se defolia cuando existe renovación de ramas y las hojas verdes han cumplido su ciclo (Flores, 2011).
- **Flores:** Las flores se forman en panículas, son bisexuales y exhiben protógina y dicogamia sincronizada, lo que significa que cada flor se despliega en dos momentos distintos y separados, es decir los órganos femeninos y masculinos son funcionales en diferentes tiempos, lo que evita la autofecundación.
- En ambos tipos, las flores se desabrochan primero como femeninas, cierran por un periodo fijo y luego abren como masculinas en su segunda apertura (Pullas, 2011).
- **Semillas:** Generalmente ovalada, las semillas del grupo racial antillano poseen una cubierta de mediana a gruesa y membranosa. En otros grupos raciales es delgada, la semilla es importante en la relación fruto/semilla,

siendo ideal una mayor porción de pulpa y una semilla de tamaño mediano a pequeño (Flores, 2011)

- **Fruto:** El fruto es una drupa carnosa de forma periforme, ovoide, globular o alargada de superficie lisa o rugosa. El color varía de verde claro a verde oscuro y de violeta a negro de acuerdo a la variedad y la maduración del fruto no tiene lugar hasta que éste se separa del árbol, los frutos con cáscara consistente son tolerables al transporte y manipuleo (Bartoli, 2008).

2.4.5 Características nutricionales y composición química

El estudio químico del aguacate ha estado dirigido fundamentalmente hacia el fruto, en vista de su valor alimentario. La pulpa es rica en ácidos grasos, tales como: oleico, linoléico, palmítico, esteárico, linolénico, cáprico y mirístico, que forman el 80% del contenido graso de fruto. Otros productos presentes en el fruto son el escualeno y un grupo numeroso de hidrocarburos alifáticos saturados y un poliol no saturado, así como otros alcoholes alifáticos y terpénicos. Respecto a los aminoácidos existentes en la pulpa, se tienen: el ácido aspártico y el glutámico, acompañados de leucina, valina, y lisina (Hall, et al, 2002).

Tabla 3. Composición química del aguacate

Por cada 100 g de parte comestible cruda

Energía	161 kcal
Proteína	1,98 g
H. de c.	2,39 g
Fibra	5,00 g
Vitamina A	61,0 µg ER
Vitamina B ₁	0,108 mg
Vitamina B ₂	0,122 mg
Niacina	2,27 mg EN
Vitamina B ₆	0,500 mg
Folatos	61,9 µg
Vitamina B ₁₂	-
Vitamina C	7,90 mg
Vitamina E	2,30 mg EαT
Calcio	11,0 mg
Fósforo	41,0 mg
Magnesio	39,0 mg

Hierro	1,02 mg
Potasio	599 mg
Cinc	0,420 mg
Grasa total	15,3 g
Grasa saturada	2,44 g
Colesterol	-
Sodio	10,0 mg

Fuente: (Pamplona, 2011)

2.4.6 Manejo de cosecha y poscosecha del aguacate

Cosecha

La cosecha del aguacate se realiza en forma manual, con un cuchillo o tijeras, los cortes deben hacerse de manera que se deje un pedúnculo de 0.5 cm de largo, pues si este se elimina o se deja muy corto, se acelera la maduración, el deterioro es más rápido y la fruta es susceptible a la entrada de patógenos (Sandoval., et al, 2010).

Época y métodos de cosecha

La fruta en las partes altas del árbol se cosecha utilizando varas a las que se adaptan cuchillas o tijeras accionadas desde el otro extremo y bolsas para recibir el producto cosechado, cuando los árboles son muy altos puede ser necesario el uso de una escalera para facilitar las labores de cosecha (Sandoval., et al, 2010).

Fisiología poscosecha

Respiración

El aguacate es un fruto climatérico, con un incremento en la tasa de respiración de cuatro veces en el clímax, que precede al ablandamiento y a la maduración de consumo y es requisito para estos procesos (Salvador, 2009).

Transpiración

Según (Salas, 2006), la evaporación de agua del fruto al exterior afecta aspectos como:

- Pérdida de peso, pérdida de calidad por deshidratación (arrugamiento) de la corteza, manchado, etc.

Factores que afectan la rapidez de la transpiración

- Los sólidos disueltos
- Enfriamiento por evaporación del agua
- Por el calor de la respiración

Poscosecha

Antes de abordar el tema de poscosecha, así como el análisis y los factores que en ello convergen, es necesario mencionar que cualquier actividad que se realice en el huerto antes y durante el desarrollo del fruto, influirá de alguna manera en este periodo (Sandoval., et al, 2010).

Operaciones de poscosecha

Según (Sandoval., et al, 2010).

- **Recepción e inspección:** La calidad del aguacate no mejora después de la cosecha, pero puede conservarse mediante el manejo cuidadoso en el campo, durante las operaciones en la planta empacadora y la cadena de comercialización.
- **Selección:** Después de la inspección, el producto debe seleccionarse para eliminar aquellos frutos con daño físico y/o por insectos, cicatrices, malformaciones, frutos inmaduros o sobremaduros, entre otros.

- **Lavado y desinfección:** La función del lavado y la desinfección de la fruta es remover la suciedad y los microorganismos patógenos de la superficie del aguacate.
- **Tratamientos con fungicidas:** Las enfermedades más comunes durante la poscosecha del aguacate son antracnosis y la pudrición del pedúnculo, el control de estas y otras enfermedades inicia en el campo, con las prácticas cosecha y poscosecha de la fruta.
- **Empaque:** Las principales funciones de los empaques son contener y proteger al producto hasta el mercado meta, además facilita el manejo y comercialización, con peso y calidad uniformes en cada empaque.
- **Transporte:** El transporte de la fruta a la empacadora debe llevarse a cabo lo más pronto posible después de la cosecha, con cautela en todo momento al utilizar las mejores carreteras y caminos con la precisión que los amortiguadores de los vehículos estén en buenas condiciones.
- **Comercialización:** El sistema de comercialización del aguacate está compuesto por un flujo del producto en el cual se involucran una serie de empresas e instituciones mediante la prestación de servicios de transporte, almacenamiento, empaque, distribución y publicidad, entre otras; con el propósito de que el aguacate vaya desde la huerta hasta la mesa del consumidor final (SE, 2012).

2.4.7 Almacenamiento en condiciones ambientales del aguacate

Temperatura

Para las variedades antillanas las condiciones ideales son temperaturas diurnas en torno a los 25 – 30 ° C y nocturnas entre 15 y 20 ° C. Las temperaturas por encima de los 36 ° C causan serios daños, particularmente en la fecundación y el cuajado, siendo importante que ocurra un período frío (alrededor de 10 ° C) en

invierno para estimular la inducción floral. Una primavera y verano no muy calurosos pueden alargar la fase de fructificación de algunos cultivares tardíos, lo que permite extender el período de recolección (Bartoli, 2008).

Humedad relativa

El exceso de humedad relativa puede ocasionar el desarrollo de algas o líquenes sobre el tallo, ramas y hojas o enfermedades fúngicas que afectan el follaje, la floración, la polinización y el desarrollo de los frutos. Un ambiente muy seco provoca la muerte del polen con efectos negativos sobre la fecundación y con ello la formación de menor número de frutos. Por lo tanto, es preferible una humedad relativa óptima que oscile de 90-95% (IICA, 2007).

2.4.8 Enfermedades de poscosecha del aguacate

El factor común de estas enfermedades, es que aparecen cuando el fruto comienza su ablandamiento. De esta forma, los síntomas visibles se presentan cuando los frutos se encuentran en el mercado de consumo. Mientras un fruto se mantiene verde, las infecciones permanecen en quiescencia, lo que hace imposible su remoción en el empaque (Salvador, 2010).

La etapa que generalmente se considera de importancia y que tiene serias repercusiones en la producción empieza desde que se corta el fruto de aguacate, ya que desde ese momento y hasta su presentación en el mercado al consumidor transcurre un intervalo de tiempo considerable; durante el cual el fruto puede sufrir diferentes tipos de daños mecánicos y fisiológicos que lo vuelven susceptible al ataque de diferentes agentes fitopatológicos, dentro de los que se encuentran *Colletotrichum gloeosporioides*, *Sphaceloma perseae*, *Alternaria sp.*, *Fusarium spp.*, *Diplodia spp.*, *Pestalotiopsis sp.*, *Phomopsis sp.* entre otros, lo que incide en la disminución de la calidad (Sandoval., et al, 2010).

2.5 Conservación de los alimentos

La comida sufre una arremetida destructiva de ciertos agentes que la estropean, con lo cual se hace necesario utilizar métodos de conservación que eviten este proceso de deterioro. Algunos de estos sistemas para mantener los alimentos en buen estado se emplean desde hace mucho tiempo, aunque han sido mejorados a lo largo de la historia e incluso se han inventado nuevos métodos. Una de las ventajas de estas formas de tratar los productos alimenticios supone conseguir cualquier comida a lo largo de todo el año y no tener que esperar a una época concreta, además de ofrecer la posibilidad de guardar los alimentos cuando no se van a consumir en el momento (Serrano, 2005).

2.5.1 Principales causas del deterioro de los alimentos

Un alimento está alterado cuando en él se presentan cambios que limitan su aprovechamiento. El alimento alterado presenta otras características organolépticas y no son aptos para el consumo, sin que ello suponga siempre que sean peligrosos para la salud (Elika, 2011).

Para entender la evolución de las distintas prácticas de conservación de los alimentos es necesario conocer las causas del deterioro y su posible prevención. Entre estas causas podemos distinguir, por su origen, las debidas a agentes físicos, químicos y biológicos.

Los **Agentes Físicos**: son aquellos que al adicionarse al ambiente, su sola presencia altera la calidad de sus componentes, es decir son caracterizados por un intercambio de energía entre persona y ambiente en una dimensión y/o velocidad tan alta que el organismo no es capaz de soportarlo. Por varias razones el contaminante físico, que más que otros, está relacionado con la geología ambiental es la radiactividad (natural o artificial). Por ejemplo: Las partículas de

guantes, tierra, polvo, y/o cualquier elemento físico extraño de la composición del producto (Velandia, 2010).

Según (Juliarena., *et al*, 2012), los **agentes químicos** se manifiestan especialmente durante los procesos de almacenamiento de los alimentos. Su efecto puede afectar de forma notable la comestibilidad del alimento: enranciamiento, pardeamiento, etc.

Finalmente, los agentes más importantes que alteran los alimentos son de origen **biológico**, entre los que se pueden diferenciar, los intrínsecos, como las enzimas y los extrínsecos, como parásitos o microorganismos (Juliarena., *et al*, 2012).

2.5.2 Clasificación de los conservantes según su toxicidad

(Di rico, 2006), indica la enumeración de los diferentes tipos de conservantes que se emplean en alimentos es amplia, pero si tenemos en cuenta su toxicidad pueden considerarse 4 grupos:

- Los no tóxicos, entre ellos están: ácido propiónico y sus sales, ácido benzoico y sus sales, ácido sórbico y sus sales, entre otros
- Los de moderada toxicidad, como agua oxigenada, formol, hexametenotetramina.
- Los inadmisibles por su toxicidad: ácido bórico y boratos, ácido salicílico y salicilatos, ácido monobromoacético y sus esteres, ácido dehidroacético, fluoruros, fluorosilicatos y fluoró boratos, ácido nítrídico y nitruros, cloropicrina, entre otros.
- Los revisables: antibióticos, Anhídrido sulfuroso (SO₂) y sus derivados, dietilpirocarbonato.

2.5.3 Conservantes químicos

El empleo de conservadores químicos es una práctica muy antigua pero, sin embargo, los alimentos conservados con ellos no son imperecederos, tan sólo se mantienen inalterados por un período de tiempo limitado, pues el crecimiento de los microorganismos se ve retardado pero no inhibido totalmente. El grado de inhibición final va a depender del tipo de sustancia y de su concentración. Algunos ejemplos son el E-230 bifenilo (difenilo), el E-231 ortofenilfenol, el E-232 ortofenilfenato de sodio o el E-233 2-(4-tiazolil) benzimidazol (tiabendazol). Estos conservantes se utilizan para el tratamiento superficial de algunas frutas como cítricos y de los papeles en los que se envuelven (Gimferrer, 2009).

2.5.4 Conservantes naturales

La actividad antimicrobiana de hierbas y plantas es generalmente atribuida a los compuestos fenólicos presentes en sus extractos o aceites esenciales, y se ha observado que la grasa, proteína, concentración de sal, pH y temperatura afectan la actividad antimicrobiana de estos compuestos.

Los antimicrobianos continúan entre los aditivos alimentarios más importantes. Actualmente, debido a la demanda por parte del consumidor de productos frescos, mínimamente tratados como son las frutas frescas, cortada y envasadas bajo diferentes atmósferas refrigeradas, está aumentando el interés por los antimicrobianos de origen natural que puedan extraerse para ser utilizados con el fin de prolongar la vida útil y la seguridad para el consumidor (Rodríguez, 2011).

En muchos alimentos existen de forma natural sustancias con actividad antimicrobiana que ayudan a combatir el ataque de los patógenos, por ejemplo algunas frutas contienen diferentes ácidos orgánicos, como es el ácido benzoico o el ácido cítrico que impiden el crecimiento patógeno. Sin embargo, a veces no es suficiente para asegurar la seguridad. En la mayoría de los casos, se deben añadir conservantes químicos para poder eliminar posibles restos de patógenos o inhibir su crecimiento (Gimferrer, 2009).

2.6 Aceite esencial

2.6.1 Generalidades

Los aceites esenciales son líquidos aceitosos obtenidos a partir de diferentes partes de las plantas como flores, yemas, semillas, hojas, ramas, corteza, hierbas, madera, frutos y raíces. Son mezclas complejas de ésteres, aldehídos, cetonas y terpenos. Además son compuestos olorosos, muy solubles en alcohol y poco solubles en agua. Para la extracción de estos compuestos se pueden utilizar distintos solventes (acetato, etanol, y cloruro de etileno). Los aceites esenciales derivados de plantas son conocidos por su actividad antimicrobiana contra un amplio rango de bacterias y hongos (Rodríguez, 2011).

El rendimiento de aceite esencial en las plantas varía según las especies y oscila entre el 0.01 y el 2%, calculado sobre el peso de hierba fresca destilada. Para obtener cantidades razonables de esencias se requieren superficies de cultivo de más de 20 hectáreas. Los principales requisitos para producir los aceites esenciales son: disponer del material vegetal correcto, buenos suelos, material adecuado de riego, equipo de cosecha y, finalmente, equipo de destilación (Torre., et al, 2011).

Todos los aceites esenciales son antisépticos, pero cada uno tiene sus virtudes específicas, por ejemplo pueden ser analgésicos, fungicidas, diuréticos o expectorales. En el organismo, los aceites esenciales pueden actuar de modo farmacológico, fisiológico y psicológico. Habitualmente producen efectos sobre diversos órganos (especialmente los órganos de los sentidos) y sobre diversas funciones del sistema nervioso (Pro Ecuador, 2011).

2.6.2 Origen

De acuerdo a su origen los aceites esenciales se clasifican como naturales, artificiales y sintéticos. Los naturales se obtienen directamente de la planta y no sufren modificaciones físicas ni químicas posteriores, debido a su rendimiento tan

bajo son muy costosas. Los artificiales se obtienen a través de procesos de enriquecimiento de la misma esencia con uno o varios de sus componentes, por ejemplo, la mezcla de esencia de rosa, geranio y jazmín enriquecida con linalool, o la esencia de anís enriquecida con anetol. Los aceites esenciales sintéticos como su nombre lo indica son los producidos por la combinación de sus componentes, los cuales son la mayoría de las veces producidos por procesos de síntesis química. Estos son más económicos y por lo tanto son más utilizados como aromatizantes y saborizantes (esencias de vainilla, limón, fresa, etc.), (Martínez, 2003).

2.6.3 Clasificación de los aceites esenciales

Los aceites esenciales se agrupan de acuerdo a diferentes criterios: consistencia, origen y naturaleza química de los componentes mayoritarios.

2.6.3.1 Consistencia

Según (Albarracín., et al, 2003), dependiendo su consistencia los aceites esenciales se clasifican en esencias fluidas, bálsamos y oleorresinas:

- Las esencias fluidas son líquidos volátiles a temperatura ambiente.
- Los bálsamos son más espesos, son poco volátiles y propensos a sufrir reacciones de polimerización, por ejemplo el bálsamo de copaiba, el bálsamo del Perú, Benjuí, bálsamo de Tolú, Estoraque, etc.
- Las oleorresinas tienen el aroma de las plantas en forma concentrada y son típicamente líquidos muy viscosos o sustancias semisólidas (caucho, gutapercha, chicle, oleorresina de paprika, de pimienta negra, de clavel, etc.).

2.6.4 Localización de aceite esencial

Generalmente, la síntesis y acumulación de los aceites esenciales se asocia a la presencia de estructuras histológicas especializadas, a menudo localizadas sobre o en la proximidad de la superficie de la planta (González, 2010).

2.6.5 Extracción

Los aceites esenciales son extraídos comúnmente por destilación simple de vapor. Después de la destilación el aceite esencial es separado del agua fácilmente, pues el aceite esencial flota sobre el agua debido a su densidad menor. Para eliminar el resto del agua, el aceite esencial es manejado con sulfato de sodio hasta que toda el agua está eliminada. No se mezcla ningún aditivo químico. Para que los aceites esenciales produzca lo mejor de sí, deben proceder de ingredientes naturales brutos y quedar lo más puro posible. (Pro Ecuador, 2011).

2.6.6 Función

Los aceites esenciales exhiben actividad antimicrobiana en una amplia variedad de especies de insectos, bacterias, levaduras y hongos, por lo que se ha reportado su uso en la protección de alimentos como ingrediente o en películas, en cultivos agrícolas y en áreas urbanas. Además, se consideran de baja peligrosidad y de poco riesgo al ser humano.

El uso de estos compuestos en hongos se puede dar afectando etapas del desarrollo como la germinación de esporas, formación de estructuras de penetración, desarrollo de micelio y esporulación. Por lo general, la germinación de esporas y el desarrollo micelial son utilizados en estudios in vitro para subsecuentes aplicaciones (Quintana, 2010).

2.6.7 Control de calidad de aceites esenciales

- **Concepto de calidad**

Es el conjunto de propiedades biológicas, físicas y químicas que determinan el grado de adecuación de un alimento o materia prima alimenticia a los requerimientos sanitarios, nutricionales, sensoriales y físico-mecánicos que deben ser satisfechos para el consumo humano directo, su preparación culinaria o su beneficio y transformación industrial (Gonzales, 2010).

- **Control de calidad**

El control de calidad, es un conjunto de métodos mediante los cuales se miden ciertas características y propiedades de un producto con la finalidad de compararlas con estándares establecidos, para satisfacer ciertas necesidades implícitas o expresadas por un demandante (Flores, 2009)

2.6.8 Métodos para evaluar la actividad antimicrobiana

Método de difusión en agar

Entre estos métodos el más utilizados por su sencillez y rapidez en la lectura de resultados es el método de difusión por discos, el principio del método involucra la aplicación de una cantidad determinada de un antimicrobiano u otra sustancia en un sustrato, (usualmente discos de papel) en la superficie del agar sobre el cual se ha distribuido un inóculo del microorganismo en estudio; se formará así, por difusión un gradiente de concentración del producto alrededor del disco y la sensibilidad del microorganismo estará indicada por el tamaño de la zona de inhibición del crecimiento bacteriano (Shiva, 2007).

Método de dilución

Las técnicas de dilución en caldo y agar, se pueden utilizar para medir cuantitativamente la actividad in vitro de un antimicrobiano frente a un cultivo bacteriano. Estos métodos se basan en la preparación de una serie de tubos, pocillos o placas con caldo o agar respectivamente, a los cuales se les agrega el antibiótico en distintas concentraciones. Luego se inoculan cada uno de los tubos, pocillos o placas con una suspensión estandarizada del microorganismo en estudio. Las pruebas se leen después de incubar “overnight” a 35° C y se determina la concentración inhibitoria mínima (CIM) del antimicrobiano frente al microorganismo ensayado (Malbrán, 2001).

2.7 Hierba Luisa

2.7.1 Descripción de la Planta

La Hierba Luisa es una planta herbácea perenne que pertenece a la familia de las Graminaceae, género *Cymbopogon* y especie *citratatus*. La planta produce espesas hojas, éstas son lineares, erguidas cuando jóvenes y pendientes cuando son viejas, cada una es larga hasta 0.70 m y tiene 2.5 cm de ancho. El color de la planta puede variar mucho en función de las condiciones ambientales. La planta florece raramente durante el verano y las flores son espigas muy pequeñas, entonces la propagación se actúa por división de las raíces (Rivadeneira, 2011).

2.7.2 Origen

La Hierba Luisa es una planta originaria de la India, se le conoce también como limoncillo, tradicionalmente ha sido utilizado en la India para tratar la fiebre y las enfermedades infecciosas, pues es un poderosísimo antiséptico y bactericida que además poseen un efecto tonificante y estimulante sobre el organismo.

La Hierba Luisa está siendo sujeto de diversos estudios en la India, Israel y otros Países para comprobar sus propiedades anticancerígenas. Es muy utilizado también como componente fragante de jabones, cosméticos, perfumes, bebidas y alimentos (Esential Oils Peru, 2011).

2.7.3 Composición química

Según (Inka plus, 2012) Aceite esencial, rico en:

- Citral: antibacterial (75-85%), antihistamínico, fungicida, expectorante, anticancerígeno.
- Linalol: antibacterial, antiinflamatorio, antiespasmódico, hepatoprotector.
- Canfeno: antioxidante, expectorante
- Cineol
- Terpineol: antiasmático, antibacterial, antitusivo, expectorante
- Cariofileo: antiinflamatorio, antiasmático, antibacterial, antitumoral
- Limoneno: antibacterial, anticancerígeno, antiespasmódico, expectorante
- Furocumarinas
- Verbenona
- Flavonoides
- (Existen más de 120 principios activos diferentes)
- Agua.....8%
- Materias minerales.....15%

2.7.4 Información taxonomía

(Borja, 2010). La hierba luisa, dentro de la botánica sistemática, se encuentra clasificada de la siguiente manera:

Reino:	Cormobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliatae (Liliopsida)
Subclase:	Commelinidae
Orden:	Cyperales
Familia:	Poaceae
Género:	Cymbopogon
Especie:	Citratus

2.7.5 Usos

El AE de *C. citratus* obtenido a partir de las hojas frescas, es usado en alimentos, bebidas, perfumería, cosmética, productos para el cuidado del cuerpo, fabricación de jabón y síntesis química debido a su alto contenido de citral. También es importante su uso farmacéutico, que aún permanece bajo exploración, especialmente en África Occidental, donde esta hierba aromática es ampliamente distribuida. Se ha reportado en la literatura que el AE de *C. citratus* posee efecto insecticidas, antimicrobiano, antifúngico y propiedades terapéuticas. El té hecho de sus hojas se usa popularmente como antiespasmódico, analgésico, antipirético, diurético, antiinflamatorio y sedante (Castro., et al, 2011).

2.8 Aceite esencial de hierba luisa

2.8.1 Descripción

El aceite esencial de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) es un producto obtenido de las hojas y el tallo por medio de una destilación por arrastre de vapor. Se trata de un aceite esencial totalmente natural sin aditivos químicos (Rivadeneira, 2011).

El aceite esencial posee múltiples propiedades terapéuticas además de ser considerado uno de los aceites esenciales con efecto antioxidante. La principal acción del aceite esencial de Hierba Luisa es sobre el aparato digestivo, por lo que puede aplicarse diluido en agua o aceite vehicular en casos de colitis, gastroenteritis y otras afecciones gástricas (Esential Oils Peru, 2011).

2.8.2 Conservación

Se guarda en recipientes llenos y herméticamente cerrados, evitando el calor excesivo (Rodríguez, 2010).

2.8.3 Principios activos

En esta planta se han realizado estudios agrotécnicos, de actividad antiinflamatoria, analgésica, antiasmática, diurética, antispasmódica y antimicrobiana, toxicidad y genotoxicidad, entre otros.

El aceite esencial es mundialmente conocido por sus múltiples usos. De las partes aéreas de la planta se han aislado sustancias no volátiles, entre las cuales se pueden mencionar flavonoides, ácido cafeico, fructuosa y sacarosa. Entre los componentes volátiles, terpenos como el geraniol y citronelol (Guerra, 2007).

2.8.4 Uso del aceite esencial de hierba luisa

El *C. citratus* Stapf se usa como anticatarral, febrífugo, antitusivo, estomáquico, carminativo, expectorante y ansiolítico, para aliviar el vómito, antiespasmódico, antitusivo, analgésico, antipirético, como depresor del sistema nervioso central y para disminuir el colesterol. Se reporta también como antipalúdico, diaforético y estimulante, diurético y en el control de la presión arterial (Mendoza., et al, 2010)

2.9 Microorganismos

2.9.1 Generalidades

Es el estudio de los microorganismos, un variado grupo de organismos diminutos que se encuentran como células individuales o como conglomerados de las mismas; una célula microbiana es capaz de realizar los procesos de crecimiento, generación de energía y reproducción, en forma independiente de otras células, capacidad que no poseen las células animales y vegetales. En este grupo encontramos bacterias, hongos (levaduras y mohos), protozoos y algas microscópicas además de los virus que no son organismos considerados celulares (Olave, 2008).

Los microorganismos se agrupan en dos categorías: procarióticos y eucarióticos. En la primera están las archaeas y las bacterias, mientras que en la segunda se

encuentran hongos, algas y protozoarios. No obstante, de manera convencional los virus, viroides y priones son también considerados microorganismos (Montaño, 2010).

2.9.2 Clasificación

Según (Andino., et al, 2011), que la organización celular la clasificación actual de los microorganismos podría ser:

1. Protistas (eucarióticos) que incluye: Algas Protozoarios Hongos Mohos del cieno (incluidos algunas veces en los hongos).
2. Procariotas que incluye: Bacterias Cianobacterias Archeobacterias

2.9.3 Tipos de microorganismos

Beneficiosos: son microorganismos usados en la fabricación de algunos productos como puede ser el caso de las bacterias ácido-lácticas en la elaboración de yogures, quesos o mantequilla.

Alterantes: los microorganismos alterantes modifican la apariencia del alimento, provocando malos olores o sabores, o cambiando el color del mismo. En este caso, el alimento no tiene por qué ser dañino para el consumidor.

Patógenos: los microorganismos patógenos resultan los más peligrosos, ya que no modifican el alimento, aunque lo contaminen, por lo que al consumirlo se producen las toxiinfecciones (Elika, 2011).

2.9.4 Alteraciones microbianas de las frutas por microorganismos

La elaboración y conservación de los alimentos con adecuada calidad es un requerimiento imprescindible para satisfacer las demandas de los consumidores. Una de las principales causas de disminución de la calidad y seguridad biológica de los alimentos es el desarrollo de microorganismos alteradores causantes de cambios de textura u organolépticas en un alimento y causante de enfermedades. Entre estos se encuentran: Bacterias lipolíticas, hongos y levaduras (Ávila, 2008). A pesar de la existencia de sistemas de protección naturales, el mantenimiento o conservación de las frutas maduras es limitado. Las causas de la alteración son muy variadas. Además de deterioros enzimáticos y desintegraciones, los microorganismos desempeñan un papel fundamental como causa de podredumbres.

La alteración puede verse favorecida por determinados tratamientos inadecuados, practicado antes o durante la recolección, en el transporte, en el almacenamiento, o incluso durante la venta. Las pérdidas más importantes son las ocasionadas por hongos de los géneros *Alternaria*, *Botrytis*, *Diplodia*, *Penicillium*, *Phomopsis*, *Rhizopus*, *Sclerotinia* y por las bacterias de los géneros *Erwinia* y *Pseudomonas*. La mayor parte de estos microorganismo son débilmente patógenos, en el sentido de que sólo pueden invadir productos dañados; unos pocos, como los *Colletotrichum*, son capaces de penetrar a través de la piel de ejemplares sanos (Vidal, 2008).

Alternaria

El género *alternaria* incluye alrededor de 50 especies de hongos ampliamente distribuidas en las regiones templadas de la tierra. Se trata de hongos, generalmente saprófitos o parásitos sobre muchos tipos de plantas hortícolas y sobre gran diversidad de sustratos (papel, cueros, tapicerías, etc.). Algunas especies pueden descomponer azúcares, pectina y lignina, así como contaminar alimentos con micotoxinas (Gutiérrez, 2007).

Taxonomía

Género:	<i>Alteternaria</i> sp.
Familia:	Demaciaceae
Forma:	Demaciaceas
Orden:	Moniliales
Clase:	Deuteromicetes
Subdivisión :	Deuteromicotina

Fuente: (Chicaiza, 2008)

Botrytis

Agente causal de la “podredumbre gris”, infecta más de 200 especies vegetales distintas, determinando serias pérdidas económicas antes y después de la recolección. El patógeno puede atacar al cultivo en cualquier estado de desarrollo del mismo y puede infectar cualquier parte de la planta (Benito., et al, 2000).

Taxonomía

Reino:	Fungi
División	Deuteromycota
Clase	Hyphomycetes
Orden	Moniliales
Familia:	Moniliaceae
Género:	Botrytis
Especie	Botrytis cinérea

Funete: (Campaña, 2011)

Diplodia

Este hongo vive normalmente de forma saprofita sobre los restos leñosos, pero puede adquirir virulencia y llegar a producir daños de consideración. El ciclo de patogénesis de este hongo se inicia con las infecciones que tienen lugar a través de conidias o ascosporas. Las estructuras infectivas más comunes son las conidias, que se dispersan fundamentalmente a través de la lluvia. Las infecciones se producen generalmente a través de heridas de la planta (Navarro., et al, 2004).

Taxonomía

Kingdom	Fungi
División	Ascomycota
Clase	Dothideomycetes
Orden	Botryosphaeriales
Familia:	Botryosphaeriaceae
Género:	Diplodia

Funete: (Carrillo,2003)

Rhizopus

Es conocido también como un moho negro de pan, se considera como un hongo que provoca una importante enfermedad poscosecha en frutos maduros, en todas las áreas de producción alrededor del mundo. Se han registrado pérdidas desde un 50 hasta el 100 % en el área de producción. Además de que es un hongo que se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza. Comúnmente vive como saprófito y en ocasiones como parásito (Alvarado, 2009).

Taxonomía

Reino:	Hongos
División	Zygomycota
Clase	Mucormycotina
Orden	Mucorales
Familia:	Mucoraceae
Género:	<i>Rhizopus</i>

Funete: (Carrillo, 2003)

Sclerotinia

Es un hongo extremadamente polífago que causa podredumbre y muerte de plantas en cultivos intensivos y extensivos, malezas y especies silvestres. A nivel mundial y nacional está entre los patógenos de mayor importancia económica. A pesar del impacto económico que ocasiona, los conocimientos en el país sobre la distribución, hospedantes, epidemiología y daños producidos en diversos cultivos, son incompletos y pobremente documentados (Delhey., et al, 2009).

Taxonomía

Reino:	Fungi
División	Ascomycota
Clase	Ascomycetes
Orden	Helotiales
Familia:	Sclerotiniaceae
Género:	<i>Sclerotinia</i>
Especie	<i>S. minor</i> .

Funete: (Martínez, 2008)

Fusarium

La forma y tamaño de las esporas es la característica principal para el reconocimiento de los fusarios. Las esporas están dispersas en el micelio aéreo o en esporodoquios o masas limosas (pionotos). Los macroconidios son curvados, pluriseptados, con una célula apical más o menos puntiaguda y en muchas especies con una célula basal en forma de pie. Los microconidios son comúnmente unicelulares, elipsoidales, fusiformes, claviformes, piriformes o subglobosos, similares en ancho a los macroconidios, con una base redondeada o truncada, por lo general formando cabezuelas mucosas, pero en algunas especies en cadenas basípetas. (Carrillo, 2003).

Taxonomía

Orden	Moniliales
Familia:	Tuberculariaceae
Forma:	Tuberculariaceas
Género:	<i>Fusarium</i> sp
Clase	Deuteromycetes
Subdivisión	Deuteromycotinas

Funete: (Campaña, 2011).

Penicillium

Son mohos comunes que desarrollan sobre los más diversos substratos: granos, paja, cueros, frutas, etc. Su identificación en base a las características morfológicas fue caótica, hasta que se normalizó las condiciones de cultivo se consideró la formación de los metabolitos secundarios en la descripción de las especies. La importancia de estos mohos en la alimentación humana y animal se debe a que, además de causar deterioro, producen toxinas (Carrillo, 2003).

Taxonomía

Reino:	Hongos
División	Ascomycota
Clase	Eurotiomycetes
Orden	Eurotiales
Familia:	Trichocomaceae
Género:	Penicillium
Subgénero	<i>Aspergilloides</i>

Funete: (Carrillo, 2003)

Cladosporium

Al inicio se observaron algunas zonas amarillentas en el haz de las hojas, al observar el envés es notable la presencia de unas manchas marrones situadas en correspondencia a las amarillas del haz., las hojas afectadas son las más viejas, ya que son las menos aireadas y las que reciben menos luz; solo en el caso de fuerte ataque el micelio del hongo comienza a invadir el haz de las hojas y el follaje más joven.

Afortunadamente, el parásito no muestra ninguna preferencia por los frutos que se ven libres del parasitismo, incluso en ataques graves gran parte de la superficie foliar queda inutilizada para realizar su función fotosintética, lo cual incide lógicamente en el descenso de rendimiento y calidad (Chicaiza, 2008).

Taxonomía

Reino:	Hongos
forma	Demaciaceas
Clase	Deuteromicetes
Orden	Moniliales
Familia:	Demaciaceae
Género:	Cladosporium sp
Subgénero	Deuteromicotinas

Funete: (Chicaiza, 2008)

Colletotrichum

En las hojas, áreas necroticas de color marrón. En las flores marchitez, oscurecimiento y caída de las flores. En el tronco y ramas se presentan áreas hundidas, coloración y presencia de canchales. También cuarteadoras o agrietamiento de la corteza y exudaciones de savia que al secarse se observa como una pulverulenta blanquecina.

En frutos en desarrollo: Formación de lesiones pequeñas, localizadas alrededor de las lenticelas de la cáscara, reducción en la calidad de los frutos y caída de los mismos. En frutos maduros: formación de lesiones hundidas de color marrón oscuro o negro, en condiciones óptimas se desarrollan anillos de esporulación color anaranjado.

Taxonomía

Reino:	Fungi
Forma	Amastigota
Clase	Deuteromycetes
Orden	Melanconiales
Familia:	Melanconiaceae
Género:	<i>Colletotichum</i>
Subgénero	Deuteromycetes

Gilmaniella

Causa manchas necróticas pequeñas de color castaño de 2 a 6 mm de diámetro alrededor de las lenticelas y ojos. Las lesiones son superficiales pero destruyen los ojos, por lo que los dos tubérculos afectados no son aparentes para ser usados como semilla.

Taxonomía

Reino:	Fungi
División	Ascomycota
Especie	Anamorfo
Género:	Gilmaniella

CAPITULO III

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales

3.1.1 Materia prima

- Las frutas (Banano, Papaya, Aguacate) utilizadas para esta investigación fue seleccionada al azar, provenientes del mercado central del cantón Quevedo, con un grado de madurez óptimo, sanas y limpias, sin presencia de enfermedades, sin lesiones físicas ni mecánicas.
- El aceite esencial de hierba luisa, fue adquirido en la ciudad de Guayaquil como producto comercial desde su centro de distribución (Las fragancias perfumerías).

3.1.2 Reactivos

- Bacto agar
- Tween 20
- Glucosa
- Hidróxido de sodio
- Agua destilada
- Gentamicina
- Dicloran
- Alcohol potable

3.1.3 Equipos

- Potenciómetro
- Estufa Memmert
- Cabina de bioseguridad
- Autoclave

- Balanza
- Microondas
- Agitador calentador
- Desecador
- pH-metro
- Termómetro digital
- Cocina
- Estereomicroscopio
- Microscopio
- Calibrador Vernier

3.1.4 Materiales de vidrio

- Vasos de Precipitación
- Cajas Petri
- Tubos de ensayo
- Matraz Erlenmeyer
- Botellas de vidrio
- Varilla de agitación

3.1.5 Materiales otros

- Asa de inoculación
- Sacabocado de 4 mm
- Vernier Caliper 150x0.05/6"
- Mechero
- Gasa, Algodón, Piola
- Parafilm
- Papel filtro
- Marcador permanente
- Papel de aluminio

3.1.6 Equipos de protección

- Mandiles
- Guantes
- Mascarilla
- Gorro
- Gafas protectoras

3.2 Métodos

3.2.1 Ubicación

La presente investigación se realizó en el laboratorio de biotecnología y en el laboratorio de química básica de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

3.2.2 Ubicación Geográfica del cantón Quevedo.

Altitud:	120 m.s.n.m.
Longitud:	79°28'30" O
Latitud:	1°2'30" S
Temperatura máxima:	32°C.
Temperatura mínima:	22°C.

3.3 Fase experimental

3.3.1 Factor de estudio

En el siguiente cuadro se describen los factores de estudio para esta investigación.

Cuadro 1. Factor de estudio

FACTOR	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
Aceite esencial C.citrus	a0	Testigo
	a1	Concentración de 125 ppm
	a2	Concentración de 250 ppm
	a3	Concentración de 500 ppm
Frutos	f1	Banano
	f2	Papaya
	f3	Aguacate

Fuente: Mora Grecia, 2012

3.3.2 Tratamientos

Cuadro 2. Tratamientos

TRATAMIENTO	SIMBOLOGÍA	DETALLE O DESCRIPCIÓN
T ₁	a ₀ f ₁	Sin aceite esencial de Hierba luisa en Banano
T ₂	a ₀ f ₂	Sin aceite esencial de Hierba luisa en Papaya
T ₃	a ₀ f ₃	Sin aceite esencial de Hierba luisa en Aguacate
T ₄	a ₁ f ₁	Aceite esencial de Hierba luisa 125 ppm en Banano
T ₅	a ₁ f ₂	Aceite esencial de Hierba luisa 125 ppm en Papaya
T ₆	a ₁ f ₃	Aceite esencial de Hierba luisa 125 ppm en Aguacate

T_7	a_2f_1	Aceite esencial de Hierba luisa 250 ppm en Banano
T_8	a_2f_2	Aceite esencial de Hierba luisa 250 ppm en Papaya
T_9	a_2f_3	Aceite esencial de Hierba luisa 205 ppm en Aguacate
T_{10}	$a_3 f_1$	Aceite esencial de Hierba luisa 500 ppm en Banano
T_{11}	$a_3 f_2$	Aceite esencial de Hierba luisa 500 ppm en Papaya
T_{12}	a_3f_3	Aceite esencial de Hierba luisa 500 ppm en Aguacate

Fuente: Mora Grecia, 2012

3.3.3 Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial donde el factor A es el aceite esencial de Hierba luisa (0, 125, 250 y 500 ppm), el factor F son los frutos (banano, papaya y aguacate), en tres repeticiones. Cada unidad experimental estará formada por cinco frutos.

Cuadro 3. Diseño Experimental

Características	Cantidad de evaluaciones
N° de tratamientos	12
N° de repeticiones	3
N° de unidades experimentales	36

Fuente: Mora Grecia, 2012

3.3.4 Modelo matemático

$$Y_{ij} = u + A + F + Ax_F + E_{ij}$$

Donde:

u = medidas de observación en estudio

A = efecto del factor A

F = efecto del factor F

Ax_F = interacción entre factor A y F

E_{ij} = error experimental

3.3.5 Análisis estadístico

Cuadro 4. Análisis estadístico

F. VARIACIÓN	GL
Tratamientos	(t-1) 11
Factor A	(a-1) 3
Factor F	(f-1) 2

Int. A x F	(a-1) (f-1) 6
Lineal	1
Cuadrática	1
Cúbico	1
Error Experimental A.F(r-1)	36
Total (A.F.r-1)	47

Fuente: Mora Grecia, 2012

3.3.6 Análisis funcional

Para la diferenciación de Mohos y levaduras entre tratamientos se emplearán la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Para los ensayos *in vivo* y características sensoriales se realizó la prueba de chi al cuadrado, evaluando los daños en tres categorías: por color, aroma y textura. para su respectiva identificación.

3.3.7 Métodos específicos y manejo de la investigación

Se escoge las frutas (Banano, Papaya y Aguacate) del mercado central del Cantón Quevedo que la expenden a temperatura ambiente 25 ± 2 , con grado de madurez del 5 en el banano y papaya, en el caso del aguacate con grado de madurez de 3 (Ver anexo 1).

3.3.8 Determinación de los Hongos causantes de la pudrición

1.3.8.1. Preparación del medio de cultivo PDA

Se utilizó 200 g de papa, el cual fue lavado y picado en trozos pequeños, los que se sometieron a cocción, una vez que la papa estuvo blanda se filtró el sustrato a través de un pedazo donde se colocó dos secciones de gasa entre cruzadas para evitar el ingreso de los grumos de la papa. Luego se vierte el sustrato hacia un erlenmeyer de 1000 ml donde se mezclará 12 g de Bacto Agar y 20 g de Glucosa siendo agitado en cada surtida, en caso de no completarse los 1000 ml se enrazó aplicando agua destilada hasta obtener la cantidad requerida. Una vez vertidos

los dos compuestos es puesta a baño maría con el fin de disolver las partículas y grumos que contiene el medio de cultivo. Esta preparación es para un litro de medio de cultivo PDA.

1.3.8.2. Aislamiento de hongos presentes en las frutas de estudio

Se colocaron las frutas en cámara húmeda, esto consiste en colocarlas frutas en un recipiente estéril donde se ubicó una sección de algodón a un costado de la cámara húmeda evitando el contacto con la fruta con la finalidad de proporcionar un micro clima donde el hongo emergerá desde la superficie de la fruta en un lapso de 5 a 7 días. Y se aisló los hongos encontrados hacia el medio de cultivo PDA para su respectiva identificación.

1.3.8.3. Identificación de hongos causantes de la pudrición de las frutas

La determinación de los hongos causantes de la pudrición en banano, papaya y aguacate se realizó lo siguiente:

- Se tomó una muestra pequeña de hongos cultivados y se colocaron sobre el porta objeto que contiene una gota de azul de metileno.
- Se cubrió la sección del hongo con un cubre objeto. Luego,
- Se observó cada placa bajo la lente del microscopio trinocular estructuras frutíferas (micelio, conidias y conidióforos), con la ayuda de claves taxonómicas de Barnett & Hunter (1998), se procedió a la identificación de los hongos.

3.3.9 Preparación del medio de cultivo PDA con diferentes concentraciones de aceite esencial de hierba luisa.

Según (Gonzales, 2010), se pesó el aceite esencial de hierba luisa para obtener las concentraciones de 125, 250 y 500 ppm a evaluar. Con precisión se pesó 50

mg del Aceite esencial hierba luisa y se disolvió en 500 µL de Tween 20. La concentración final de esta disolución fue 100000 ppm. Se realizó diluciones al décimo, utilizando tubos de ensayo, secos, limpios y estériles, a los que se añadió 900µL de Tween 20 y 100 µL del extracto de la concentración anterior, las concentraciones finales fueron de 10000ppm y 1000ppm.

Se prepararon varias diluciones sucesivas (Ejm: 500 µL de Tween 20 + 500 µL de la solución de 1000 ppm), concentraciones finales: 500, 250 y 125 ppm. Se codificaron cajas Petri estériles, con la concentración final, se pipeteó separadamente 100 µL de las disoluciones con el aceite esencial de canela a los tubos de ensayo que contenían 10 mL de PDA a 45°C. Se mezcló con la ayuda de un vórtex e inmediatamente se pasó a las cajas Petri previamente codificadas con cada una de las concentraciones preparadas, una vez que se solidificó el medio de cultivo, se sometieron a prueba de esterilidad, la cual consiste en dejarlos en incubación a 25° C durante 24 horas.

3.3.10 Determinación in vitro de las propiedades antifúngicas del aceite esencial de hieba luisa.

El aislamiento de los hongos causantes de la pudrición de las frutas (**Musa paradisiaca** L: *Fusarium*¹sp, *Fusarium*²sp, *Colletotrichium* sp y *Fusarium*³ sp; **Carica papaya** L.: *Fusarium*¹sp, *Penicillium* sp, *Cladosporium* sp y *Fusarium*²sp; **Persea americana**: *Fusarium*¹sp, *Glimaniella* sp, *Fusarium*²sp y *Fusarium*³ sp), (Ver anexo 4), consistió en la obtención de un cepa pura, aislando los hongos implicados en la pudrición de las frutas.

Se determinó el número de colonia, tomando una muestra de cada una de ellas y colocándolas en cajas petril con medio de cultivo PDA a temperatura ambiente. Una vez hecha la siembra se colocó cinta de parafilm sellando las cajas y dejándolas en un lugar óptimo para el desarrollo del hongo, durante 7 día cuando se presenta la proliferación de micelio y conidios, al cabo de este tiempo con la ayuda de un saca bocado de 4 mm de diámetro previamente estéril, se extrajeron tres discos de cada una de las colonias por separado y fueron depositadas en

tubos de ensayo que contuvo 9 ml de agua destilada estéril, siendo agitadas manualmente para homogenizar y dispersar el inóculo.

Con un disco de papel filtro de un diámetro de 5 mm fue humedecido con el inóculo del hongo disuelto de cada fruta aislada por separado y aplicándolo en la parte céntrica del medio de cultivo PDA que contienen las diferentes concentraciones de aceite esencial de hierba luisa, para la evaluación de inhibición de hongos causantes de la pudrición de frutas. Evaluando el crecimiento dimétrico de los hongos cada 24 después de la siembra utilizando un calibrador Vernier.

La investigación se incubó a 24 ± 2 °C durante diez días. Se realizaron tres repeticiones por cada tratamiento. Las cajas Petri con PDA + aceite esencial fueron utilizadas como control positivo y las cajas con PDA sin aceite esencial representaron al control negativo un testigo.

Posteriormente se evaluó el desarrollo de las colonias, considerando un efecto fungicida en aquellos que no presentaron crecimiento del hongo y fungistático para los que sí lo presentaron.

3.3.11 Determinación de la actividad antimicrobiana del aceite esencial *Cymbopogon Citratus* Stapf (hierba luisa) in vivo, por el método de inmersión

Se realizó la caracterización organoléptica de las frutas: banano (T1), papaya (T2) y aguacate (T3); en base a los siguientes análisis sensoriales (color, olor y textura); cada uno de los tratamientos (T1, T2 y T3) se trabajó a una concentración de 500 ppm de aceite esencial (AE) de hierba luisa, con tres repeticiones además se empleó 10 frutos como unidad experimental más un testigos (sin aplicar AE de hierba luisa).

Se utilizaron frutas maduras que fueron lavadas con agua corriente después se enjuagaron con agua destilada por tres veces, dejando secar a temperatura ambiente ($25 \pm 2^{\circ}\text{C}$).

El método de inmersión consiste en sumergir las frutas maduras de cada tratamiento antes indicado en aceite esencial de hierba luisa contenido en un vaso de precipitación de 500 mL por un periodo de 5 segundos por fruta, retirándose inmediatamente, en una superficie lisa se dejó escurrir y secar por 5 minutos. Se estableció como un método para conservar al banano, papaya y aguacate para prolongar su tiempo de vida y mantenerlas en buen estado, reduciendo la infección de microorganismos con un recubrimiento total de las frutas sin existir pérdida de la solución.

3.3.12 Variables e indicadores que se evaluaron

Evaluación sensorial (color, olor y textura)

El análisis sensorial, se realizó a través de un panel de catadores seleccionados para tal objetivo, los mismos que previamente recibieron instrucciones elementales para el caso.

Determinación de pH

Se realizó de acuerdo con las normas INEN 389 (Ver anexo 4).

CAPITULO IV

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Identificación de hongos presentes en tres frutas comerciales (banano, papaya y aguacate)

Para este estudio se aislaron y se identificaron 12 hongos son (**Musa paradisíaca** L.: *Fusarium*¹sp, *Fusarium*²sp, *Colletotrichium* sp y *Fusarium*³ sp; **Carica papaya** L.: *Fusarium*¹sp, *Penicillium* sp, *Cladosporium* sp y *Fusarium*²sp; **Persea americana**: *Fusarium*¹sp, *Glimaniella* sp, *Fusarium*²sp y *Fusarium*³ sp), causantes del deterioro o pudrición de las frutas las mismas que mediante cámara húmeda se pudieron aislar hacia medio de cultivo PDA, mediante el reconocimiento por estructuras morfológicas (micelio, conidios y conidióforos) vistas a través de microscopio trinocular a razón de 40X y la ayuda de las claves taxonómicas se identificaron los hongos que afectan a las frutas provocando su deterioro y acortando el tiempo de conservación y almacenamiento.

4.2 Dinamismo anti fúngico del aceite esencial de *Cymbopogon Citratus* Stapf (hierba luisa) in vitro.

Evaluación a partir de las 48 horas

El crecimiento de los hongos se efectuó en cajas Petri que contenían medio de cultivo PDA, el mismo que fue mezclado con diferentes concentraciones de aceite esencial *C. Citratus*: 125, 250 y 500 ppm, cada concentración por separado con su respectivo testigo. Se evaluó el crecimiento (cm) de las colonias de los hongos desde el primer día hasta el décimo día en la fruta de banano en el segundo día de evaluación se constató que el hongo BH1 y BH2 con promedios de 1,13 y 1,18 cm son de menor desarrollo al utilizar una concentración de 500 ppm, en comparación con los hongos BH3 y BH4 demuestra tener un promedio de 1,71 y 1,74 cm de halo de crecimiento superior al resto siendo este del tratamiento de 125 ppm y testigo. A diferencia con la fruta de papaya, el halo del hongo PH3 presentó un promedio de 0,62 cm de crecimiento en una concentración de 250 ppm demostrando un efecto sobre el hongo, esto no asegura que vaya

disminuyendo al pasar los días. El mayor crecimiento evaluado a las 48 horas se dio en la concentración de 500 ppm con un halo de crecimiento de 3,94 cm promedio del hongo PH1, esto podría ser que el hongo demostrará poseer un mayor efecto en la descomposición de esta fruta. Para el Aguacate el menor crecimiento presentan los hongos AH2 y AH3 en concentraciones de 250 y 500 ppm, el mayor crecimiento presenta el hongo AH1 (Cuadro 5).

Cuadro 5. Análisis del comportamiento in vitro de hongos presentes en *Musa paradisiaca* L. (Banano), *Carica papaya* L. (Papaya) y *Persea americana* (Aguacate) aplicando diferentes concentraciones de aceite esencial de *Cymbopogon Citratus* stapf (hierba luisa) a las 48 horas de siembra.

TRATAMIENTOS	BANANO		PAPAYA		AGUACATE	
A0F1	1,60	a b	3,67	d	2,63	c
A0F2	1,35	a b	0,95	a, b, c	1,15	a, b
A0F3	1,53	a b	0,73	a, b	1,13	a
A0F4	1,74	b	1,18	c	1,46	b
A1F1	1,34	a b	3,89	d	2,61	c
A1F2	1,36	a b	0,95	a, b, c	1,19	a, b
A1F3	1,71	b	0,67	a	1,19	a, b
A1F4	1,41	a, b	1,23	c	1,31	a, b
A2F1	1,31	a, b	3,71	d	2,51	c
A2F2	1,29	a, b	1,12	c, b	1,2	a, b
A2F3	1,63	a, b	0,62	a	1,12	a
A2F4	1,40	a, b	1,05	a, b, c	1,22	a, b
A3 F1	1,13	a	3,94	d	2,54	c
A3 F2	1,18	a	0,96	a, b, c	1,07	a
A3F3	1,45	a, b	0,64	a	1,05	a
A3F4	1,44	a, b	1,20	c	1,32	a, b
Promedio	1,43		1,66		1,54	
CV(%)	11,87		8,62		6,58	

Fuente: Grecia Mora (2012)

Evaluación a partir de las 96 horas

A las 96 horas transcurrido su crecimiento se evaluó el grado de inhibición de los hongos en la fruta de banano, demostrando un lento crecimiento en los hongos BH1, BH2 y BH3 con excepción del hongo BH4 que posee un desarrollo superior al resto. Evaluando la fruta de papaya se observó un menor crecimiento en el hongo PH3 a una concentración de 250 ppm de Aceite esencial de hierba luisa a

diferencia del hongo PH1 continúa siendo el de mayor halo de crecimiento. Y para el Aguacate marca la diferencia de crecimiento en lo hongo AH4 con la concentración de 500 ppm teniendo un menor avance de desarrollo, a excepción del testigo y los hongos AH2, AH3 muestran el mayor desarrollo micelial en la superficie del medio de cultivo (Cuadro 6).

Cuadro 6. Análisis del comportamiento in vitro de hongos presentes en *Musa paradisiaca* L. (Banano), *Carica papaya* L. (Papaya) y *Persea americana* (Aguacate) aplicando diferentes concentraciones de aceite esencial de *Cymbopogum Citratus* stapf (hierba luisa) a las 96 horas de siembra.

TRATAMIENTOS	BANANO	PAPAYA	AGUACATE
A0F1	4,15 a	8,26 e	3,21 c, d, e
A0F2	3,27 a	1,79 a, b, c	3,84 g
A0F3	3,39 a	1,66 a, b	3,35 d, e, f
A0F4	6,67 c	3,83 d	3,05 a, b, c, d
A1F1	3,97 a	8,39 e	3,34 d, e, f
A1F2	3,78 a	1,91 b, c	3,69 f, g
A1F3	3,75 a	1,47 a, b	3,57 e, f, g
A1F4	5,30 b	3,90 d	3,18 b, c, d
A2F1	3,87 a	8,05 e	3,06 a, b, c, d
A2F2	3,40 a	2,35 c	3,39 d, e, f
A2F3	3,69 a	1,23 a	3,17 b, c, d
A2F4	5,35 b	3,53 d	2,82 a, b
A3 F1	3,49 a	8,36 e	2,96 a, b, c
A3 F2	3,36 a	1,96 b, c	3,25 c, d, e
A3F3	3,72 a	1,45 a, b	3,36 d, e, f
A3F4	5,36 b	3,61 d	2,69 a
Promedio	4,16	3,86	3,24
CV(%)	7,99	5,2	3,8

Fuente: Mora Grecia, 2012

Evaluación a partir de las 144 horas

Al transcurrir 144 horas de la siembra en los tratamientos con las concentraciones antes indicadas se encontraron los siguientes resultados: en banano el menor avance de crecimiento de micelio sobre el medio de cultivo presenta el hongo BH2 en la concentración de 250 ppm es de mayor efecto retardador del crecimiento de este hongo a excepción del hongo BH4 quien presenta un crecimiento superior cubriendo casi por completo la caja Petri. En cuanto a la fruta

de Papaya, el hongo PH3 en concentración de 250 ppm prevalece en el retardo de crecimiento, mientras tanto el hongo PH1 en las diferentes concentraciones, incluyendo testigo representa el crecimiento total de la caja Petri de evaluación. Para el aguacate, en los tratamientos utilizados no existen diferencias significativas sin embargo al igual que los días anteriores el hongo AH4 con una concentración de 125 ppm su halo de crecimiento continuo siendo menor al resto de los otros tratamientos (Cuadro 7).

Cuadro 7. Análisis del comportamiento in vitro de hongos presentes en *Musa paradisiaca* L. (Banano), *Carica papaya* L. (Papaya) y *Persea americana* (Aguacate) aplicando diferentes concentraciones de aceite esencial de *Cymbopogon Citratus* Stapf (hierba luisa) a las 144 horas de siembra.

TRATAMIENTOS	BANANO	PAPAYA	AGUACATE
A0F1	6,34 a, b, c	9,20 d	5,58 a
A0F2	5,1 a	2,36 a	5,6 a
A0F3	5,02 a	2,31 a	5,62 a
A0F4	9,20 d	6,19 b, c	5,51 a
A1F1	6,61 a, b, d	9,20 d	5,52 a
A1F2	6,02 a, b	2,57 a	6,00 a
A1F3	5,24 a	2,07 a	5,71 a
A1F4	7,64 b, c, d	6,45 c	4,71 a
A2F1	6,39 a, b, c	9,20 d	5,39 a
A2F2	4,81 a	2,81 a	6,65 a
A2F3	5,67 a	1,65 a	5,58 a
A2F4	8,48 d	5,38 b, c	5,65 a
A3 F1	5,88 a	9,20 d	6,91 a
A3 F2	5,89 a, b	2,52 a	6,84 a
A3F3	5,78 a	1,65 a	5,65 a
A3F4	7,99 c, d	5,13 b	4,93 a
Promedio	6,37	4,89	5,74
CV(%)	9,4	8,14	14,71

Fuente: Mora Grecia, 2012

Evaluación a partir de las 192 horas

Al llegar a las 192 horas transcurridas se visualizó en el banano el hongo BH2, tiene un menor desarrollo, siendo del tratamiento testigo. A diferencia del hongo BH4 en concentraciones de 125 y 250 ppm que demostraron un halo de crecimiento mayor cubriendo en su totalidad la superficie del medio de cultivo PDA. Para papaya el hongo PH3 marco diferencia en halo de crecimiento ante los

demás tratamientos donde se visualiza un menor avance en concentraciones de 250 y 500 ppm, sin duda alguna el hongo PH1 sigue siendo el de mayor propagación. No marca ninguna diferencia significativa en los tratamientos del aguacate, debido a que existe el crecimiento normal de los hongos sembrados con las diferentes concentraciones. La única diferencia resultante es la numérica, donde el hongo AH4, que posee una concentración de 125 ppm, es el de crecimiento menor al resto de los tratamientos, el que marcó mayor halo de crecimiento fue el hongo AH2 utilizando una concentración de 500 ppm, no resultó favorable (Cuadro 8).

Cuadro 8. Análisis del comportamiento in vitro de hongos presentes en *Musa paradisiaca* L. (Banano), *Carica papaya* L. (Papaya) y *Persea americana* (Aguacate) aplicando diferentes concentraciones de aceite esencial de *Cymbopogum Citratus* Stapf (hierba luisa) a las 192 horas de siembra

TRATAMIENTOS	BANANO	PAPAYA	AGUACATE
A0F1	8,34 b, c	9,20 c	7,52 a
A0F2	6,92 a, b	2,72 a	8,24 a
A0F3	6,28 a	2,86 a	7,24 a
A0F4	9,20 c	8,43 b, c	6,16 a
A1F1	8,84 b, c	9,20 c	7,82 a
A1F2	8,07 a, b, c	2,95 a	8,57 a
A1F3	7,55 a, b, c	2,58 a	7,39 a
A1F4	9,20 c	7,85 b, c	5,98 a
A2F1	8,84 b, c	9,20 c	7,58 a
A2F2	7,09 a, b	3,22 a	8,26 a
A2F3	7,67 a, b, c	2,18 a	7,61 a
A2F4	9,20 c	7,00 b	7,12 a
A3 F1	8,18 a, b, c	9,20 c	8,29 a
A3 F2	8,07 a, b, c	2,86 a	9 a
A3F3	7,43 a, b, c	2,53 a	7,36 a
A3F4	8,33 b, c	6,60 b	7,14 a
Promedio	8,07	5,53	7,58
CV(%)	8,35	12,36	15,35

Fuente: Mora Grecia, 2012

Evaluación a partir de las 240 horas

En los últimos días de evaluación se constató diferencia altamente significativa en el desarrollo de los hongos empleados en el banano donde el hongo BH3 resultó

poseer un crecimiento inferior correspondiendo al tratamiento testigo. Sin embargo, en los hongos BH4, BH2 y BH1 en concentraciones de 125 y 250 ppm y en testigos demuestran un crecimiento pronunciado donde cubren en toda la superficie de la caja Petri.

Al transcurrir las 240 horas se mantiene el hongo PH3 con concentraciones de 250 y 500 ppm el cual marca un inferior halo de crecimiento entre los otros tratamientos. Por otro lado, concentraciones de 250 y 500 ppm no resultaron favorables al detener el crecimiento del hongo PH1.

En cuanto al aguacate no existió diferencia estadística debido a que en todos los tratamientos se desarrollaran con normalidad, en las concentraciones empleadas para la retardar su crecimiento, esto implicó desarrollos entre 7,15 a 9,20 cm del halo de crecimiento entre los hongos aislados de esta fruta comercial (Cuadro 9).

Cuadro 9. Análisis del comportamiento in vitro de hongos presentes en *Musa paradisiaca* L. (Banano), *Carica papaya* L. (Papaya) y *Persea americana* (Aguacate) aplicando diferentes concentraciones de aceite esencial de *Cymbopogon Citratus* Stapf (hierba luisa) a las 240 horas de siembra.

TRATAMIENTOS	BANANO		PAPAYA		AGUACATE	
A0F1	9,20	b	9,20	c	8,74	a
A0F2	8,10	a, b	3,09	a	9,2	a
A0F3	6,97	a	3,53	a	8	a
A0F4	9,20	b	9,20	c	7,9	a
A1F1	9,20	b	9,20	c	9,2	a
A1F2	9,20	b	3,15	a	9,2	a
A1F3	8,25	a, b	2,99	a	8,07	a
A1F4	9,20	b	8,70	b, c	7,15	a
A2F1	9,20	b	9,20	c	8,6	a
A2F2	9,20	b	3,44	a	9,2	a
A2F3	8,56	a, b	2,50	a	9,2	a
A2F4	9,20	b	7,59	b, c	9,2	a
A3 F1	8,60	a, b	9,20	c	9,2	a
A3 F2	8,60	a, b	3,19	a	8,71	a
A3F3	8,10	a, b	2,89	a	7,99	a
A3F4	8,57	a, b	6,96	b	9,2	a
Promedio	8,81		5,88		8,67	
C.V. (%)	8,33		11,67		11,31	

Fuente: Mora Grecia, 2012

4.3 Análisis sensorial

Cuadro 10. Resultados obtenidos primer día del análisis organoléptico del banano, papaya y aguacate, sumergido en aceite esencial *C. citratus*.

Banano	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Chi cuadrado	0.05%	0.01%
Color	10	9	1	15,57 **	3,84	6,63
Aroma	10	8	2	6,43 *		
Textura	10	9	1	10,43 **		

* Significativo ** Altamente significativo

Fuente: Mora Grecia, 2012

Papaya	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Chi cuadrado	0.05%	0.01%
Color	10	9	1	10,43**	3,84	6,63
Aroma	10	9	1	10,43**		
Textura	10	9	1	10,43**		

* Significativo ** Altamente significativo Ns No significativo

Fuente: Mora Grecia, 2012

Aguacate	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Chi cuadrado	0.05%	0.01%
Color	10	9	1	10,43 **	3,84	6,63
Aroma	10	8	2	6,43 *		
Textura	10	9	1	10,43 **		

* Significativo ** Altamente significativo Ns No significativo

Fuente: Mora Grecia, 2012

Tomando en consideración los resultados obtenidos en la tabla N° del análisis de varianza, correspondiente a un nivel de significación del 1% y el 5%, se determinó que existe diferencia altamente significativa en el color y textura, sin embargo se presentó diferencia significativa en el aroma. De igual manera ocurre para la fruta de aguacate mostrando diferencia estadística altamente significativa tanto en color como en textura y marcando diferencia significativa para el aroma. A excepción de la papaya quien marca diferencia altamente significativa en color, textura y aroma según las diez personas catadoras en el primer día de evaluación.

Cuadro 11. Resultados obtenidos tercer día del análisis organoléptico del banano, papaya y aguacate, sumergido en aceite esencial *C. citratus*.

Banano	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Chi cuadrado	0.05%	0.01%
Color	10	9	1	10,43**	3,84	6,63
Aroma	10	8	2	6,43*		
Textura	10	8	2	6,43*		

* Significativo ** Altamente significativo Ns No significativo

Fuente: Mora Grecia, 2012

Papaya	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Chi cuadrado	0.05%	0.01%
Color	10	8	2	6,43*	3,84	6,63
Aroma	10	7	3	3,57		
Textura	10	6	4	1,86		

* Significativo ** Altamente significativo Ns No significativo

Fuente: Mora Grecia, 2012

Aguacate	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Chi cuadrado	0.05%	0.01%
Color	10	8	2	6,43 *	3,84	6,63
Aroma	10	7	3	3,57 Ns		
Textura	10	8	2	6,43 Ns		

* Significativo ** Altamente significativo Ns No significativo

Fuente: Mora Grecia, 2012

En el cuadro N° 11, del análisis de varianza, correspondiente a un nivel de significación del 1% y el 5%, al tercer día de evaluación se determinó que el banano existe diferencia altamente significativa en el color, obteniendo diferencia significativa en el aroma y textura. Para la papaya y el aguacate mantiene diferencia estadística significativa en el color, pero en el aroma y textura no existe diferencia significativa.

Cuadro 12. Resultados obtenidos quinto día del análisis organoléptico del banano, papaya y aguacate, sumergido en aceite esencial C. citratus.

Banano	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Chi cuadrado	0.05%	0.01%
Color	10	7	3	3,57 Ns	3,84	6,63
Aroma	10	6	4	1,86 Ns		
Textura	10	5	5	1,29 Ns		

* Significativo ** Altamente significativo Ns No significativo

Fuente: Mora Grecia, 2012

Papaya	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Chi cuadrado	0.05%	0.01%
Color	10	7	3	3,57 Ns	3,84	6,63
Aroma	10	6	4	1,86 Ns		
Textura	10	5	5	1,29 Ns		

* Significativo ** Altamente significativo Ns No significativo

Fuente: Mora Grecia, 2012

Aguacate	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Chi cuadrado	0.05%	0.01%
Color	10	6	4	1,86 Ns	3,84	6,63
Aroma	10	5	5	1,29 Ns		
Textura	10	4	6	1,86 Ns		

* Significativo ** Altamente significativo Ns No significativo

Fuente: Mora Grecia, 2012

Cuadro 13. Resultados obtenidos séptimo día del análisis organoléptico del banano, papaya y aguacate, sumergido en aceite esencial C. citratus.

Banano	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Chi cuadrado	0.05%	0.01%
Color	10	7	3	3,57	3,84	6,63
Aroma	10	6	4	1,86		
Textura	10	5	5	1,29		

* Significativo ** Altamente significativo Ns No significativo

Fuente: Mora Grecia, 2012

Papaya	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Chi cuadrado	0.05%	0.01%
Color	10	5	5	1,29 Ns	3,84	6,63
Aroma	10	6	4	1,86 Ns		
Textura	10	3	7	3,57 Ns		

* Significativo ** Altamente significativo Ns No significativo

Fuente: Mora Grecia, 2012

Aguacate	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Chi cuadrado	0.05%	0.01%
Color	10	3	7	3,57	3,84	6,63
Aroma	10	3	7	3,57		
Textura	10	4	6	1,86		

* Significativo

** Altamente significativo

Ns No significativo

Fuente: Mora Grecia, 2012

Al realizar la prueba de chi cuadrado se puede apreciar que en el quinto y séptimo día de evaluación por los catadores, el banano, papaya y aguacate, no existe diferencia significativa en sus características organolépticas (color, aroma y textura), descomponiendo la fruta en su tejido externo e interno.

4.4 Determinación de pH

Cuadro 14. Medición de pH en el lapso de 7 días de evaluación con y sin aceite esencial de *C. citratus* stapf

	1 día	3 día	5 día	7 día
Testigo Banano	5,15	5,32	5,72	5,69
Banano + AE	5,39	5,35	5,46	5,75
Testigo Papaya	5,60	5,80	5,58	6,33
Papaya + AE	5,53	5,65	5,49	6,37
Testigo				
Aguacate	5,23	5,61	6,80	5,41
Aguacate + AE	5,27	6,18	5,92	5,20

Fuente: Mora Grecia, 2012

Como se observa en el cuadro 6, el pH al séptimo día las frutas tienen una moderada acidez desde 5,69 en el testigo del banano y 5,75 en el banano más el aceite esencial, seguido de 5,41 es el testigo del aguacate y 5,20 aguacate más el aceite esencial. Sin embargo el testigo de la papaya muestra un pH de 6,33 y 6,37 para la papaya más el aceite esencial aproximándose a un pH neutro. Al evaluar los anteriores días donde fueron sumergidas las frutas en aceite esencial ninguna de estas varía su pH con gran intensidad manteniéndose en condiciones apropiadas para su consumo.

CAPITULO V

5 CONCLUSIONES

- Mediante la cámara húmeda se lograron aislar e identificar 12 hongos (**Musa paradisiaca** I: *Fusarium*¹sp, *Fusarium*²sp, *Colletotrichium* sp y *Fusarium*³ sp; **Carica papaya** L.: *Fusarium*¹sp, *Penicillium* sp, *Cladosporium* sp y *Fusarium*²sp; **Persea americana**: *Fusarium*¹sp, *Glimaniella* sp, *Fusarium*²sp y *Fusarium*³ sp), mostrando mayor descomposición en las frutas empleadas para sus aislamientos.
- Al utilizar aceite esencial de hierba luisa in vitro, el mayor efecto se presentó en las concentraciones de 250 ppm y 500 ppm al ser evaluado a las 192 horas, lo que permitió utilizar la concentración de 500 ppm para el trabajo in vivo, debido a la disminución del halo de crecimiento tanto en los hongos de papaya PH2, PH3 y PH4.
- En el transcurso de la evaluación in vitro se observó un cambio notorio en las estructuras miceliales de algunos de los hongos tomando en consideración que el aceite esencial marcó un efecto en la fisionomía de los hongos AH1 y AH4 con las concentraciones de 125, 250 y 500 ppm, dando como resultado alteraciones en el color, estructura, elevación y dispersión del micelio.
- La temperatura y humedad donde se realizó el ensayo in vivo pudo ser un factor más por el cual existió un rápido crecimiento o proliferación de los hongos siendo muy corto el tiempo de vida en las frutas comerciales que se utilizaron.
- Al realizar las respectivas caracterizaciones de cada una de las frutas estudiadas, se pudo notar que en banano el efecto de descomposición se presentó al séptimo día, transcurrido su tiempo de exposición de frutas en estado regular, a diferencia de la papaya y el aguacate donde se

registraron puntuaciones bajas de acuerdo a la prueba de chi cuadrado, esto se presentó por causas de problemas mecánicos en el momentos de tratarse en la post cosecha o en el traslado del fruto. Sin duda alguna el mayor efecto que ayuda a los microorganismos a descomponer las frutas, legumbres y hortalizas es el factor clima, debido que los microorganismos tienen su mayor efecto en condiciones húmedas tropicales en comparación con las condiciones frías que pueden ser asociadas al almacenamiento sin afectaciones visibles de rápida degradación. A medida que los días avanzan las frutas pierden su consistencia, como se observa en el cuadro N° 12 y 13, que al quinto y séptimo día se puede definir que la afectación de los hongos es ya más acentuada en las frutas de papaya y aguacate, tanto en la cascara, como en la pulpa que estas contienen.

- Para esta investigación se aceptó la hipótesis nula, puesto que en ninguna de las frutas existió un efecto prolongado de inhibición al crecimiento de hongos. Sin embargo, los resultados obtenidos solo en banano presentó un efecto sobre la degradación de la fruta, presentando consigo una tonalidad normal en comparación a la papaya y el aguacate los cuales se deterioraron a partir del quinto día.

CAPITULO VI

6 RECOMENDACIONES

- Se deberán realizar trabajos relacionados con aceite esencial con mayores concentraciones a las empleadas en esta investigación debido a los resultados alcanzados.
- Utilizar otra metodología para trabajo in vivo donde se aplique el aceite esencial sobre frutas comerciales realizando comparaciones de métodos y viendo cual es el más eficaz en distintos tipos de almacenamiento (mercado comercial y centros comerciales).
- Uno de las variables que podría utilizarse para futuras investigaciones sería el realizar ensayos en frutas con aceite esencial depositadas en cámaras a diferentes temperaturas para determinar que concentración es óptima para inhibir el crecimiento de los microorganismos.
- Las frutas utilizadas deberán ser frescas y sin ningún tipo de daños tanto físicos como mecánicos en la post cosecha así no existirá una alteración de los resultados al momento de evaluar con la aplicación de aceite esencial in vivo.

CAPITULO VI

7 BIBLIOGRAFÍA

1. Agron, S; Agron J; Perez B; Hernandez, B. Guía tecnológicos sobre el cultivo del aguacate. República Dominicana. 5p.
2. Albarracín, G y gallo, S. 2003. Comparación de dos métodos de extracción de aceite esencial utilizando piper aduncum (cordoncillo) procedente de la zona cafetera. Universidad nacional de Colombia.
- 3.
4. Alvarado, A. 2009. Efecto antifungico in vitro e in situ del quitosano y aceite esencial sobre Rhizopus stoloniferr. Tesis de grado. Instituto politécnico nacional. 12p.
5. Anguiano, M; Verduzco, J y Cardenas, J. 2010. Papaya perfil comercial. (en línea). Consultado el 06-09-2012. Disponible en: <http://seder.col.gob.mx/seder20011/Comercializacion/perfiles/Papaya.pdf>
6. Andino, F y Castillo, Y. 2011. Microbiología de los alimentos. Un enfoque práctico para la inocuidad alimentaria. 12p
7. Arcila, M. 2004. Poscosecha, industrialización y uso de subproductos del plátano. 12p
8. Áreas, C y Toledo, J. 2007. Manual de manejo postcosecha de frutas tropicales (papaya, piña, plátano, cítricos). Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación (fao).
9. Ávila, G y Fonseca, M. 2008. Calidad microbiológica de jugos preparados en Hogares de bienestar familiar en la zona norte de Cundinamarca. Tesis de grado. Bogotá. 10p.
10. Ayala, N. 2010. Manejo poscosecha de banano. Ministerio de agricultura y ganadería. San Lorenzo, Paraguay
11. Ayudaproyecto, 2008. Asesoría Financiera, Legal & Proyectos Empresariales. Banano Orgánico. (en línea). Consultado 03 – Noviembre – 2011. Disponible en <http://www.ayudaproyecto.com/boletin/55.htm>
12. Barnett, H.L.; Hunter, B. B., 1998. Illustrated genera of imperfect fungi. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota.

13. Bartoli, J. 2008. Manual técnico del cultivo del aguacate hass (persea americana L.). Honduras.
14. Bejarano N y Carrillo L. 2007. Manual de Microbiología de los Alimentos. Frutas y hortalizas. (en línea). Consultado el 28-julio-2011. Disponible en: <http://www.unsa.edu.ar/biblio/repositorio/malim2007/7%20frutas%20y%20hortalizas.pdf>
15. Benito, E., Arranz, M y Eslava, A. 2000. Factores de patogenicidad de Botrytis cinérea. Area de Genética, Departamento de Microbiología y Genética, Universidad de Salamanca, España.
16. Bernal. J y Díaz, C. 2008. Tecnología para el cultivo del aguacate. Centro de Investigación La Selva. Colombia. 69p.
17. Bogantes, A; mora, E; Umaña, G y Loría, C. 2010. Guia para la producción de la papaya en costa rica.
18. Borja, F. 2010. Actividad antibacteriana y concentración mínima inhibitoria del aceite esencial del cymbopogon citratus frente al streptococcus mutans in vitro. Tesis de grado. (en línea) disponible en: <http://www.cop.org.pe/bib/tesis/fadiathtalithaborjasihuinta.pdf>
19. Campos E, 2011. Hieba luisa articulo científico. (en línea). Consultado el 28 - Julio – 2012. Disponible en: http://es.scribd.com/evelyn_sosa_3
20. Castro, J y Bedoya, I. 2011. Aislamiento y epoxidación con dimetildioxirano de los constituyentes mayoritarios de los aceites esenciales de tagetes lucida, cymbopogon citratus, lippia alba y eucalyptus citriodora. Tesis de grado. Universidad tecnológica de Pereira. 29p.
21. Campaña, 2011. “Alternativas ecológicas para el control del moho gris (botrytis cinerea) en mora de castilla (rubus glaucus benth)”. Tesis de grado. Escuela politécnica del ejército. 9p.
22. Campos, R; Santacruz, U; Rivera, G.; Florez, M. 2011. Distinción de los síntomas del viroide del aguacate “rayito de sol y su manejo en michoacán, México” universidad autónoma chapingo departamento de fitotecnia. Centro de investigaciones agrícolas de michoacán. Mexico. 2p
23. Campuzano, A. 2010. Efecto del tipo de producción de banano cavendish en su comportamiento poscosecha. Tesis de grado. Escuela superior politécnica del litoral. 11p

24. Carrillo, L. 2003. Los hongos de los alimentos y forrajes. (en línea). Consultado el 7-09-2012. Disponible en: <http://www.unsa.edu.ar/matbib/hongos/htextocubierta.pdf>
25. Casaca, A. 2005. Cultivo de papaya. Guías tecnológicas de frutas y vegetales. 3, 8 y 9 pp.
26. Castro, L; Morales, L y Aranguren, M. 2001. Fundamentos teóricos – prácticos sobre el cultivo y cosecha de la papaya *Carica papaya* (L.). 4p.
27. Crespo G; Suarez E y Tabalino C. 2009. Estudio de factibilidad para el lanzamiento del producto jaleas de banano a partir del banano desechado. Ecuador. 2p.
28. Chicaiza, G. 2008 “Inventario de enfermedades fungosas de la uvilla (*Physalis peruviana*) en las parroquias de Yaruquí y Amaguaña del cantón Quito, provincia de Pichincha.” Tesis de grado. Universidad estatal de Bolívar. 21-23pp.
29. Del Pozo, X. 2006. Obtención de aceite esencial a partir de las hojas de hierba luisa (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf), para su aplicación como antibacteriano y antimicótico. Tesis de grado. (en línea) Consultado 28-julio-2012. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/511/1/T-ESPE-025025.pdf>
30. Delhey, R¹, Kiehr, M, Allievi, M, Lusto, J, Frayssinet, S, Sidoti, B, Kroger, I, Paoloni, PJ, Zappacosta y Servera, D. 2009. *Sclerotinia sclerotiorum* en plantas cultivadas e invasoras del sur pampeano y norte patagónico, Revista internacional experimental de botánica. Argentina.
31. Di Rico, A. 2006. Utilización de natamicina para la conservación de yogurt, zumos y pulpas de frutas. Universidad tecnológica equinoccial. Quito. 9p.
32. Eliká, 2011. Alteración de los alimentos. Fundación Vasca para la seguridad agroalimentaria. (en línea). Consultado el 2-Septiembre-2012. Disponible en: http://www.elika.net/datos/formacion_documentos/Archivo10/7.Alteraci%C3%B3n%20de%20los%20alimentos.pdf
33. Ecuaquímica, 2012. Tips en cosecha y postcosecha de banano. (en línea). Consultado el 05-09-2012. Disponible en: <http://www.ecuaquimica.com.ec/infoagricola.html>

34. Essential Oils Peru, 2011. Aceite esencial del peru para el mundo. (en línea). Consultado 28-julio-2012. Disponible en: http://www.aceitesesenciales-eop.com/es/pdf/aceite_esencial_de_hierba_luisa_beneficios.pdf
35. Falcones, B; Manchero, F; Navarro, I. Proyecto de Creación de una Empresa Exportadora de Banano hacia la Unión Europea. Escuela Superior Politécnica del Litoral.
36. Flores, e. 2009. Potencial productivo del orégano (*lippia graveolens* hbk.) Y calidad de su aceite esencial en dos localidades del mezquital, dgo. Tesis de grado. Instituto politécnico nacional.
37. Flores, W. 2011. “caracterización morfoagronómica in situ de aguacate criollo (*persea americana* miller) adaptado a la zona costera de el salvador y su incidencia en la selección de germoplasma promisorio”. Tesis de grado. Universidad de el salvador. 5p.
38. Fuentes, 2011. F. Manual de buenas prácticas para la producción de papaya (carga papaya l.) bajo condiciones ambientales del trópico húmedo de México. 18p.
39. Gildardo, E; Palencia, C; Gómez, R; Martín, S. 2006. Manejo sostenible del cultivo del plátano. (en línea). Consultado el 4-09-2012. Disponible en: <http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Archivos/Publicaciones/Cultivodelptano.pdf>
40. Gimferrer, N. 2009. Aceite de árbol de té, nuevo conservante natural. (en línea). Consultado el 2-09-2012. Disponible en: <http://www.consumaseguridad.com>
41. González, M, 2010.. “Conservación de mora, uvilla y frutilla mediante la utilización del aceite esencial de canela (*Cinnamomum zeynalicum*)”. Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. 29-30 p
42. Guerra, M; Rodriguez, M; García, G y Llerena, C. 2007. Actividad antimicrobiana del aceite esencial y crema de *Cymbopogon citratus* (DC). Stapf. Centro de Investigación y Desarrollo de Medicamentos.
43. Gutiérrez, A. Hongos. Esporas de hongos alternaría. (en línea). Consultado el 07-09-2012. Disponible en:

<http://alcoi.san.gva.es/alercoy/fichas/Alternaria/Esporas%20de%20hongos-alternaria.pdf>

44. Hall, V., Rocha, M. Rodríguez, E. 2002. Plantas medicinales volumen II. Farmacéuticas CIMED. Centro Nacional de Información de Medicamentos.
45. Hernández, L y Vit, P. 2009. El plátano un cultivo tradicional con importancia nutricional. Departamento Ciencia de los Alimentos. Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.
46. IICA, 2007. Estudio de la Cadena Agroalimentaria de Aguacate en la República Dominicana. (en línea). Consultado el 06-09-2012. Disponible en: <http://www.iicard.org/PDF/cadenasagroa/Cadena%20Agroalimentaria%20de%20Aguacate.pdf>
47. Inka plus, 2012. Hierba luisa. (en línea). Consultado el 2-09-2012. Disponible en: <http://www.inkaplus.com/media/web/pdf/XIO/Hierbaluisa.pdf>
48. ITESM, 2005. Cadena Agroalimentaria de la Papaya Maradol. Programa estratégico de necesidades de investigación y transferencia de tecnología del estado de Chiapas. México.
49. Juliarena, P.y Gratton R. 2012. Tecnología ambiente y sociedad. UNICEN. (en línea). Consultado el 1-Septiembre-2012. Disponible en: <http://www.exa.unicen.edu.ar/catedras/tecnoambiente/CAP03.pdf>
50. Kader, A. 2012. Banano (platano): recomendaciones para mantener la calidad postcosecha. (en línea). Consultado el 04-09-2012. Disponible en:
51. Ledesma E. 2011. La industria bananera ecuatoriana año 2010. Ecuador. 1p.
52. Leon, L y Mejía, L. 2002. Determinación del tiempo de crecimiento para cosecha y comportamiento fisiológico poscosecha del banano variedad "gross michael". Trabajo final. Universidad nacional de colombia. 30p .
53. Lizcano, M. 2007. Evaluación de la actividad antifúngica del extracto de tomillo (Thymus vulgaris). Trabajo de Grado. Pontificia Universidad Javeriana. Bogota. 13p.
54. López A y Espinoza J. 2001. Conceptos agronómicos, respuestas del banano al potacio. Quito, Ecuador. 1p.
55. Malbrán, C. (2001). Métodos estandarizados para la determinación de la sensibilidad antimicrobiana en bacterias aisladas de animales: test de

difusión por discos y test de dilución. Instituto nacional de enfermedades infecciosas. 2p.

56. Martínez A. 2003. Aceite esencial. Universidad de Antioquia. Medellín-Colombia. 2p. (en línea). Consultado el 1 - Septiembre – 2012. Disponible en: <http://farmacia.udea.edu.co/~ff/esencias2001b.pdf>
57. Martínez, Z. 2008. Algunos aspectos epidemiológicos del moho blanco de la lechuga (*Lactuca sativa*) en dos municipios productores de Cundinamarca. Tesis de grado. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.
58. Mendoza, D y Taborda, M. 2010. Composición química y actividad acaricida del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* Stapf contra el acaro intradomiciliario *Dermatophagoides farinae* (Acari: Pyroglyphidae). Artículo científico.
59. Mejía, Z. 2003. Prácticas fitosanitarias en el cultivo de papaya para exportación. El Salvador. 1p.
60. Mejía, W. 2010. Evaluación de los injertos de púa terminal y lateral de aguacate fuerte en patrones de aguacate nacional en macetas, con cuatro sustratos en el vivero de San Vicente de Pusir Carchi. Tesis de grado. Universidad Técnica del Norte. Ibarra. 5p.
61. Montaña, N; Sandoval, A; Camargo, S y Sánchez, J. 2010. Los microorganismos: pequeños gigantes. 16p
62. Mosquera, P. 2011. Sistema producto papaya maradol. (en línea). Consultado el 05-09-2012. Disponible en: <http://www.sdr.gob.mx/v3/presentaciones/Sistemaproducto/sistema%20papaya.pdf>
63. Navarro, R., Traperó, T. Andicoberry, S y Sánchez, E. 2004. Tratamientos fungicidas para el control del chancro causado por *Diplodia* sp. en alcornoque. Artículo científico.
64. Olave, R. 2008. Microbiología de frutas y verduras. Microbiología. (en línea). Consultado el 2 – Septiembre – 2012. Disponible en: <http://roxanitaolave.blogspot.com/2008/05/microbiologia.html>
65. Ortega, N; Korneva, S; Ruiz, O; Santos, E y Peralta, E. 2010. Obtención de Multimeristemas y Callos de Diferentes Variedades de Banano y Plátano (*Musa* spp.) a partir de “Meristemas Apicales” y “Scalps”. Ecuador. 2p.

66. Palencia, G; Gómez, R y Martin, J. 2006. Manejo sostenible del cultivo de plátano. Bucaramanga, México. 8p.
67. Pamplona, J. 2011. El poder medicinal de los alimentos. Argentina. 80,112 y 158 pp.
68. Paredes, D y Quinatoa, F. 2010. "Desarrollo de un sistema de extracción de aceites esenciales" tesis de grado. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 29p
69. Perez, 2007. Post-Recolección, transporte de frutas y hortalizas. (en línea). Consultado el 04-09-2012. Disponible en: <http://www.agro.unalmed.edu.co/ivia/docs/Postrecoleccionytransportedefrut as.pdf>
70. Pullas, D. 2011. "propagación clonal de aguacate duke 7 (persea americana mill) mediante la técnica de etiolación de brotes o cultivo in vitro". Tesis de grado. Escuela politécnica del ejército. Tesis de grado. 6p.
71. Pro Ecuador, 2011. Perfil de aceites esenciales en estados unidos. (en línea). Consultado el 2-09-2012. Disponible en: <http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2011/09/PROEC-PM2011L-ACEITES-ESENCIALES-EEUU.pdf>
72. Quintana, E; Plascencia, M; González, G: y Cortez, M. 2010. Inhibición del crecimiento de *Penicillium chrysogenum* por presencia de aceites de *Cinnamomum zeylanicum*, *Allium cepa* y *Cymbopogon citratus*. Revista mexicana de microbiología.
73. Reboucas, A. 2002. Aspectos sobre la producción de la papaya. (arap) agriculture reconstruction assistance progra. 4p.
74. Reyes, S. 2004. Proyecto de prefactibilidad para la producción y comercialización de trozos de mango en almíbar, en el distrito metropolitano de Quito. Tesis de grado. Universidad Tecnologica Equinoccial. Quito, 29p.
75. Rivadeneira, V y De Benavente, H. 2011. Fundación Chankuap. Ficha técnica. Aceite esencial hierba luisa. Macas – Ecuador. 2p.

76. Rodríguez, R. 2004. Formulación de un programa de buenas prácticas agrícolas (bpa's) en el cultivo de papaya en el salvador. Tesina. Colegio de postgraduados. México. 25p
77. Rodríguez A, 2009. "Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de banano (*Musa sp.*), variedad Gran enano Cavendish, en Quevedo, provincia de Los Ríos". Tesis de grado. Universidad San Francisco De Quito. 18,19pp.
78. Rodríguez R.,2011. Uso de agentes antimicrobianos naturales en la conservación de frutas y hortalizas. Universidad autónoma indígena de México. 152 y 160pp.
79. Ruiz, N. 2009. Estudio investigativo del aguacate, análisis de sus propiedades y su aplicación en platos de la gastronomía ecuatoriana". Universidad tecnológica equinoccial. Tesis de grado. Quito. 1p.
80. Salas, F. 2006. Manejo precosecha y postcosecha en cítricos. (en línea). Consultado el 6-09-2012. Disponible en: <http://www.concitrer.com/symposium/SESSION7/POSCOSECHA/POSTCOSCOSA%20TEORIA.pdf>
81. Salvador, A. 2010. Enfermedades poscosecha del fruto de aguacate. III congreso latinoamericano de aguacate. 2p
82. Sandoval A; Forero F y García J. 2010. Postcosecha y transformación de Aguacate: Agroindustria rural innovadora. Centro de Investigación Natima. Espinal – Tolima. 16p
83. Sena, 2008. Manejo de pos cosecha de frutas y hortalizas. (en línea). Consultado el 04-09-2012. Disponible en: http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_26_Platano.pdf
84. SE, 2012. (secretaría de economía). Monografía del sector aguacate en México: situación actual y oportunidades de mercado. (en línea). Consultado el 05-09-2012. Disponible en: http://www.economia.gob.mx/files/Monografia_Aguacate.pdf

- 85.Serrano, J. 2005. Conservación de los alimentos. (en línea). Consultado el 2 – Septiembre – 2012. Disponible en: <http://aula2.elmundo.es/aula/laminas/lamina1108030831.pdf>
- 86.Shiva, C. 2007. Estudio de la actividad antimicrobiana de extractos naturales y ácidos orgánicos. Posible alternativa a los antibióticos promotores de crecimiento. Universitat Autònoma de Barcelona.
- 87.Torres, R y Lopez, J. 2011.Las plantas aromáticas y medicinales,futuro y potencialidad en Extremadura.
- 88.USAID, 2006. Boletín técnico de poscosecha: Manejo poscosecha de plátano. (en línea). Consultado el 05-09-2012. Disponible en: http://www.fintrac.com/docs/RED/USAID_RED_Poscosecha_Platano_01_06.pdf
- 89.Velandia, A. 2010. Higiene, protección y conservación de alimentos. (en línea). Consultado el 2- Septiembre-2012. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/higiene-proteccion-y-conservacion-alimentos/higiene-proteccion-y-conservacion-alimentos.pdf>
- 90.Vera, M. 2009. “Estudio de prefactibilidad para la exportación de aguacate al mercado holandés”. Tesis de grado. Universidad Tecnológica Equinoccial. 12p.
- 91.Velásquez J. 2008. Identificación del aguacate como un rubro importante de grandes oportunidades comerciales según los acuerdos de integración, los nuevos tratados comerciales y el comercio mundial globalizado. 4p.
- 92.Vidal, c. 2008. Microbiología de las frutas. Microorganismos causantes de la descomposición de frutas y vegetales. (en línea). Consultado el 2- Septiembre-2012. Disponible en: <http://vdalmicrofrutas.blogspot.com/2008/08/microorganismos-causantes-de-la.html>

GLOSARIO

- **Anetol:** principal componente del aceite extraído del anís al que confiere su olor característico.
- **Antifúngica:** Que se opone al desarrollo de los hongos.
- **Antimicrobianos:** Sustancia química que impide el desarrollo o favorece la muerte de un microorganismo.
- **Antispasmódica:** Tendientes a prevenir o aliviar no inflamatorias afecciones espasmódicas.
- **Antitusivo:** con calmantes de la tos (antitusígenos) que reprimen el reflejo tusígeno en el cerebro (centro de la tos) y se emplean contra la tos irritativa seca.
- **Arqueobacterias:** son formas de vida que a un conservan un sin número de caracteres que nos permite entender el origen celular en la tierra.
- **Bacterias:** Son uno de los agentes biológicos causantes de enfermedades en las plantas. A pesar de la gran cantidad de interacciones que tienen las plantas con las bacterias podemos constatar que el desarrollo de enfermedades es más la excepción que la norma general
- **Brácteas:** Hoja pequeña que nace del pedúnculo de las flores de ciertas plantas, situada entre las hojas normales y las hojas florales
- **Citral:** un líquido amarillo volátil con un olor similar al limón, que se encuentra en los aceites de pasto limón, naranja y limón y utilizado en perfumería: un aldehído terpénico que consiste en el isómero cis (citral-una o geranial) y el isómero trans (citral -bo ral). Fórmula: $(CH_3)_2C=CH(CH_2)_2C(CH_3)CHO$
- **Conidias:** Un conidio es una espora asexual inmóvil formada directamente a partir de una hifa o célula conidiógena o esporógena. Aparecen en Ascomycotina, Deuteromycotina y algunos Basidiomycotina. Se utiliza también para las esporas de las bacterias del género Streptomyces.
- **Endosperma:** Tejido nutricio contenido en las semillas ubicadas fuera del embrión.
- **Esclerotesta:** Capa media del óvulo de ciertas Gimnospermas

- **Estomáquico:** Dícese del medicamento que combate la dispepsia, favorece la secreción gástrica y el apetito.
- **Eucariota:** Es un adjetivo que se utiliza en la biología para nombrar a las células que presentan un núcleo diferenciado, protegido por una membrana y con citoplasma organizado. También se conoce como eucariota al organismo constituido por este tipo de célula.
- **Fitopatógenos:** Es aquella ciencia que estudia las afecciones de toda índole que se producen en los seres vivos vegetales, principalmente los cultivados
- **Gimnospermas:** Son plantas fanerógamas o espermofitas, que tienen el óvulo desnudo, es decir. sin proteger el interior de un ovario; por lo tanto, no tienen frutos, ya que los frutos se forman a partir de las paredes de un ovario.
- **Histológicas:** De la histología o relativo a esta parte de la biología
- **Hongos:** son organismos eucariontes unicelulares o pluricelulares que se desarrollan en sitios húmedos y con poca luz. Las células de los segundos se agrupan en filamentos llamados hifas que en conjunto recibe el nombre de micelio.
- **Inhibir:** Suspender transitoriamente una función o actividad del organismo mediante la acción de un estímulo adecuado.
- **in vitro:** que se realizan fuera del organismo, en el vidrio de un tubo de ensayo
- **in vivo:** Conjunto de experimentos y de fenómenos observados que se efectúan directamente sobre el organismo vivo
- **Micelial:** Aparato vegetativo de los hongos que constituyen su tallo, formado por filamentos muy ramificados.
- **Microbiológico:** Define la aceptabilidad de un producto o un lote de un alimento basada en la ausencia o presencia, o en la cantidad de microorganismos, incluidos parásitos, y/o en la cantidad de sus toxinas/metabolitos, por unidad o unidades de masa, volumen, superficie o lote.
- **Microorganismo:** Algunos microorganismos pueden ser los responsables del deterioro de algunos alimentos, incluso ocasionando

graves enfermedades a aquellos que consumieron esos alimentos contagiados.

- **Oblonga:** Que es más largo que ancho
- **Oligopolística:** La que tiene lugar en un mercado en el que existe un alto grado de concentración, debido a que un pequeño número de vendedores acapara todo el mercado.
- **Parietales:** Que pertenece a la pared de un órgano o se relaciona con ella.
- **Patógenas:** Es aquel elemento o medio capaz de producir algún tipo de enfermedad o daño en el cuerpo de un animal, un ser humano o un vegetal, cuyas condiciones estén predispuestas a las ocasiones mencionadas.
- **Procarióticos:** Se conoce como Células Procariotas a aquellas células que no poseen en su composición un núcleo celular diferenciado y su ADN se halla desperdigado por el citoplasma, que es aquella parte de las células que alberga a los orgánulos celulares y facilita el movimiento de los mismos.
- **Protozoos:** Eucariota unicelular que vive en aguas dulces y saladas o en líquidos internos de los organismos superiores de ellos como parásitos.
- **Violáceas:** Familia de plantas angiospermas dicotiledóneas con hojas alternas, pequeñas estípulas, flores en racimos axilares y fruto en cápsula
- **Viroides:** Agente causal de ciertas enfermedades de las plantas denominado así por su semejanza con los virus, de los que se diferencia por carecer de cápside. Se trata de ácido nucleico envuelto por una membrana procedente de la célula en la que se replicó. Por extensión se aplicaba a lo que hoy se denomina priones.
- **Sarcotesta:** Capa externa del tegumento del óvulo de algunas Gimnospermas.
- **Tween 20:** Es un detergente llamado químicamente polisorbato 20 y más comúnmente tween 20. Sus usos son principalmente como un surfactante, y es comúnmente utilizado como detergente y emulsificante.

ANEXOS

ANEXO 1

Figura 1.1 Índice de madurez banano



Figura 1.2 Índice de madurez papaya

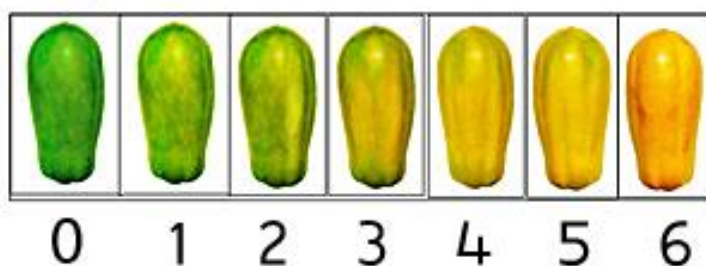
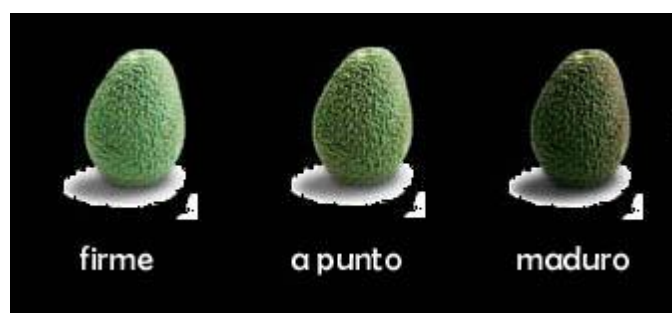


Figura 1.3 Índice de madurez aguacate



ANEXO 2

Tabla 2.1 Resultados del análisis de varianza del comportamiento in vitro de hongos a las 48 horas de siembra

Banano

ANALISIS DE VARIANZA						
F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p	
TRATAMIENTOS	1,36	15	0,09		3,15	2,12
FACTOR A	0,4	3	0,13		4,6	2,84
FACTOR H	0,62	3	0,21		7,21	3,23
FACTOR A*FACTOR H	0,34	9	0,04		1,32	2,34
LINEAL	0,39	1	0,39		13,57	4,08
CUADRATICO	0	1	0		0	4,08
CUBICO	4,4	1	4,4		152,92	4,08
ERROR	0,92	32	0,03			
TOTAL	2,28	47				
DMS TUKEY	0,51411					

Fuente: Grecia Mora (2012)

Papaya

ANALISIS DE VARIANZA						
F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p	
TRATAMIENTOS	75,27	15	5,02	244,87	2,12	
FACTOR A	0,05	3	0,02	0,83	2,84	
FACTOR H	74,98	3	24,99	1219,7	3,23	
FACTOR A*FACTOR H	0,24	9	0,03	1,28	2,34	
LINEAL	0	1	0	0,18	4,08	
CUADRATICO	0	1	0	0,01	4,08	
CUBICO	5,73	1	5,73	279,42	4,08	
ERROR	0,66	32	0,02			
TOTAL	75,92	47				
DMS TUKEY	0,43382					

Fuente: Grecia Mora (2012)

Aguacate

ANALISIS DE VARIANZA						
F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p	
TRATAMIENTOS	17,41	15	1,16	112,46	2,12	
FACTOR A	0,08	3	0,03	2,68	2,84	
FACTOR H	17,23	3	5,74	556,53	3,23	
FACTOR A*FACTOR H	0,1	9	0,01	1,03	2,34	
LINEAL	0,08	1	0,08	7,61	4,08	
CUADRATICO	0	1	0	0,01	4,08	
CUBICO	5,05	1	5,05	489,01	4,08	
ERROR	0,33	32	0,01			
TOTAL	17,74	47				
DMS TUKEY	0,30784					

Fuente: Grecia Mora (2012)

Tabla 2.2 Resultados del análisis de varianza del comportamiento in vitro de hongos a las 96 horas de siembra

Banano

ANALISIS DE VARIANZA						
F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p	
TRATAMIENTOS	44,37	15	2,96	26,71	2,12	
FACTOR A	1,14	3	0,38	3,43	2,84	
FACTOR H	38,37	3	12,79	115,5	3,23	
FACTOR A*FACTOR H	4,86	9	0,54	4,88	2,34	
LINEAL	1,11	1	1,11	10,01	4,08	
CUADRATICO	0,03	1	0,03	0,26	4,08	
CUBICO	38,49	1	38,49	347,59	4,08	
ERROR	3,54	32	0,11			
TOTAL	47,91	47				
DMS TUKEY	1,00843					

Fuente: Grecia Mora (2012)

Papaya

ANALISIS DE VARIANZA					
F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
TRATAMIENTOS	345,36	15	23,02	572,55	2,12
FACTOR A	0,11	3	0,04	0,93	2,84
FACTOR H	344,05	3	114,68	2851,94	3,23
FACTOR A*FACTOR H	1,19	9	0,13	3,3	2,34
LINEAL	0,03	1	0,03	0,86	4,08
CUADRATICO	0	1	0	0,05	4,08
CUBICO	32,33	1	32,33	803,86	4,08
ERROR	1,29	32	0,04		
TOTAL	346,64	47			
DMS TUKEY	0.60771				

Fuente: Grecia Mora (2012)

Aguacate

ANALISIS DE VARIANZA						
F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p	
TRATAMIENTOS	4,1	15	0,27	17,93	2,12	
FACTOR A	1,25	3	0,42	27,35	2,84	
FACTOR H	2,51	3	0,84	54,9	3,23	
FACTOR A*FACTOR H	0,34	9	0,04	2,46	2,34	
LINEAL	0,91	1	0,91	59,49	4,08	
CUADRATICO	0,05	1	0,05	3,04	4,08	
CUBICO	17,67	1	17,67	1159,94	4,08	
ERROR	0,49	32	0,02			
TOTAL	4,59	47				
DMS TUKEY	0.37409					

Fuente: Grecia Mora (2012)

Tabla 2.3 Resultados del análisis de varianza del comportamiento in vitro de hongos a las 144 horas de siembra

Banano

ANALISIS DE VARIANZA						
F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p	
TRATAMIENTOS	76,66	15	5,11	14,25	2,12	
FACTOR A	0,02	3	0,01	0,02	2,84	
FACTOR H	67,18	3	22,39	62,44	3,23	
FACTOR A*FACTOR H	9,46	9	1,05	2,93	2,34	
LINEAL	0	1	0	0,01	4,08	
CUADRATICO	0,01	1	0,01	0,03	4,08	
CUBICO	96,23	1	96,23	268,31	4,08	
ERROR	11,48	32	0,36			
TOTAL	88,13	47				
DMS TUKEY	1,81488					

Fuente: Grecia Mora (2012)

Papaya

ANALISIS DE VARIANZA					
F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
TRATAMIENTOS	400,81	15	26,72	168,39	2,12
FACTOR A	1,09	3	0,36	2,29	2,84
FACTOR H	396,24	3	132,08	832,34	3,23
FACTOR A*FACTOR H	3,48	9	0,39	2,44	2,34
LINEAL	0,82	1	0,82	5,14	4,08
CUADRATICO	0,02	1	0,02	0,16	4,08
CUBICO	46,56	1	46,56	293,42	4,08
ERROR	5,08	32	0,16		
TOTAL	405,89	47			
DMS TUKEY	1.20721				

Fuente: Grecia Mora (2012)

Aguacate

ANALISIS DE VARIANZA						
F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p	
TRATAMIENTOS	16,53	15	1,1	1,55	2,12	
FACTOR A	2,56	3	0,85	1,2	2,84	
FACTOR H	7,18	3	2,39	3,36	3,23	
FACTOR A*FACTOR H	6,79	9	0,75	1,06	2,34	
LINEAL	2,03	1	2,03	2,85	4,08	
CUADRATICO	0,38	1	0,38	0,53	4,08	
CUBICO	96,15	1	96,15	134,93	4,08	
ERROR	22,8	32	0,71			
TOTAL	39,33	47				
DMS TUKEY	2,55827					

Fuente: Grecia Mora (2012)

Tabla 2.4 Resultados del análisis de varianza del comportamiento in vitro de hongos a las 192 horas de siembra

Banano

ANALISIS DE VARIANZA						
F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p	
TRATAMIENTOS	34,47	15	2,3	5,05	2,12	
FACTOR A	3,45	3	1,15	2,52	2,84	
FACTOR H	24,62	3	8,21	18,03	3,23	
FACTOR A*FACTOR H	6,41	9	0,71	1,56	2,34	
LINEAL	0,33	1	0,33	0,73	4,08	
CUADRATICO	2,57	1	2,57	5,65	4,08	
CUBICO	136,01	1	136,01	298,85	4,08	
ERROR	14,56	32	0,46			
TOTAL	49,03	47				
DMS TUKEY	2,04442					

Fuente: Grecia Mora (2012)

Papaya

ANALISIS DE VARIANZA					
F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
TRATAMIENTOS	402,16	15	26,81	57,28	2,12
FACTOR A	1,91	3	0,64	1,36	2,84
FACTOR H	394,9	3	131,63	281,22	3,23
FACTOR A*FACTOR H	5,36	9	0,6	1,27	2,34
LINEAL	1,86	1	1,86	3,98	4,08
CUADRATICO	0,01	1	0,01	0,02	4,08
CUBICO	64,35	1	64,35	137,48	4,08
ERROR	14,98	32	0,47		
TOTAL	417,14	47			
DMS TUKEY	2,07337				

Fuente: Grecia Mora (2012)

Aguacate

ANALISIS DE VARIANZA					
F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
TRATAMIENTOS	28,91	15	1,93	1,42	2,12
FACTOR A	2,91	3	0,97	0,72	2,84
FACTOR H	23,05	3	7,68	5,67	3,23
FACTOR A*FACTOR H	2,95	9	0,33	0,24	2,34
LINEAL	2,84	1	2,84	2,09	4,08
CUADRATICO	0,07	1	0,07	0,05	4,08
CUBICO	150,53	1	150,53	111,15	4,08
ERROR	43,34	32	1,35		
TOTAL	72,24	47			
DMS TUKEY	3,53				

Fuente: Grecia Mora (2012)

Tabla 2.5 Resultados del análisis de varianza del comportamiento in vitro de hongos a las 240 horas de siembra

Banano

ANALISIS DE VARIANZA						
F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p	
TRATAMIENTOS	17,93	15	1,2	2,27	2,12	
FACTOR A	4,18	3	1,39	2,65	2,84	
FACTOR H	9,33	3	3,11	5,92	3,23	
FACTOR A*FACTOR H	4,42	9	0,49	0,93	2,34	
LINEAL	0,09	1	0,09	0,17	4,08	
CUADRATICO	4,08	1	4,08	7,77	4,08	
CUBICO	174,9	1	174,9	332,61	4,08	
ERROR	16,83	32	0,53			
TOTAL	34,76	47				
DMS TUKEY	2,19757					

Fuente: Grecia Mora (2012)

Papaya

ANALISIS DE VARIANZA					
F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
TRATAMIENTOS	389,7	15	25,98	55,29	2,12
FACTOR A	3,6	3	1,2	2,56	2,84
FACTOR H	378,46	3	126,15	268,47	3,23
FACTOR A*FACTOR H	7,63	9	0,85	1,8	2,34
LINEAL	3,51	1	3,51	7,46	4,08
CUADRATICO	0,05	1	0,05	0,1	4,08
CUBICO	70,41	1	70,41	149,83	4,08
ERROR	15,04	32	0,47		
TOTAL	404,73	47			
DMS TUKEY	2,07737				

Fuente: Grecia Mora (2012)

Aguacate

ANALISIS DE VARIANZA					
F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
TRATAMIENTOS	19,27	15	1,28	1,34	2,12
FACTOR A	3,23	3	1,08	1,12	2,84
FACTOR H	5,48	3	1,83	1,9	3,23
FACTOR A*FACTOR H	10,56	9	1,17	1,22	2,34
LINEAL	1,52	1	1,52	1,58	4,08
CUADRATICO	0,14	1	0,14	0,15	4,08
CUBICO	220,57	1	220,57	229,29	4,08
ERROR	30,78	32	0,96		
TOTAL	50,06	47			
DMS TUKEY	2.97234				

Fuente: Grecia Mora (2012)

ANEXO 3

Tabla 3.1 Resultados organolépticos del análisis de varianza in vivo en el primer día.

BANANO									
COLOR									
Nº	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Esperado	Resta o-e	Resta o-e	Exponente	Exponente	Chi cuadrado
1	10	7	3	3,5	3,5	-0,5	3,50	0,07	3,57
AROMA									
Nº	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Esperado	Resta o-e	Resta o-e	Exponente	Exponente	Chi cuadrado
1	10	6	4	3,5	2,5	0,5	1,79	0,07	1,86
TEXTURA									
Nº	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Esperado	Resta o-e	Resta o-e	Exponente	Exponente	Chi cuadrado
1	10	5	5	3,5	1,5	1,5	0,64	0,64	1,29

Fuente: Grecia Mora (2012)

PAPAYA									
COLOR									
Nº	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Esperado	Resta o-e	Resta o-e	Exponente	Exponente	Chi cuadrado
1	10	5	5	3,5	1,5	1,5	0,64	0,64	1,29
AROMA									
Nº	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Esperado	Resta o-e	Resta o-e	Exponente	Exponente	Chi cuadrado
1	10	4	6	3,5	0,5	2,5	0,07	1,79	1,86
TEXTURA									
Nº	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Esperado	Resta o-e	Resta o-e	Exponente	Exponente	Chi cuadrado
1	10	3	7	3,5	-0,5	3,5	0,07	3,50	3,57

Fuente: Grecia Mora (2012)

AGUACATE

COLOR									
Nº	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Esperado	Resta o-e	Resta o-e	Exponente	Exponente	Chi cuadrado
1	10	3	7	3,5	-0,5	3,5	0,07	3,50	3,57
AROMA									
Nº	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Esperado	Resta o-e	Resta o-e	Exponente	Exponente	Chi cuadrado
1	10	3	7	3,5	-0,5	3,5	0,07	3,50	3,57
TEXTURA									
Nº	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Esperado	Resta o-e	Resta o-e	Exponente	Exponente	Chi cuadrado
1	10	4	6	3,5	0,5	2,5	0,07	1,79	1,86

Fuente: Grecia Mora (2012)

Tabla 3.2 Resultados organolépticos del análisis de varianza in vivo en el tercer día

BANANO

COLOR									
Nº	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Esperado	Resta o-e	Resta o-e	Exponente	Exponente	Chi cuadrado
1	10	9	1	3,5	5,5	-2,5	8,64	1,79	10,43
AROMA									
Nº	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Esperado	Resta o-e	Resta o-e	Exponente	Exponente	Chi cuadrado
1	10	8	2	3,5	4,5	-1,5	5,79	0,64	6,43
TEXTURA									
Nº	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Esperado	Resta o-e	Resta o-e	Exponente	Exponente	Chi cuadrado
1	10	8	2	3,5	4,5	-1,5	5,79	0,64	6,43

Fuente: Grecia Mora (2012)

PAPAYA

COLOR									
Nº	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Esperado	Resta o-e	Resta o-e	Exponente	Exponente	Chi cuadrado
1	10	8	2	3,5	4,5	-1,5	5,79	0,64	6,43
AROMA									
Nº	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Esperado	Resta o-e	Resta o-e	Exponente	Exponente	Chi cuadrado
1	10	7	3	3,5	3,5	-0,5	3,50	0,07	3,57
TEXTURA									
Nº	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Esperado	Resta o-e	Resta o-e	Exponente	Exponente	Chi cuadrado
1	10	6	4	3,5	2,5	0,5	1,79	0,07	1,86

Fuente: Grecia Mora (2012)

AGUACATE

COLOR									
Nº	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Esperado	Resta o-e	Resta o-e	Exponente	Exponente	Chi cuadrado
1	10	7	3	3,5	3,5	-0,5	3,50	0,07	3,57
AROMA									
Nº	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Esperado	Resta o-e	Resta o-e	Exponente	Exponente	Chi cuadrado
1	10	7	3	3,5	3,5	-0,5	3,50	0,07	3,57
TEXTURA									
Nº	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Esperado	Resta o-e	Resta o-e	Exponente	Exponente	Chi cuadrado
1	10	8	2	3,5	4,5	-1,5	5,79	0,64	6,43

Fuente: Grecia Mora (2012)

Tabla 3.3 Resultados organolépticos del análisis de varianza in vivo en el quinto día

BANANO

COLOR									
Nº	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Esperado	Resta o-e	Resta o-e	Exponente	Exponente	Chi cuadrado
1	10	8	2	3,5	4,5	-1,5	5,79	0,64	6,43
AROMA									
Nº	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Esperado	Resta o-e	Resta o-e	Exponente	Exponente	Chi cuadrado
1	10	8	2	3,5	4,5	-1,5	5,79	0,64	6,43
TEXTURA									
Nº	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Esperado	Resta o-e	Resta o-e	Exponente	Exponente	Chi cuadrado
1	10	7	3	3,5	3,5	-0,5	3,50	0,07	3,57

Fuente: Grecia Mora (2012)

PAPAYA

COLOR									
Nº	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Esperado	Resta o-e	Resta o-e	Exponente	Exponente	Chi cuadrado
1	10	7	3	3,5	3,5	-0,5	3,50	0,07	3,57
AROMA									
Nº	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Esperado	Resta o-e	Resta o-e	Exponente	Exponente	Chi cuadrado
1	10	6	4	3,5	2,5	0,5	1,79	0,07	1,86
TEXTURA									
Nº	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Esperado	Resta o-e	Resta o-e	Exponente	Exponente	Chi cuadrado
1	10	5	5	3,5	1,5	1,5	0,64	0,64	1,29

Fuente: Grecia Mora (2012)

AGUACATE

COLOR									
Nº	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Esperado	Resta o-e	Resta o-e	Exponente	Exponente	Chi cuadrado
1	10	6	4	3,5	2,5	0,5	1,79	0,07	1,86
AROMA									
Nº	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Esperado	Resta o-e	Resta o-e	Exponente	Exponente	Chi cuadrado
1	10	5	5	3,5	1,5	1,5	0,64	0,64	1,29
TEXTURA									
Nº	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Esperado	Resta o-e	Resta o-e	Exponente	Exponente	Chi cuadrado
1	10	4	6	3,5	0,5	2,5	0,07	1,79	1,86

Fuente: Grecia Mora (2012)

Tabla 3.4 Resultados organolépticos del análisis de varianza in vivo en el séptimo día.

BANANO

COLOR									
Nº	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Esperado	Resta o-e	Resta o-e	Exponente	Exponente	Chi cuadrado
1	10	7	3	3,5	3,5	-0,5	3,50	0,07	3,57
AROMA									
Nº	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Esperado	Resta o-e	Resta o-e	Exponente	Exponente	Chi cuadrado
1	10	6	4	3,5	2,5	0,5	1,79	0,07	1,86
TEXTURA									
Nº	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Esperado	Resta o-e	Resta o-e	Exponente	Exponente	Chi cuadrado
1	10	5	5	3,5	1,5	1,5	0,64	0,64	1,29

Fuente: Grecia Mora (2012)

PAPAYA

COLOR									
Nº	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Esperado	Resta o-e	Resta o-e	Exponente	Exponente	Chi cuadrado
1	10	5	5	3,5	1,5	1,5	0,64	0,64	1,29
AROMA									
Nº	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Esperado	Resta o-e	Resta o-e	Exponente	Exponente	Chi cuadrado
1	10	4	6	3,5	0,5	2,5	0,07	1,79	1,86
TEXTURA									
Nº	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Esperado	Resta o-e	Resta o-e	Exponente	Exponente	Chi cuadrado
1	10	3	7	3,5	-0,5	3,5	0,07	3,50	3,57

Fuente: Grecia Mora (2012)

AGUACATE

COLOR									
Nº	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Esperado	Resta o-e	Resta o-e	Exponente	Exponente	Chi cuadrado
1	10	3	7	3,5	-0,5	3,5	0,07	3,50	3,57
AROMA									
Nº	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Esperado	Resta o-e	Resta o-e	Exponente	Exponente	Chi cuadrado
1	10	3	7	3,5	-0,5	3,5	0,07	3,50	3,57
TEXTURA									
Nº	Nº muestras	Aceptadas	No aceptadas	Esperado	Resta o-e	Resta o-e	Exponente	Exponente	Chi cuadrado
1	10	4	6	3,5	0,5	2,5	0,07	1,79	1,86

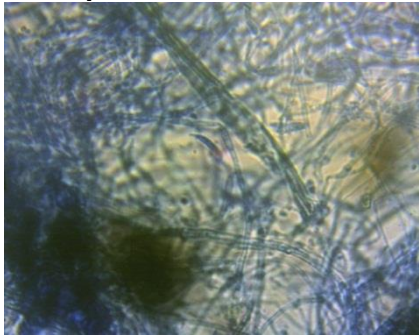
Fuente: Grecia Mora (2012)

ANEXO 5

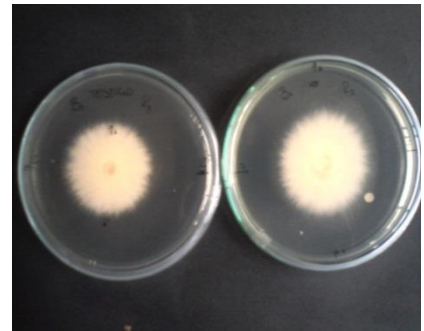
Imágenes 5.1 Identificación de hongos encontrados el banano, papaya y aguacate

BANANO

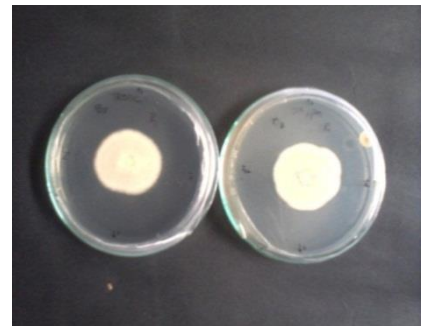
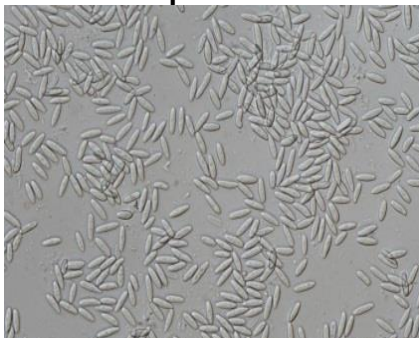
*Fusarium*¹sp



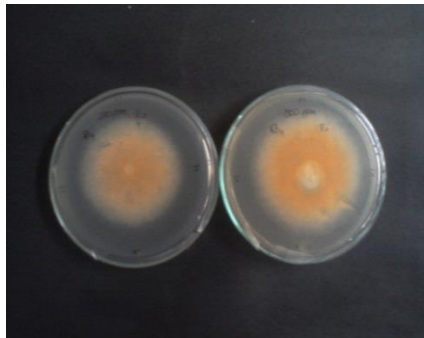
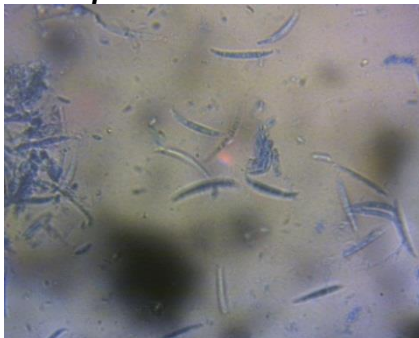
*Fusarium*²sp



Colletotrichium sp

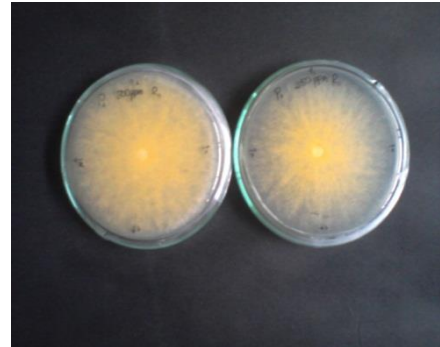
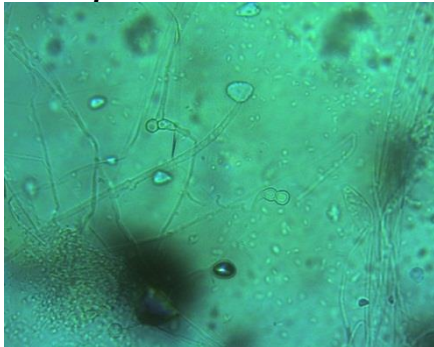


*Fusarium*³ sp

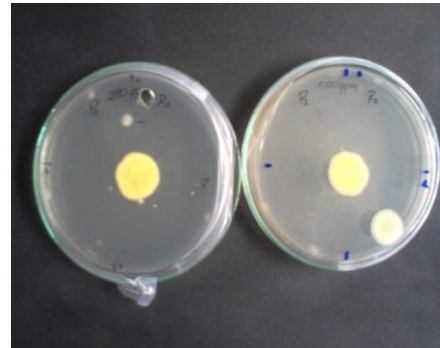
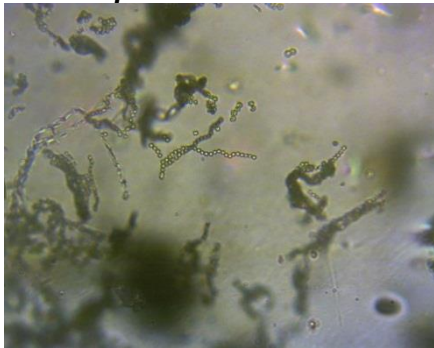


PAPAYA

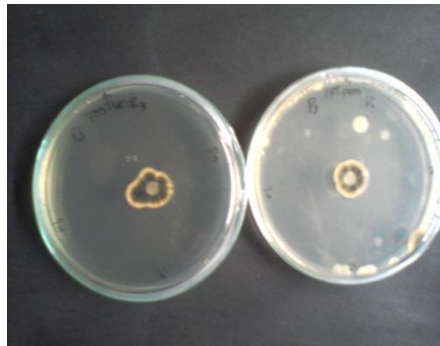
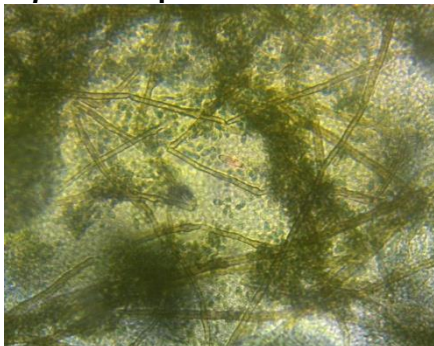
*Fusarium*¹sp



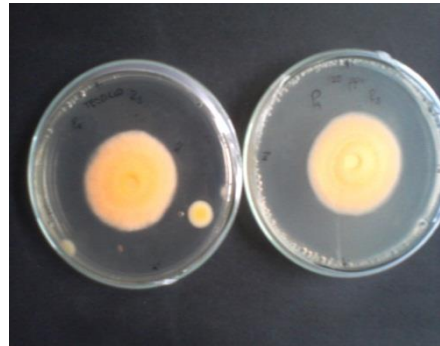
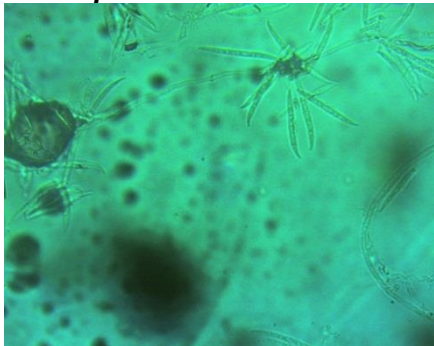
Penicillium sp



Cladosporium sp

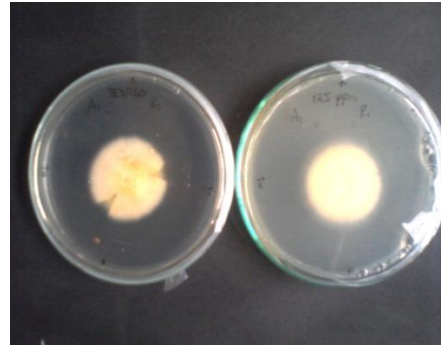
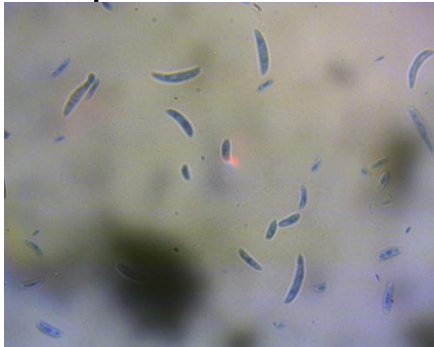


*Fusarium*²sp

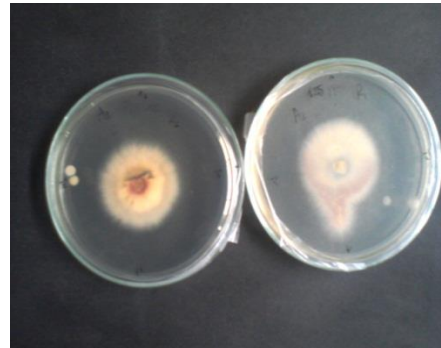
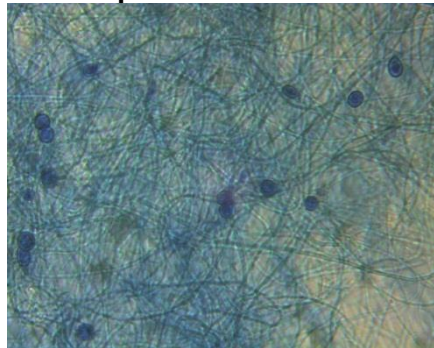


AGUACATE

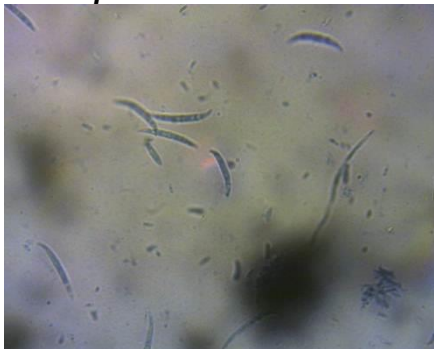
*Fusarium*¹sp



Glimaniella sp



*Fusarium*²sp



*Fusarium*³ sp

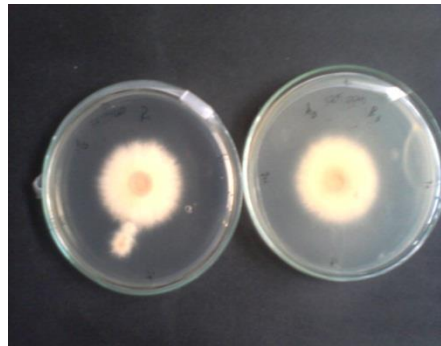
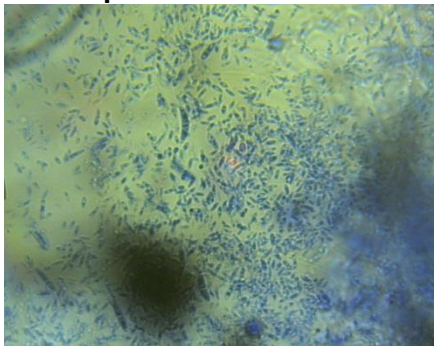


Imagen 5.2 Análisis in vitro la propiedad anti fúngica del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* Stap (Hierba luisa).

Materiales	Codificacion de Cajas Pretril
	
Toma de Disco	Toma del hongo
	
El disco con las partículas del hongo	Envoltura de las cajas sembradas
	

Imagen 5.3 Determinar la actividad anti fúngica del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* Stap (Hierba luisa), “*in vivo*” por el método de inmersión en tres frutos de consumo masivo.

Selección de la fruta



Lavado y desinfeccion



Secado



Inmercion de la fruta en el Acite Esencial



(DUBLIN CORE) ESQUEMA DE CODIFICACIÓN			
1.	Título / Title	M	Evaluación del uso de aceite esencial Cymbopogon Citratus Stapf (hierba luisa) en la conservación y almacenamiento de tres frutos de consumo masivo del mercado central del cantón Quevedo.
2.	Creador / Creador	M	Mora, G.; Universidad Técnica Estatal de Quevedo
3.	Materia / Subject	M	Ciencia de la Ingeniería; Evaluación del uso de aceite esencial Cymbopogon Citratus Stapf (hierba luisa).
4.	Descripción / Description	M	La presente investigación se realizó en el laboratorio de biotecnología y en el laboratorio de química básica de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Para esta investigación podemos aceptar la hipótesis nula, puesto que en ninguna de las frutas existió un efecto prolongado de inhibición al crecimiento de hongos. Sin embargo, los resultados obtenidos solo en banano presentaron un efecto sobre la degradación de la fruta, presentando consigo una tonalidad normal en comparación a la papaya y el aguacate los cuales se deterioraron a partir del quinto día.
5.	Editor / Publisher	M	FCI; Ingeniería para el desarrollo agroindustrial; Mora, G.
6.	Colaborador / Contributor		Ing. Flor Marina Fon Fay, (Universidad Técnica Estatal de Quevedo)

		O	
7.	Fecha / Date	M	27-12-2012
8.	Tipo / Type	M	Tesis de Grado; Artículo
9.	Formato / Format	R	.doc Ms Word 10; pdf
10.	Identificador / Identifier	M	http://biblioteca.uteg.edu.ec
11.	Fuente / Source	O	Investigación Ambiental. Evaluación del uso de aceite esencial <i>Cymbopogon Citratus</i> Stapf (hierba luisa) en la conservación y almacenamiento de tres frutos; (2012)
12.	Lenguaje / lenguaje	M	Español
13.	Relación / Relation	O	Ninguna
14.	Cobertura / Coverage	O	Localización a Nivel Nacional
15.	Derechos / Rights	M	Mora, G; (Universidad Técnica Estatal de Quevedo)
16.	Audiencia / Audience	O	Tesis de pregrado / Bachelor Thesis