



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**TESIS EN OPCIÓN AL GRADO ACADÉMICO DE MAGISTER EN
PROCESAMIENTO Y CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS**

TÍTULO:

**APROVECHAMIENTO DEL PROPÓLEO PARA LA ELABORACIÓN DE
PELÍCULA BIODEGRADABLE PARA EL RECUBRIMIENTO DE MANGO
(*Mangúífera índica*)**

AUTOR: ING. MARCO DAVID QUEZADA TOBAR.

TUTOR: Ing. EFREN ALFREDO SILVA GÓMEZ MSc.

Guayaquil, Ecuador

Diciembre 2015

AGRADECIMIENTO

Agradezco a DIOS fuente de tantas bendiciones la inteligencia que me ilumina , salud que me facilita desarrollarme normalmente ,disposición para hacer las cosas sin desmayar, buen ánimo, compañeros de travesía académica , múltiples oportunidades de aprender sobre el conocimiento que gobierna el universo y así mejorar mi capacidad para desarrollarme en este mundo competitivo.

Al instituto de investigaciones de la Facultad de Ingeniería Química Ing. Radium Avilés, Ing. Delia Noriega Ing. Cristian Villavicencio por todas las facilidades otorgadas para la realización del presente trabajo de tesis. A mi ayudante de logística Srta. Dora Cárdenas por el apoyo brindado.

Y a los que de una u otra forma me brindaron soporte con su cariño, aprecio facilitaron este periodo de tiempo Roddy Peñafiel, Efrén Silva, María Fernanda carillo, Grace Molina, Marco Añazco gracias por su colaboración.

M. David Quezada T.

DEDICATORIA

A Dios por estar siempre conmigo por la inteligencia y su cuidado, a mis padres por su apoyo mi hermana Estefanía, ellos han sido el motor para impulsarme cada día y seguir desarrollándome en el campo profesional.

Además, quiero expresar particularmente el más grande de los agradecimientos a mi sagrada madre que como siempre me ha apoyado en todo lo que me he propuesto a hacer a lo largo de mi vida , estuviste ahí con tu presencia , tu ánimo, ejemplo de superación , brillantez y tu amor de madre, a mi tía Martha Tobar por hacer el papel de mi madre durante este tiempo de estudio, tu compañía y servicio, a los que su amor me brindaron apoyo incondicional , ánimo, sus sonrisas y su buen compañerismo que siempre supieron brindarme durante todo el transcurso de estudio de la maestría y a la culminación de la tesis.

“Los aciertos como hijo son tus aciertos como madre, te amo mamá”

M. David Quezada T.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“La responsabilidad del contenido desarrollado en el presente trabajo de Tesis, me corresponde exclusivamente, y la propiedad intelectual de la misma a la Universidad Estatal de Guayaquil según lo establecido por la Ley vigente.”

Ing. Marco David Quezada Tobar

C.I.# 1716043235

RESUMEN

La producción desordenada, sin asesoría técnica del área apícola y la subutilización de sus productos es un inconveniente que todavía está presente en la apicultura ecuatoriana. Por otro lado, la necesidad preservar alimentos de calidad sin que pierdan sus características sensoriales y su valor nutricional es indispensable. El propósito del presente estudio es prolongar la vida de anaquel de los mangos, guardando sus cualidades organolépticas, razón por la cual se ha escogido el la variedad Tommy Atkins como el alimento a experimentar con una película que lo recubra, el desarrollo y la utilización de los recubrimientos biodegradables a partir de propóleo es el objetivo y demostrar su eficacia. Esta experimentación se ha realizado en el Instituto de Investigaciones de la Universidad de Guayaquil, aplicando una película a base de propóleo a los mangos en dos condiciones de almacenamiento: 30° C y a 5° C, controlando su pH, acidez, pérdida de peso, grados Brix con sus respectivos controles Otro de los aspectos fundamentales al ser analizados en este estudio es la inocuidad de la película y de la fruta después de su aplicación teniendo como resultados que efectivamente la película a base de propóleo alarga el tiempo de vida de anaquel del mango reduciendo el grado de madurez en las temperaturas evaluadas además de garantizar la inocuidad del producto.

Palabras claves: Mango, conservación de alimentos, recubrimientos alimenticios, inocuidad alimentaria, propóleo.

ABSTRACT

The disorganized production without technical guidance of beekeeping area and underutilization of its products is an obstacle that is shown in the Ecuadorian apiculture. On the other hand, the need to preserve high quality food products without losing their sensory attributes and their nutritional value is highly required. The purpose of this study is to extend the shelf life of mangoes, keeping their organoleptic properties, for this reason it has been chosen the Tommy Atkins variety as the type of food to be analyzed with a protective film, the development and use of biodegradable coatings from propolis is the objective and demonstrate its effectiveness. The experimentation has been performed at the Research Institute of the University of Guayaquil, applying propolis based film to mangoes in two environments: 30 ° C) and 5 ° C by controlling the pH, acidity, weight loss, Degrees Brix with their appropriate test controls. Another remarkable aspect to be evaluated in this study is the harmlessness of the propolis based film after being applied to the fruit giving effective results of an extended shelf life of mango, decreasing its maturity degree at both the evaluated temperatures assuring the safety of the product.

Keywords: Mango, food preservation, storage, edible coatings, food innocuousness, propolis.

INDICE

RESUMEN	IV
ABSTRACT	V
INDICE.....	VI
LISTADO DE IMÁGENES.....	IX
LISTADO DE GRÁFICOS.....	X
LISTADO DE TABLAS.....	XI
LISTA DE ANEXOS.....	XII
INTRODUCCIÓN	1
Problema científico	3
OBJETIVO GENERAL.....	4
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
HIPÓTESIS.....	4
CAPÍTULO I.....	5
1.1. Películas biodegradables	5
1.2. POLISACÁRIDOS.....	6
1.3. RECUBRIMIENTOS BIODEGRADABLES.....	7
1.3.1 Quitosano	9
1.3.2 Mucílago.....	9
1.3.3 Propóleo.....	9
1.3.4 Aceites esenciales:.....	10
1.4 APICULTURA	11
1.5 RESEÑA HISTÓRICA.....	11
1.6. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA MIEL.....	13
1.7. Productos de las abejas	14
1.8. Propóleo	16
1.8.1 COMPOSICIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DEL PROPÓLEO.....	17
1.9. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS	18
1.10. Recolección del propóleo	18
1.10.1. Técnica por mallas.....	18
1.10.2. Técnica del raspado.....	19
1.10.3. Técnica del colector	19
1.11. Procesamiento del propóleo	20
1.12 Propóleo líquido	20
1.13 Aplicaciones del propóleo	21
1.14 El Mango	23

1.14.1 Características organolépticas del mango	25
1.14.2 Composición química del mango	25
1.14.3 Variedad del mango	26
1.14.4 Formas de consumo del mango	27
1.14.5 Propiedades del mango	27
1.15. Consejos de conservación	28
1.16. El mango en el Ecuador	29
CAPÍTULO DOS: MATERIALES Y MÉTODOS.	30
2.1. Lugar de la investigación	30
2.2. Materiales, equipo y reactivos	30
2.2.1. Material vegetal	30
2.2.2. Equipos y materiales	32
2.2.3. Sustancias y reactivos	33
2.3. Métodos a utilizar.....	34
2.3.1. Método teórico	34
2.3.2. Métodos empíricos	34
2.4. Diseño experimental	34
2.4.1. Formulación del recubrimiento comestible	34
2.4.2. Elaboración de la película biodegradable	35
2.4.3. Diagrama de flujo	37
2.4.4. Acondicionamiento de la fruta	38
2.5. Métodos analíticos	39
2.6. Caracterización físico – químico del mango.....	39
2.7. Análisis microbiológico	44
2.8. Métodos estadísticos	44
2.8.1. Determinación del tamaño de la muestra	44
CAPÍTULO TRES: ANÁLISIS DE RESULTADOS	45
3. Análisis físico-químico	45
3.1.1. PH	48
3.1.2. Porcentaje de acidez	49
3.1.3. Sólidos solubles (° Brix)	50
3.1.4. Pérdida de peso	51
3.2. Análisis microbiológicos	52
3.3. Análisis sensoriales	53
3.3.1 Muestra a temperatura ambiental y recubierta	54

3.3.2. Muestra a temperatura ambiental sin recubrimiento	55
3.3.3. Muestra a temperatura de refrigeración con recubrimiento	56
3.3.4. Muestra a temperatura de refrigeración sin recubrimiento	57
3.3.5. Conocimiento de uso de recubrimiento biodegradable	58
3.3.6. Percepción de algún sabor extraño en la fruta	59
3.3.7. Identificación de efectividad en la conservación de las muestras	60
CONCLUSIONES	61
RECOMENDACIONES	62
BIBLIOGRAFÍA	63
ANEXOS.....	65

LISTADO DE IMÁGENES

Imagen 1. Grado de madurez del mango	30
Imagen 2. Recepción del mango en el instituto de investigaciones U.E:	31
Imagen 3. Inspección, mantenimiento y cosecha de colmenares	36
Imagen 4. lavado, desinfectado, selección de mangos	38
Imagen 5. Determinación del peso de los mangos	40
Imagen 6. Determinación de los grados Brix	41
Imagen 7. Determinación de acidez	42

LISTADO DE GRÁFICOS

Gráfica 1. Comparación de pH	48
Gráfica 2. Comparación del porcentaje de acidez	49
Gráfica 3. Comparación grados Brix	50
Gráfica 4. Comparación de pérdida de peso	51
Gráfica 5. Percepción del análisis sensorial de la muestra al ambiente y a 30°C	54
Gráfica 6. Percepción análisis sensorial muestra sin recubrimiento al ambiente	55
Gráfica 7. Percepción análisis sensorial muestra recubierta y refrigerada a 5°C	56
Gráfica 8. Percepción análisis sensorial muestra sin recubrimiento a 5°C	57
Gráfica 9. Conocimiento del uso de recubrimientos biodegradables para fruta.	58
Gráfica 10. Percepción de un sabor ajeno al mango.....	59
Gráfica 11. Percepción del análisis de la muestra que mejores condiciones de conservación de la fruta.	60

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 .Componentes de la miel	14
Tabla 2. Composición física y química del propóleo	17
Tabla 3-Producción actual de mango en toneladas en el Ecuador y otros países productores	24
Tabla 4. Composición del mango 100 gramos de porción comestibles	26
Tabla 5.Formulación del recubrimiento	35
Tabla 6. Valores referenciales del mango	41
Tabla 7.Desarrollo experimental a 30°C	46
Tabla 8.Desarrollo experimental en condiciones de refrigeración 5°C.....	47
Tabla 9.Informe microbiológico recubrimiento a partir de propóleo.....	52
Tabla 10. Informe de resultados microbiológicos del mango recubierto	53

LISTA DE ANEXOS

Anexo N.-1 ficha técnica del mango.

Anexo N.-2.Formato análisis sensorial.

Anexo N.-3 Informe microbiológico del líquido de recubrimiento.

Anexo N.-4 Informe microbiológico carga inicial del mango.

Anexo N.-5 Informe microbiológico carga final del mango.

Anexo N.- 6 Evidencia análisis sensorial-

Anexo N.- 7 Desarrollo experimento en el Instituto de Investigaciones de la
Universidad de Guayaquil.

Anexo N.-8 Cuadro de control de pérdida de peso.

Anexo N.- 9 Cuadro de control de peso en almacenamiento al ambiente (30 °C).

INTRODUCCIÓN

Las películas biodegradables son una capa continua de espesor delgada que se aplica sobre la superficie de los alimentos que se va a conservar. Puede ser aplicada por inmersión, por *spray* o baño (Figuroa, 2011). Pueden estar conformadas por un polisacárido, un compuesto de naturaleza proteica, lipídica o por una mezcla de los mismos. Dicha película posee propiedades mecánicas, genera efecto barrera frente al transporte de gases, y pueden adquirir diversas propiedades funcionales dependiendo de las características de las sustancias encapsuladas y formadoras de dichas matrices, las mismas que actúan como barrera a la transferencia de gases, agua, oxígeno. La aplicación de recubrimientos comestibles es una tecnología y un método exitoso que está ganando importancia en la conservación de frutas delicadas, debido a que ayudan a extender la vida útil previniendo la deshidratación y retardando su descomposición y uno de los aspectos más importantes es que son un excelente instrumento de acumulación de agentes antimicrobianos naturales tales como vitaminas, antioxidantes que garantiza la seguridad alimenticia sin contaminar el medio ambiente que tanto hoy se necesita.

La técnica del recubrimiento para frutas y hortalizas no es algo novedoso sino que ya se lo utilizaba en la antigüedad. Los chinos ya para el siglo XII usaban la cera para proteger ciertas frutas con la cera producida por las abejas teniendo un resultado positivo, además hace 60 años se conoce que usaban polímeros sintéticos en la industria de los alimentos que pueden ser procesados o semi procesados, el propósito del desarrollo de las películas es que sean comestibles y biodegradables. El desarrollo de recubrimientos a partir de polímeros es la base. Por ejemplo la utilización de la sacarosa para la cobertura de frutos secos (avellanas, nueces) para evitar su oxidación natural continuo envejecimiento.

En este estudio se presenta el desarrollo de un recubrimiento a base de una resina natural llamada propóleo producida por insectos polinizadores de las plantas (*Apis mellíferas*) el material para la experimentación de esta película se recolectó del apiario ubicado en el sector de Cumbayá – Quito-Ecuador y trasladados al instituto de

investigaciones con el fin de procesarlo y generar el recubrimiento para la aplicación en el Mango (*Manguífera indica*) de la variedad Tommy Atkins y demostrar que las propiedades del propóleo es decir su función antimicrobiana, anti fúngica, anti oxidante se puede aplicar para la conservación de la fruta en cuestión y alargar el tiempo de vida de anaquel del mango sin que por el uso del recubrimiento cambien sus propiedades organolépticas(color, olor, sabor, textura) y fundamentalmente su inocuidad y además de hacerla con ingredientes biodegradables amigable con el ambiente.

En el Ecuador hay una gran producción de frutas delicadas, en este caso el mango fruta climatérica a experimentar, por su actividad de agua propia de su naturaleza tiene poco tiempo de vida y está sujeta al ataque de microorganismos patógenos y hace que se pierda este alimento representando una pérdida de recursos y producción. La envoltura o empaque de un alimento es fundamental para la conservación del mismo, una vez que el alimento es consumido, el empaque se desecha y pasa a formar parte de las grandes cantidades de basura que se acumula día a día y contamina el planeta, porque la mayor parte de los materiales usados en la fabricación de empaques para alimentos son plásticos, los cuales provienen de una fuente no renovable y no son biodegradables por lo general.

Tomando en cuenta que hay pocos productos alimenticios con aplicación del propóleos en el mercado, el aspecto ecológico y sobre todo la salud, se ha optado por elaborar un recubrimiento comestible del mango a partir del propóleos. En primer lugar se presenta la parte teórica referente a la película biodegradable, a la apicultura y al propóleo, para dar a conocer cuál es la naturaleza del recubrimiento que se va a analizar, el mismo que estará sujeto a una manipulación correcta de la muestra y al proceso de selección de los análisis apropiados de la aplicación.

En segundo plano está la información correspondiente a la fruta del mango que por su naturaleza presenta una actividad de agua muy elevada, se descompone fácilmente con el cambio de temperatura y no llega a los diferentes mercados nacionales e

internacionales en óptimas condiciones. Existiendo la necesidad, con esta película se tratará de alargar el tiempo de vida útil de la fruta para poner al alcance del consumidor a través de las diferentes tecnologías de conservación de los alimentos.

Esta investigación se fundamenta en la Biotecnología con la experimentación de biopolímeros porque utiliza elementos naturales orgánicos y sus derivados; como el etanol, para la creación específica del recubrimiento comestible del mango a partir del propóleo que es un producto natural de origen animal elaborado por las abejas.

Se desarrolla dentro de un fundamento multidisciplinario donde participa activamente la Bioquímica en el análisis bromatológico y la Ingeniería de alimentos con la elaboración de recubrimientos comestibles, así como también la Investigación Científica partiendo del conocimiento empírico en el procedimiento experimental hasta llegar a los resultados que son los que determinan el aporte científico.

Problema científico

En la actualidad la baja producción apícola y la subutilización del propóleo con relación de que el Ecuador es un país agrícola y que la una es dependiente de la otra , el país es productor de fruta de buena calidad pero se necesita que la fruta llegue al consumidor la misma que tiene un tiempo de vida de anaquel bajo es necesario desarrollar métodos de conservación del alimento pero que tenga las características de inocuidad y biodegradación.

APORTES DE LA TESIS

* La investigación generará un aporte en la industria alimenticia mediante la producción de una película comestible para la prolongación de vida útil del mango.

* Mantener los alimentos libres de productos sintéticos

* Reducir los residuos contaminantes del ambiente.

* Fomentar la crianza de las abejas y el aprovechamiento de los productos apícolas y con esto el beneficio a la naturaleza por el proceso de polinización de las abejas (*Apis melífera*).

OBJETIVO GENERAL

Generar la película biodegradable e inocua a partir de propóleo para la conservación o alargue de vida de anaquel del mango (*Manguífera Índica*, variedad Tommy Atkins).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Referenciar teóricamente sobre los recubrimientos biodegradables para fruta su naturaleza y aplicación, además de identificar las propiedades del propóleo para la elaboración de películas biodegradables y su aplicación en mango variedad Tommy Atkins.
- * Desarrollar la película biodegradable a partir propóleo, experimentar en la variedad de mango seleccionada y medir sus respectivos factores que están ligados al tiempo de vida útil post cosecha de la fruta.
- * Analizar los resultados de la experimentación para determinar la inocuidad del recubrimiento y la capacidad de conservación de la fruta.

HIPÓTESIS

La película biodegradable a partir de propóleo alargará el tiempo de vida útil del mango variedad Tommy Atkins conservando sus propiedades organolépticas y asegurando la inocuidad y su calidad del mango siendo además amigable con el ambiente.

CAPÍTULO I

1.1. Películas biodegradables

Greener y Fennema, (2004) dan a conocer que desde hace 50 años utilizaron polímeros sintéticos, antiguamente en China desde el siglo XII se recubrían naranjas con cera, actualmente se realizan investigaciones para utilizar los recursos renovables como fuente comestible y biodegradable. Estas biopelículas comestibles se pueden aplicar en frutos intactos y en productos mínimamente procesados; la selección de una formulación dependerá de la utilidad de la película. Las biopelículas actualmente se encuentran en pleno desarrollo y es un trabajo práctico de polimerización, un ejemplo común de estos es la sacarosa, que se usa como un recubrimiento protector en nueces, almendras y avellanas para prevenirlas de la oxidación y del enranciamiento durante el almacenamiento.

De acuerdo a Figueroa, (2011), los recubrimientos comestibles son materiales compuestos por biopolímeros de distinta naturaleza (lípidos, polisacáridos, proteínas), son transparentes y exentos de sabor y olor que actúan como barrera a la transferencia de gases, agua, oxígeno y otros oxidantes. La aplicación de recubrimientos comestibles es una tecnología y un método exitoso que está ganando importancia en la conservación de frutas delicadas, debido a que ayudan a extender la vida útil previniendo la deshidratación y retardando su descomposición.

Además no solo prolongan la vida útil sino que son un excelente instrumento de acumulación de agentes antimicrobianos naturales tales como vitaminas, antioxidantes que garantiza la seguridad alimenticia sin contaminar el medio ambiente. Las películas elaboradas con polisacáridos generalmente presentan buena resistencia a la humedad funcionan como plastificantes y en cuanto a la permeabilidad.

1.2. POLISACÁRIDOS

Un polisacárido es un polímero constituido por monosacáridos encadenados mediante una reacción de condensación entre dos grupos hidroxilo, que forma un enlace glucosídico. La glucosa está muy difundida entre vegetales y animales. El enlace entre dos monosacáridos recibe el nombre de glucosídico; en cambio la fructosa se ubica en las plantas, principalmente en los frutos y en la miel, tenemos también los polipéptidos y los ácidos nucleicos. (Fontanet Rodríguez, 2014, pp. 246).

El mismo autor enfatiza que las investigaciones sobre estos últimos incluyen tanto polímeros de origen natural como los polisacáridos conocidos también como hidratos de carbono, proteínas, lípidos, resinas, encimas, colágeno, pectina. También hay hidratos de carbono complejos de origen animal como el glucógeno, otro hidrato de carbono es la fibra que se absorbe más lentamente y tarda más en aportar energía al organismo, ante esta necesidad de energía se da azúcar o glucosa, éstos tienen una cierta función plástica, algunos de ellos forman parte de los tejidos del cuerpo y de reservorio de glucógeno que se almacena en el hígado y los músculos.

Morris y Arena, (2013) definen:

La fructosa, $C_6H_{12}O_6$ conocida también como levulosa, es una cetohehexosa y se encuentra en los jugos de frutas, miel y (junto con la glucosa) como componente del disacárido sacarosa. La fructosa es el componente principal del polisacárido insulina, sustancia parecida al almidón, que se encuentra en muchas plantas, como los tubérculos de dalia, las raíces de chicoria y las alcachofas de Jerusalén. La fructosa es la más dulce de todos los azúcares, aproximadamente el doble de la glucosa. Su dulzor explica el sabor de la miel; la enzima invertasa la cual se encuentra en las abejas descompone la sacarosa en glucosa y fructosa. La fructosa se metaboliza directamente, pero también se convierte fácilmente a glucosa en el hígado. (pp.544).

Según Rubio, (2012) una biopelícula es una capa transparente de material de origen biológico, formada sobre un alimento como recubrimiento o forro protector. En un mundo globalizado y altamente tecnificado se ha presentado el grave problema de la contaminación, obviamente ha surgido una creciente preocupación entre los especialistas en la conservación de alimentos, en el afán de disponer de materiales de

empaque que además de proteger a los productos permitan reducir los problemas causados por la generación y acumulación de basura. Es así como en las últimas décadas se ha realizado un número importante de estudios relacionados con el desarrollo de materiales de empaque, específicamente películas, que puedan ser ingeridos junto con el alimento, al mismo tiempo que protegen, sirven de alimento y puedan descomponerse en corto tiempo dentro del aparato digestivo como resultado de la acción de microorganismos y/o enzimas (películas biodegradables).

Según Subovsky, (2010) los polisacáridos (almidón, carragenatos, pectina, Quitosano) son capaces de formar una matriz estructural; algunos de estos también, Las proteínas (colágeno. gelatina, gluten de trigo, aislados proteicos de soya, proteínas de la leche) presentan barreras más débiles que los polisacáridos al vapor de agua, pero por otro lado desarrollan muy buenas propiedades de barrera al oxígeno y propiedades mecánicas que son muy favorables para recubrir alimentos. Por último, los lípidos (acetoglicéridos, ceras, surfactantes) también son de gran ayuda para proteger algunos alimentos. A diferencia de lo que ocurre con la industria alimenticia convencional, en la orgánica se requieren de profesionales que cuiden de no emplear recubrimientos contaminantes.

1.3. RECUBRIMIENTOS BIODEGRADABLES

Por cuestiones ecológicas y sobre todo para prevenir la salud en el área de alimentos están implementándose los estudios de la Biotecnología en un campo hortofrutícola, para la conservación de las frutas y hortalizas con el fin de poderlas consumir en su estado natural. Últimamente se ha desarrollado con mucho éxito films o recubrimientos biodegradables para recubrir mangos, uvas, aguacates, frutillas, manzanas, papayas, etc., logrando una extensible duración en su almacenamiento.

Según Teustz F. (2010):

Son las abejas las primeras en crear películas biodegradables a partir del propóleo utilizadas para proteger y conservar la miel en los panales en el proceso de operculado, a través de una fina capa de propóleo y cera; la abeja recoge de yemas y frutos, flores y hojas, de las plantas resina que almacena en la colmena en forma de una masilla resinosa (propolis). Así lo obtiene el hombre con fines médicos, he ahí la importancia de emplear el propóleo que es otro producto

natural de origen animal elaborado por las abejas cuyas múltiples propiedades curativas son de gran beneficio para la salud humana. (pp. 20, 68, 176, 268).

De acuerdo a Sánchez L. (2008) los recubrimientos más comunes están compuestos por ceras naturales y son aquellos que se los barniza a las frutas para reemplazar la cera natural que la planta por efectos fisiológicos produce en sus frutos cuando durante el proceso pre-maduración y cuando ya están maduros son eliminados al lavarlos y cepillarlos para enviar al mercado de exportación, para alargar su vida útil en la etapa de almacenamiento. Actualmente el campo de aplicaciones de los recubrimientos comestibles se está desarrollando ampliamente, porque existe la preocupación de la salud alimenticia y con esta técnica permite conservar ciertos productos fructíferos que se adaptan a las aplicaciones empleadas ya sea para la fruta entera, troceada o mínimamente procesada, dependiendo del tipo de compuesto del *film* se puede agrupar en tres categorías. (Pastor et.al, 2005):

- **LÍPIDOS:** Formados por compuestos hidrofóbicos y no polímeros con buenas propiedades para barreras de humedad, pero con poca capacidad para formar films, reduce la transpiración, la deshidratación, la aceleración en la manipulación posterior y puede mejorar el brillo y el sabor.
- **COMPOSITES O COMPUESTOS:** Formulación mixta de hidrocoloides y lípidos que aprovechas las ventajas de cada grupo, en general los lípidos aportan resistencia al vapor de agua y los hidrocoloides, permeabilidad selectiva al O₂ y CO₂, la duración del film y la buena cohesión, sobre todo la integridad del film. También se puede emplear otros componentes que ayuden a mejorar las propiedades finales de las películas como: plastificantes, surfactantes y emulsionantes.
- **HIDROCOLOIDES:** Por lo general se recubre para buenas propiedades mecánicas y son una barrera para los gases O₂ y CO₂, pero no impide sujetar la transmisión del agua. (pp.126-130)

Pastor L. (2005) afirma que otra gama son los antioxidantes, antimicrobianos y reafirmantes de la textura que se utilizan con el fin de mejorar las propiedades de los coloides, se ha descubierto que algunos aditivos actúan más efectivamente en alimentos cuando son aplicados en forma particular y directa, que cuando son aplicados en solución acuosas, éstos mejoran la dispersión o inmersión, ya que los coloides pueden ganar los aditivos en la conservación del alimento durante más tiempo. Existen algunos conservantes naturales procedentes de plantas, algas marinas, insectos o microorganismos como elementos viables para contrarrestar el uso de los químicos. Los conocidos hasta el momento son:

1.3.1 Quitosano

Es un polisacárido que se obtiene de la quitina proveída de los crustáceos, se la ha utilizado en el recubrimiento del mango, tiene propiedades anti fungicidas y antibacterianas, presenta permeabilidad selectiva frente a los gases, una ligera resistencia al vapor de agua, en definitiva previene el deterioro temprano de la fruta.

1.3.2 Mucílago

Son polisacáridos heterogéneos formados por los azúcares, forma disoluciones coloidales viscosas, geles en agua, provienen de plantas y se los utiliza en los recubrimientos de frutas cortadas que se los encuentra en las conservas, por ejemplo tenemos la sábila de la que se utiliza el gel como aloe vera, extiende la vida útil de las frutas unos 35 días. También se extrae del cactus, éste ha sido recientemente empleado en los recubrimientos con excelente resultado en la conservación de la frutas, no afecta la calidad, el color ni la firmeza durante el almacenamiento.

1.3.3 Propóleo

Es un producto que lo fabrica las abejas melíferas con materiales botánicos obtenidos de las yemas de los árboles, esta sustancia tiene algunos elementos como colorantes, flavonoides que son los responsables de cumplir la función antiséptica; resinas y

bálsamos, vitaminas con acción antibiótica, antibacteriana y antifúngica. Se ha comprobado su capacidad de inhibición de diferentes agentes patógenos post-cosecha.

1.3.4 Aceites esenciales:

Son extractos utilizados en perfumes, ambientadores, cosméticos y fármacos en base de aceites, resinas y especies provenientes de plantas aromáticas, especialmente de las frutas, flores como: Citrus, menta, Rosácius, abies, pinus, lavanda, romerus, etc. Según Quintero, (2010) actualmente se está haciendo énfasis en las aplicaciones de películas biodegradables en el campo hortofrutícola sobre productos frescos y mínimamente procesados experimentando en base a nuevos biopolímeros, implementando así el desarrollo de nuevos recubrimientos que mejoran el tratamiento de la conservación de las frutas más delicadas y apetecidas en el mercado.

Guevara J. (2010) hace hincapié que cuando se habla de una biopelícula se propende a que sea comestible, económica, abundante y biodegradable, tomando en cuenta los factores importantes que influyen como: el contenido, vida útil, color, sabor, perfil nutritivo, etc. Este autor ya ha realizado biopelículas en base de nano biopartículas, realmente un trabajo de biotecnología muy interesante. La aplicación de películas es una tecnología que está ganando aceptación en el mercado por la importancia de la conservación de la calidad en fresco de las frutas y hortalizas.

Figuroa, (2010) confirma que el propóleo es una resina cerosa natural de composición compleja y es recomendable para la conservación de los alimentos, especialmente puede convertirse en una tecnología post-cosecha por el alto porcentaje de solubilidad de sus componentes en alcohol cuando las propiedades antioxidantes presenten excelentes propiedades reológicas. (Citado de Pastor et al, 2010, pp. 54).

1.4 APICULTURA

Fattori, (2013) plantea que etimológicamente la palabra *Apicultura* proviene del latín *Apis* (abeja) y *Cultura* (cultivo), es decir, es la ciencia que se dedica al cultivo de las abejas o a la cría de las abejas. El mismo autor la define como “la ciencia aplicada que estudia la abeja melífera y la tecnología por la que se obtienen beneficios económicos a partir de ella”. La miel (el producto elaborado por las abejas), constituye el único material endulzante que puede ser almacenado y usado tal cual es producido en la naturaleza.

Rubio, (2012) afirma que es la disciplina, arte, actividad, técnica científica del manejo y crianza de abejas del género “*Apis melíferas*”, *Apis* quiere decir en latín abeja y *Cultus* es igual a cultivar o criar abejas, las cuales viven libremente de manera silvestre o domesticadas en colmenares, para que el hombre aproveche de su producción. (Jean-Prost, 2007).

1.5 RESEÑA HISTÓRICA

Tauzt, (2010), en su estudio manifiesta que la historia se remonta las abejas fueron en su origen avispas que abandonaron la actividad depredadora para pasar al aprovisionamiento de polen, miel, propóleo y colaborar en el cuidado de las crías. Estas avispas eran capaces de ingerir néctar y recoger polen y fue hace aproximadamente unos 100 millones de años cuando comenzaron a separarse de las verdaderas avispas depredadoras.

Durante millones de años de evolución han tenido que soportar sobre la tierra períodos de intenso calor y periodos de frío, su instinto de supervivencia las anima a almacenar grandes cantidades de reservas para épocas de escasez, al mismo tiempo que defender dichas reservas de los depredadores de su época y zona geográfica, antes reptiles, dinosaurios y más recientemente aves y mamíferos entre los que se encontraba el oso de las cavernas y los homínidos. La historia se remonta hace 10 millones de años porque hay evidencias fósiles y las pinturas rupestres que muestran la recolección de miel, también se han encontrado escritos babilonios sobre la miel y sobre todo los griegos

desarrollaron un gran conocimiento sobre la apicultura porque la consumían como uno de los manjares de los dioses.

En 1759 Francisco Huber diseñó las primeras colmenas semi-móviles y a partir del siglo XIX Lorenzo Langstroth en 1873 introdujo los marcos o cuadros móviles; Mehring en 1857 inventó la cera estampada y en 1865 D. Hrushka creó el extractor centrífugo de miel. Las abejas fueron introducidas en América por los españoles y se desarrolló la apicultura sedentaria en la Segunda Guerra Mundial.

Según Valdi, (2010) un alimento con historia es el dulce festín del panal de miel que ha acompañado a todos los seres vivos y en especial al hombre hasta nuestros días, así lo atestiguan diversas pinturas rupestres encontradas, en España como la que está en la de La Cueva de la Araña (Bicorp, Valencia) que se calcula una antigüedad de 7000 años A.C. en las piedras de la cueva están grabadas escenas que narran la recolección de miel de los panales en colmenas silvestres, desde la época de los egipcios forma parte de la dieta mediterránea, antiguamente se sabe que cuando hacían sus expediciones conservaban la carne en barriles llenos de miel y su uso está muy bien relatado en los papiros encontrados, entre otras cosas, empleaban la miel para tratar llagas, cortes, quemaduras, en cosmética y como alimento fortificante.

La miel es el resultado del procesamiento que realizan las abejas con el néctar de las flores o de las exudaciones de otras partes vivas de las plantas, el cual, después de ser operculado y transportado a la colmena en el estómago melífero de la abeja obrera, se almacena y madura en el panal para servir como alimento a las abejas y sus crías. Para apreciar sus propiedades particulares, no requiere procesamiento o purificación alguna. Si bien al comienzo, se usó exclusivamente con fines religiosos medicinales posteriormente los griegos y romanos lo incorporaron como ingrediente a su dieta. La miel es un producto muy beneficioso para las abejas y para el hombre. Durante siglos constituyó el único endulzante utilizado hasta que en los últimos 100 años fue

reemplazado totalmente por el azúcar de caña o remolacha. Einstein estaba convencido y dijo: “Si desaparecieran las abejas del planeta el hombre no existiera”.

De acuerdo a los datos del Ministerio de Agricultura en el Ecuador existen más de 70.000 colmenas distribuidas por las provincias del país entre las más productivas están las provincias de Pichincha y Tungurahua. Tratándose de bosques con eucaliptos, la provincia de Pichincha sobresale en cuanto a superficie, le sigue la de Cotopaxi, la de Tungurahua y Chimborazo. En relación a las extensiones de potreros, en donde hay una apreciable vegetación de trébol y diente de león, están encabezando igualmente las provincias de Pichincha y Cotopaxi. La provincia de Bolívar sobresale por los cultivos de maíz y en ellos la presencia de rábano silvestre.

Es a partir de la década de los años ochenta que se impulsa la actividad apícola con sus organizaciones, la primera en nacer es en Chimborazo, Tungurahua; en Pichincha, San Miguel de Bolívar, Latacunga, Azuay, Loja, Cotacachi, Sangolquí. En la Costa y de la Amazonía se desconoce la presencia de apicultores. Actualmente la Federación Nacional de Apicultores del Ecuador FENADE, aglutina a seis Asociaciones debidamente constituidas pero que en la práctica, la mayoría han desaparecido. (Jaramillo, 2014, párr. 12).

1.6. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA MIEL

Polaino, (2006) da a conocer que los principales componentes de la miel son: humedad, glucosa, fructosa, maltosa, sacarosa, sustancias minerales y proteínas. La miel es una mezcla compuesta sobre todo de los azúcares (carbohidratos) Glucosa y Fructosa. Ambos azúcares suponen el 75% en peso de la miel. Su tercer componente mayoritario es el agua. La miel también contiene otros tipos de azúcares, así como ácidos orgánicos, proteínas y minerales (fósforo, magnesio, calcio, hierro, sodio y potasio) y vitaminas como el ácido ascórbico (vitamina C), tiamina (vitamina B1), riboflavina (vitamina B2), ácido nicotínico y piridoxina (vitamina B6). La sacarosa, que se compone de la fructosa y de la glucosa unidas, es un disacárido; constituye el 1% de la composición de la miel. Otros disacáridos de la miel son la maltosa y galactosa. La fructosa es levemente más

dulce que la sacarosa. En la mayoría de las mieles, la fructosa predomina sobre el resto de azúcares y esto hace que la miel sea más dulce que el azúcar. La sacarosa se encarga de favorecer la granulación. Esto se produce porque la miel es un sistema meta-estable de cristales hidratados. También explica que durante el almacenamiento, muchas mieles desarrollan con el tiempo cristales de hidrato de glucosa de diferente tamaño.

Tabla 1 .Componentes de la miel

<u>Enzimas</u>	<u>Minerales</u>	<u>Inhibidores</u>	<u>Vitaminas</u>	<u>Ácidos</u>	<u>Aromas</u>	<u>Hormonas</u>	<u>Aminoácidos</u>
Invertasa	Magnesio	Peróxido de hidrógeno	B ₁ B ₂ B ₃	Glutamínico	Formaldehíd o	Acetil colina	Isoleucina
Diastasa	Calcio	Penicilina	C	Clorhídrico	Acetaldehíd o	Tiroxina	Aspargina
Glucosa oxidasa	Cobre	Arbutina	Biotina H	Cítrico	Diacetil		Tecnilamina
Catalasa	Fósforo	Inhibina	A, E, D, y K.	Glucónico	Aldehído		Treonina
	Manganeso			Fosfórico			Alamina
	Silicio			Acético			Arginina
	Sodio			Fórmico			Histidina
	Cloro			Butírico			Lisina
	Azufre			Láctico			
	Hierro, zinc, molibdeno, yodo(oligoelementos)						

Fuente: *Subovsky, . – UNNE(2000)*

1.7. Productos de las abejas

Según Martínez, (2012) las abejas melíferas se desenvuelven dentro de un gran laboratorio fabricadas por ellas mismas y su producción de hecho es variada para beneficio del hombre quien ha ido descubriendo el mundo maravilloso de estos insectos para sacar provecho de sus productos, los mismos que han sido estudiados, procesados y utilizados en la industria como: La miel; jalea real, cera, polen, pan de abejas, propóleo y apitoxina, aplicándolos en un sinnúmero de derivados.

La miel según la floración y estación tienen distinta coloración y sabor, es utilizada como alimento diario ya que es superior a la leche, en la rama alimenticia elaboran varios productos, es utilizada como medicamento por su valor terapéutico en el campo de la farmacología y en la cosmetología por sus propiedades antioxidantes.

La jalea real que es una sustancia especial segregada por las glándulas hipofaríngeas de las obreras jóvenes que sirve de alimento a todas las larvas y a la reina, el hombre también la consume y lo emplea para las industrias dietéticas por el gran beneficio que ejerce en el tratamiento de enfermedades como: arteriosclerosis, úlceras, neurosis, menopausia, embarazo, niños prematuros, corazón, anemia, asma bronquial, colesterol alto y cosméticas ya que tiene una propiedad antiinflamatoria y regeneradora.

La cera es un producto fisiológico de las abejas melíferas fabricadas por las glándulas que tienen bajo el abdomen, también se aprovecha en la fabricación de velas, crayolas, lápices de colores y en la elaboración de cosméticos, depiladores, moldes odontológicos, cremas de afeitar además el polen es un elemento masculino de fecundación de las flores, este material recogen las abejas para transformarlo en bolitas o granitos y lo transportan a la colmena que sirve de alimento para las larvas, tiene un color amarillo anaranjado o marrón claro cuya composición de proteínas, azúcares, vitaminas, aminoácidos y minerales le dan un valor alto y se lo emplea como producto comercial para la alimentación, la cosmética y la terapéutica.

El pan de abeja la elabora con el polen que traen en las abejas y lo desprenden dentro de celdillas, especialmente en el área de la zona de cría. Este polen es compactado con la cabeza de la abeja hasta la mitad, luego coloca una fina capa de miel y vuelve a depositar otra capa de polen y miel, hasta llenar la celdilla, esta mezcla se fermenta y da lugar a una masa láctica que sirve de alimento para las abejas jóvenes, para las crías y como ingrediente de la jalea real. Las propiedades que contiene el polen lo convierte un gran multivitámico para las personas que tienen: debilidad, fatiga crónica y senil, hiperplasia prostática, depresión, mejora la función cerebral, anemias, problemas de inflamación intestinal por dificultades de digeribilidad de fibras, etc.

La apitoxina es el veneno de la abeja y está de una mezcla relativamente compleja de proteínas, principalmente el polipéptido citotóxico estas secreciones son ácidas, se presenta como un líquido fuertemente alcalino denominado apitoxina y se emplea como tratamiento complementario o alternativo medicinal, se lo conoce como apiterapia o apitoxoterapia por su poder antiartrítico, también se lo utiliza en la preparación de antialérgicos. Lo cargan en el aguijón es altamente tóxico y al mismo tiempo eficaz para evitar que los intrusos destruyan las colmenas o se roben la miel, así es como defienden las abejas su dulce producto. De todos estos productos el que interesa para el estudio es el propóleo.

1.8.Propóleo

Dewey,(2010) expresa que la miel es el producto dulce viscoso elaborado por las abejas a partir del néctar de las flores, pero para protegerla de los insectos y sobre todo para conservar y almacenarla fabrica el propóleo, que es una sustancia resinosa de origen natural que elaboran substrayendo los exudados de las cortezas y diversos tejidos de las plantas, los mismos que son transformados y utilizados al interior de la colmena para controlar el crecimiento de bacterias, hongos y otros microorganismos, utilizan el propóleo para barnizar el interior de la colmena inclusive los panales con fines fungicidas y desinfectantes, generando un ambiente totalmente aséptico.

Según Teuzt, (2014), las abejas modifican con sus ceras, secreciones salivares y utilizan el propóleo para rellenar agujeros evitando el frío y las vibraciones de los árboles generados por el viento, reducir vías de acceso de los enemigos como insectos, arácnidos, hormigas, para recubrir los cadáveres de escarabajos, lagartijas, etc. inclusive hasta para embalsamar enemigos un tanto grandes; como ratones que ingresan por cualquier abertura en la colmena a robar la miel. Como el propóleo tiene la función fungicida y bactericida a través de algunas enzimas anula el proceso de descomposición impermeabilizando la materia, dentro de la película propólica crea un nicho herméticamente sellado. No hay que olvidarse que las abejas también tienen su propia

farmacia y el propóleo es su remedio favorito, al sellar la colmena con propóleos, ésta queda protegida contra todo germen por sus propiedades antibióticas. (pp. 256).

1.8.1 COMPOSICIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DEL PROPÓLEO

Está formado por más de 250 sustancias diferentes y 50 principios biológicamente activos, en esta composición del propóleos se encuentran principalmente aceites esenciales y oligoelementos, estos participan de los procesos metabólicos, fermentativos y vitamínicos y ayudan en la recuperación de estados anémicos.

Tabla 2. Composición física y química del propóleo

Resina y bálsamo	Cera	Polen	Aceites esenciales y volátiles	Materiales orgánicos y minerales	Vitaminas y otros componentes
50% de compuestos fenólicos, triglicéridos, aldehídos.	30%	5%	10% ácidos aromáticos	5% Cumarinas, oligoelementos	Provitamina A
Responsables de la actividad antiviral					Vitaminas B3
					Lactosas
					Polisacáridos
					Aminoácidos esenciales
					Flavonoides 50%

1.9. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

De acuerdo a Figueroa, (2012) y otros autores coinciden en que su caracterización es resinosa, gomosa, dura, quebradiza, se ablanda, se vuelve pegajosa cuando recibe más de 15C°, y cuando recibe más de 60 o 70C° se vuelve líquida, su olor es dulce aunque esta sustancia es generada en las cortezas y de las yemas de los árboles o arbustos y es recogida por las abejas, por lo tanto su sabor no es tan agradable porque presenta una fuerte carga amarga como cualquier remedio o fórmula de farmacia.

El color es verde, rojo, pardo, marrón, cobrizo oscuro, a veces hasta negro, parecido al hule o a la grasa de la cocina, quien no sabe de apicultura lo puede confundir como desecho de las abejas. Porque se lo encuentra en los marcos, en la entre tapa. De olor agradable, el sabor un tanto fuerte y picante predomina la cera. Es insoluble al agua pero soluble al alcohol por eso se aplica extractos etanólicos.

1.10. Recolección del propóleo

A continuación se describirán las técnicas para recolectar el propóleo las más conocidas son: Por mallas; también hay la técnica de colector y raspado.

1.10.1. Técnica por mallas

Según Prost,(2007) el apicultor coloca una plancha plástica perforada sobre los cuadros de la colmena; una vez recolectado, se introduce en un congelador hasta que el contenido se hiele y así poder retirarlo más fácilmente; luego se lo introduce en agua caliente para separar el propóleo de la cera, las abejas muertas o restos de otros animales. En este momento el propóleo se presenta como una sustancia similar a una goma de mascar. Luego toma una forma granulosa y floja, de color ligeramente oscuro.

Dewey, C. (2010) afirma que para recolectar con la técnica de las mallas, a la llegada de la primavera se las coloca entre la parte superior de los cuadros de la última alza o media alza y la tapa o entre tapa colocada ligeramente corrida para poder desplazar y manejar con facilidad, iniciando las abejas el depósito del propóleo hasta la llegada de la gran mielada, mientras esta dura cesan completamente las abejas el acarreo del propóleo reanudándolo cuando pasa, se estima que antes de la gran mielada se acumulará en la malla como un 30% y al final del verano el 70% momento en que se puede cosechar el producto.

Las mallas deben ser retiradas cuando tengan el 40% de propóleo, esto se lo puede hacer dos o tres veces al año se calcula que habrá de 50 a 100gr. por malla. Para mantener la higiene del apiario se renovarán con mallas limpias. Mientras se cosecha propóleos no se deben dar tratamientos para evitar contaminaciones. Con la malla, lo que se pretende, es despertar el instinto de las obreras de cubrir grietas y de esa manera invitarlas a depositar el Propóleos en los agujeritos de las mallas, mientras que en el colector inteligente, se la “obliga” a depositar Propóleos.

1.10.2. Técnica del raspado

Para recolectar el propóleo por la técnica artesanal del raspado se procede recogiendo el propóleo que se encuentra en los cantos de los marcos, al momento en que se alza la entre tapa del cubre panales o de cualquier sitio donde las abejas lo hayan depositado de forma espontánea en el afán de sellar la colmena para proteger el robo de miel de posibles intrusos en especial las hormigas. Esta actividad se lo realiza manualmente de la forma más higiénica para evitar contaminaciones e impurezas.

1.10.3. Técnica del colector

Según Prost, (2007) para obtener propóleos con el colector tiene algunos inconvenientes, las colmenas deben estar en colmenares cubiertos y se debe proceder

con prudencia ya que puede provocar gran estrés a la colonia ocasionando el abandono de la colmena, también pueden descuidar el acarreo de polen con lo que la cantidad de cría que se puede atender es menor y la colonia se debilita. Tiene su origen en Alemania, en la década del 30, y se lo denominó “cosecha por tirillas” o “cosecha por listones”. Brasil fue el país que le puso de moda esta técnica de recolección. La cantidad promedio que pueden producir por colmena durante un año depende de la raza de abeja, suele estar entre 150–300 gramos. Se recolecta al comenzar la primavera, durante los tiempos fríos. Se lo conserva en recipientes de vidrio, nunca de plástico, lejos del aire y de la luz.

1.11. Procesamiento del propóleo

Tiene varias formas de presentación: Sólida viene en pastillas para masticar, también se la encuentra en forma granulada o en polvo, semilíquida en pomadas e ingredientes y líquida como una solución acuosa alcohólica. A continuación se va a enfocar específicamente sobre el procesamiento del propóleo líquido que es el componente con el que se va a crear la película de conservación del mango.

1.12 Propóleo líquido

De acuerdo a Brown, Lemay, Murphy, Katherine, Burstein, Bruce y Woodward (2014):

El etanol (alcohol etílico, C_2H_5OH) es un producto de la fermentación de carbohidratos como azúcares y almidones. En ausencia de aire, las células de levadura convierten estos carbohidratos en etanol y CO_2 . En el proceso, la levadura obtiene la energía necesaria para su crecimiento. La reacción se lleva a cabo en condiciones cuidadosamente controladas para producir cerveza, vino y otras bebidas en las cuales el etanol es el componente activo. (pp. 1023).

Según Fattori, (2012) se prepara como extractos alcohólicos de propóleos en proporciones variables entre el 15 y el 30% (en peso/volumen). Estos se obtienen mezclando la cantidad de propóleos con el volumen adecuado de etanol (alcohol etílico) de 70%. Se tienen en maceración durante 7 días como mínimo, agitando con frecuencia, y filtrando con un filtro de poro fino. La tintura se envasa en frascos ámbar, protegidos

de la luz y se almacena a temperatura ambiente. En este caso la goma del propóleo se lo mezcla con alcohol etílico, se lo filtra por tres veces y se lo empaca en los recipientes apropiados para que se pueda consumir por gotas de acuerdo a la edad.

En el estudio de Figueroa, (2014) la extracción del propóleo generalmente se realiza en frío, y respetando las normativas exigidas por las reglamentaciones internacionales de calidad orgánica y demás entes de control, con el objetivo de mantener intactas las propiedades de este producto maravilloso. Principalmente el propóleo certificado proviene de una actividad de producción y extracción del producto de la colmena teniendo como norma la conservación de los productos en su óptima calidad y de la forma más natural en todo el proceso desde la producción hasta la obtención del producto envasado.

1.13 Aplicaciones del propóleo

En el criterio de Teutz, (2014), es increíble saber que las abejas siendo unos pequeños insectos brinden tantos beneficios a la humanidad, en realidad son las mejores químicas-biólogas y médicas del mundo, manejan un laboratorio desde su propio cuerpo y metabolismo. Modifican con la enzima de la invertasa; sus ceras, secreciones salivares y utilizan el propóleo para rellenar agujeros y así ir armando su colmena. Algunos estudiosos de estos insectos hipotéticamente han manifestado que cuando la abeja va a defender el panal se prepara para picar y morir pero antes se orienta para inyectar el veneno en la parte que el intruso necesita para mejorar su salud y así su sacrificio no será en vano.

Como es un producto natural de escasa producción de las abejas y mucha demanda en el mercado por sus propiedades curativas es muy solicitado en el mercado porque se le atribuye diferentes propiedades biológicas, tales como: antioxidantes; antitumorales, antiprotozoarias, antivirales porque cuenta con la capacidad de detener el desarrollo de elementos patógenos de los virus, antioxidantes, antiinflamatorias, antibacteriales, antifúngicas y fitoinhibitoria, se ha comprobado la eficacia del propóleo en la

eliminación de más de 40 hongos de piel, eczemas por microbios utilizándolo como pomada y como solución alcohólica, algunos científicos aseguran que el propóleo actúa como un agente que estimula la inmunogénesis.

Figuroa, (2010) expresa que el propóleo ha sido estudiado por un número considerable de científicos a nivel mundial y la mayoría estima que tiene unas 19 propiedades terapéuticas. Se emplea en múltiples aplicaciones dando prioridad a la salud en el área de medicina alternativa consumiéndole en forma natural, así como también en la farmacología, ya que por sus propiedades químicas contrarrestan graves enfermedades como: úlceras, gastritis, el tracazo, herpes, quemaduras hasta de segundo grado, tiene la capacidad de regenerar o cicatrizar la piel porque acelera positivamente la epitelización, en definitiva cura, previene y detiene el desarrollo de procesos inflamatorios, las propiedades que tiene el propóleo son realmente maravillosas.

Aún no se ha comprobado que cure el cáncer, sin embargo se le atribuye una gran mejoría en esta enfermedad. También tiene propiedades anestésicas y se lo ha utilizado en la práctica odontológica en forma local. La tintura y resina son transformadas por la industria para provecho del hombre.

En el campo de la medicina actualmente el propóleo es biocompatible para un sinnúmero de aplicaciones y es utilizado desde la sutura en vendajes, prótesis, huesos y cartílago artificial por lo tanto no requiere el uso de inmunosupresores. Sin embargo todavía no se han comprobado científicamente todas las propiedades curativas que se le atribuyen". (Rubio, 2012, pág. 12).

Más abajo, el mismo autor indica que:

El propóleo puede ser empleado para el aprovechamiento nutricional biocontrol de enfermedades de frutas y hortalizas durante el manejo post cosecha es el propóleo; en particular, se ha encontrado que esta sustancia inhibe el desarrollo de patógenos de post-cosecha como *Botrytis cinerea* y *Penicillium expansum*. (pág. 28).

Acorde a Martínez, (2012) Se ha reportado el efecto fungistático *in vitro* de extractos obtenidos de muestras colombianas contra *Colletotrichum gloeosporioides* y *Botryodiplodia theobromae*, logrando la reducción del crecimiento micelial hasta en un 30 y 49% respectivamente. Por lo tanto, la inclusión de propóleos en la formulación de recubrimientos, podría representar una alternativa efectiva para el control de patógenos en post-cosecha. (pp. 81).

1.14 El Mango

Según Rimache,(2007) el mango(*Manguífera indica*) es una fruta tropical que está reconocida entre los 4 frutos tropicales más finos y deliciosos, cuyo cultivo se lo viene realizando desde tiempos prehistóricos, inclusive ha sido objeto de veneración en la India por considerarlo como el fruto de los dioses o la fruta nacional de algunos países como India, Pakistán y Filipinas, crece espontáneamente en la zona intertropical americana, es de color amarillo, de sabor exquisito y muy dulce, tanto el mango boca o como el de hilacha.

Según Figueroa, (2012) el mango es originario de Asia, especialmente del norte de Burma, en el Himalaya y Birmania. Desde la antigüedad su cultivo se viene realizando en clima cálido, actualmente se cultiva en más de 110 países sobre todo en la India, Indonesia, Florida, Hawái, introducido por los europeos desde las Filipinas a México en el siglo XV hoy catalogado como el principal país exportador a nivel mundial, Sudáfrica, Egipto, Israel, Brasil, Cuba, Filipinas, Ecuador y otros países.

Según Fundación Mango el Ecuador posee los factores climáticos, un suelo profundo y suave que es apropiado para los requerimientos de esta planta, rico en sales y fertilidad natural. Para la adaptación y desarrollo deben tener un gran drenaje porque es susceptible al agua, actualmente hay producciones cada vez más importantes en nuestro país, sobre todo en Guayas y Los Ríos, donde por el clima tropical es apropiado para su cultivo.

Tabla 3-Producción actual de mango en toneladas en el Ecuador y otros países productores

Países/Ciudades	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Guayas	17,755,283	18,966,584	20,823,762	22,309,427	23,228,822	23,649,619
Santa Elena	9,223,256	10,110,000	10,990,000	11,500,000	12,000,000	12,000,000
Los Ríos	1,123,834	1,289,745	1,571,497	1,957,552	2,002,206	2,142,206
Machala	1,075,921	1,151,192	1,117,853	1,342,097	1,189,989	1,443,839
Portoviejo	980,000	1,000,000	1,200,000	1,200,000	1,400,000	1,350,000
Santo Domingo	484,780	460,360	668,048	888,960	1,128,151	1,128,151
Esmeraldas	787,271	793,652	839,307	883,674	907,778	914,492
Manabí	330,131	335,554	595,138	624,824	669,681	700,000
BRASIL	551,433	563,511	432,075	455,979	455,979	455,979
HAITI	230,000	230,000	225,000	220,000	210,000	210,000
VENEZUELA	141,750	128,718	137,671	131,889	137,584	143,403
PERU	66,866	82,413	147,558	125,188	110,779	136,254
COLOMBIA	93,748	91,256	98,142	98,000	98,000	98,000
MALI	14,500	14,500	14,500	23,048	50,775	50,775
ECUADOR	5,118	23,363	28,666	30,718	54,163	50,000
SUDAFRICA	30,446	28,956	28,454	30,134	24,254	25,364
COSTA RICA	10,500	11,500	13,300	13,500	20,475	20,475
ISRAEL	10,280	15,360	14,680	19,790	18,920	20,000
PTO. RICO	5,919	11,113	11,613	9,072	15,322	17,375
C. MARFIL	14,000	7,000	7,000	7,500	5,940	8,747
EEUU	9,980	910	2,710	3,630	2,720	2,720
OTROS	2,065,550	2,117,481	2,180,550	2,243,872	2,226,106	2,231,839

Fuente: Fundación Mango Ecuador 2014

1.14.1 Características organolépticas del mango

Según Figueroa, (2010) el mango es una planta de vegetación permanente de carácter arbóreo que puede crecer bastante alto, pertenece a la familia de las anacardiáceas es una fruta exótica de la Zona subtropical de pulpa carnosa y dulce, fragante que seduce los sentidos y agrada al paladar por su exquisito sabor, esto lo convierte en un alimento apetecible, de fácil consumo y digestión, además es saludable y muy nutritivo, por lo que está indicado en la alimentación diaria. Un mango de unos 200 g contiene la cantidad necesaria de vitamina C que un individuo adulto debería ingerir diariamente, el 30% de vitamina A y el 23% de la vitamina E y contiene fibra, razones por las que se recomienda consumir a cualquier edad.

Es una fruta normalmente de color verde en un principio, y amarillo, naranja e incluso rojo granate cuando está madura, de sabor medianamente ácido cuando no ha madurado completamente, es un alimento antioxidante rico en vitaminas A (betacarotenos); C; y E capaz de neutralizar los radicales libres, únicos responsables de los factores de riesgo de múltiples enfermedades degenerativas, cardiovasculares, inclusive de algunos cánceres.

1.14.2 Composición química del mango

Pastor, (2005) afirma que el mango es una excelente fuente de vitamina E. Una unidad de 200g aporta más del 20% cantidad diaria recomendada en un adulto. Si bien es cierto que los alimentos más ricos en vitamina E suelen ser los aceites es sorprendente el contenido de esta vitamina al tratarse de una fruta. Tiene pequeñas cantidades de vitaminas del grupo B, como la tiamina (B1) la riboflavina (B2) y piridoxina (B6), potasio, selenio,- Magnesio, necesario para la actividad muscular y con pequeño efecto laxante. Contiene Yodo, que indispensable para el buen funcionamiento del tiroides. Calcio para tener unos huesos sólidos. Cinc, esencial para la salud del pelo, la vista, Hierro mineral que necesita el organismo para producir la hemoglobina (molécula encargada de transportar el oxígeno por la sangre). Contiene fibra, así como también ácidos orgánicos (ácido málico, tartárico) en pequeña cantidad (menos del 1%) y flavonoides, como la queretina, de propiedades antioxidantes.

Tabla 4. Composición del mango 100 gramos de porción comestibles

Composición del mango por 100 gramos de porción comestible
70 – Calorías
81.8 (g) – Agua
16.4 (g) – Carbohidratos
0.7 (g) – Fibra
190 (mg) – Potasio
18 (mg) – Magnesio
0.7 (g) – Proteínas
10 (mg) – Vitamina C
30 (mcg) – Ácido fólico Ácido
0.5 (g) – Lípidos
0 – Colesterol
10 g – Calcio
0.5 mg – Hierro
7 mg – Sodio
11 UI) – vitamina A

Rimache. (2007)

1.14.3 Variedad del mango

El sabor es muy diferente entre una variedad y otra. Hay una gran variedad de mango y tamaño, tiene un olor y sabor similar es una mezcla de piña, albaricoque y chirimoya por la fibra tiene una textura parecida al durazno. Casi todas estas variedades de mangos injertados se derivan de una variedad obtenida por evolución natural denominadas *mangas* en Venezuela, Canarias y en la costa atlántica de Colombia.

Según Rimache M. (2007) los mercados indistintamente exigen una variedad de mango por sus características el de Asia lo prefiere por su sabor dulce más que por el color estos son:

En Japón Keaw, Nan do Mai, en Australia Kensington Pride que tiene un toque de trementina y el de Manila. En América del Norte tenemos: Nan DocMey, Dot, Bayleys Mrvel, Cushman Tomy Atkins, Haden, Kent e Irwin que los consumen en Europa. En Sud África se cultiva Heid., Tango, Shelly, Alfonso, Pairi, Amelie, en Centroamérica Julie, Francisque. Existe un gran número de variedades, la más consumida en nuestro país es el **Sensación**, proveniente del sur de África. Destacan el Carabao (Filipinas), Manila (México), Haden (Florida). De similares características al Haden son también las variedades: Tommy Atkins, Zill, Torbet, Kensington, Irwi, Haden Glenn, Lippens, Van Dyke, y Osteen, Keitt. Otras variedades desarrolladas a partir de las más importantes son: Mulgoba, Amino, Pairi, Camboyana, y Sansersha. (pp.38-39).

1.14.4 Formas de consumo del mango

Esta fruta se lo consume en su estado natural, según el tipo de mango tenemos: El mango de chupar y el mango de comer, de este último se separa la pulpa de la cáscara y se realiza jugo, tartas o ensaladas de frutas, conservas (jaleas, confituras, mermeladas, compotas, encurtidos, salsas), postres, etc. Los Chefs se dan gusto en la creación ilimitada de platos salados especiales con el mango que son muy apetecidos, así como también los industriales que utilizan hasta la madera del mango.

1.14.5 Propiedades del mango

Según Álvarez, (2012), se trata de un fruto rico en ácidos como el málico y mirístico, que dotan al organismo para luchar contra los radicales libres y posee una efectiva lucha anticancerígena, gracias a estas vitaminas y a los flavonoides como la quercetina. Tiene acción beneficiosa en la piel, la vista, el cabello, las mucosas, los huesos y el sistema inmunológico, colágeno, dientes y huesos. El mango tiene muchas propiedades como Las vitaminas A y C, que son antioxidantes, contribuyen a reducir el riesgo de múltiples enfermedades, tales como: las cardiovasculares, las degenerativas e incluso el cáncer. Además, debido a que la vitamina C aumenta la absorción del hierro de los alimentos ayuda a la formación de glóbulos rojos, se recomienda en caso de anemia. Su contenido de fibra le confiere propiedades laxantes, previene o mejora el estreñimiento, contribuye a reducir la tasa de colesterol en la sangre, al buen control de la glucemia y tiene un efecto saciante, beneficioso en caso de diabetes y exceso de peso, pero en cantidades mínimas. Es beneficioso también para personas que toman diuréticos que les

hacen perder potasio y padecen bulimia, ya que el mango es muy rico en este mineral y el consumo de esta fruta puede ser una estrategia nutricional muy útil en la prevención de la ceguera causada por el déficit de esta vitamina A. El organismo, además, asimila mejor este nutriente gracias a la presencia de vitamina E, que protege a la vitamina A de su oxidación en el intestino y en los tejidos.

De acuerdo a Rimache, (2007), las cantidades nutritivas del mango le permiten competir con gran variedad de frutas tropicales. A excepción del aguacate, ninguna otra fruta aporta tantos nutrientes como el mango debido a su alto contenido de carbohidratos. Por su contenido en potasio tiene un efecto diurético. Es muy bueno para personas que necesiten eliminar líquidos. Tiene magnesio, un mango maduro de 200g aporta la cantidad diaria recomendada de vitamina C y un 30 por ciento de vitamina A. Es ideal para las personas que no toleran otras fuentes de vitamina C. tiene fenoles que son antioxidantes poderosos. Tiene una enzima similar a la de las papayas que ayuda a tener una buena digestión.

1.15. Consejos de conservación

Según Rimache, (2007) cuando están verdes pueden resistir en frío de 8 a 10 grados centígrados hasta 27 días (tres o cuatro semanas) en muy buen estado si se mantienen en la heladera ingresándolos pintones (verdes maduros), con una humedad relativa de 85 a 95%; para madurar hay que dejar a temperatura ambiente y consumir preferente durante los 5 días siguientes. Cuando sobrepasa los límites tolerantes la fruta sufre infecciones.

Para transportar el mango se necesita una atmósfera controlada, los contenedores deberán tener las siguientes condiciones: Temperatura de 12.5 C; humedad relativa 95% contenido de $O_2=3.5\%$, contenido de $CO_2=5\%$. Llevando el mango sin empaque produce la oxidación más rápidamente porque se enfría y las manchas negras se presentan en señal de descomposición. Se puede encontrar en el mercado durante todo el año, ya que los diferentes países productores producen cosechas en épocas distintas. Sin embargo, su exportación no se lleva a cabo a gran escala, ya que se trata de una fruta muy delicada que no soporta bien las condiciones de transporte. Es importante

adquirir mangos que desprendan buen aroma. Si se compran excesivamente verdes, la fruta no madurará correctamente. Si por el contrario presentan grandes zonas negras, esto indica que ya están pasados.

1.16. El mango en el Ecuador

En una entrevista publicada en la Revista EL AGRO 2015 el titular del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), Javier Ponce, dio a conocer que el Ecuador exporta anualmente entre 9 a 10 millones de cajas de mango, de cuatro kilos cada una, que representan cerca de 25 millones de dólares. El 80% de la fruta se va a Estados Unidos, donde la población latina y asiática son los mayores consumidores.

El Ing. Johnny Jara, Director Ejecutivo de Fundación Mango, manifiesta que: “En junio y julio, las plantas florecen en las haciendas, mientras que cada octubre el mango ya reverdece, es la época en donde arranca la cosecha de esta fruta, llegan más agricultores para tumbar, recoger, lavar y transportar el producto hacia las empacadoras, para luego del proceso hidro-térmico colocarlos en cajas de 4 kilos. La recolección, el empaque y toda la fase que involucra hasta llegar al puerto, es una fiesta para trabajadores, productores y empresarios; esperando que cada temporada sea mejor y más productiva para el sector. Cuando está a menos de un mes para el inicio de la cosecha, el color púrpura predomina en las plantaciones de mango de las provincias de Guayas; Santa Elena y Los Ríos las más altas en producción y exportación con una superficie aproximada de 5.200 has. Cuyas variedades exportables son: 60% es de Tommy Atkins, 15% de Kent, el 25% restante entre Ataúlfo, Haden y Kent, Tommy es el que va a la vanguardia. Alrededor de 20.000 personas se alistan para recoger y 1.500 mujeres para empacar aproximadamente 10 millones de cajas de 4 kilos de la fruta.

Fundación Mango, manifiesta que en el país hay registrados 45 productores de mango de exportación y que entre el 85% y 90% de las exportaciones de la fruta se dirige a los Estados Unidos, mientras que el porcentaje restante se distribuye entre los países de Canadá, Europa, México, Nueva Zelanda, Chile, Argentina y el Caribe.. Brasil y Perú son los mayores competidores de la fruta ecuatoriana, (MIC).

CAPÍTULO DOS: MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1. Lugar de la investigación

Para la realización del trabajo de investigación de la aplicación de la película biodegradable a partir de propóleo para recubrimiento de mango se lo desarrolló en:

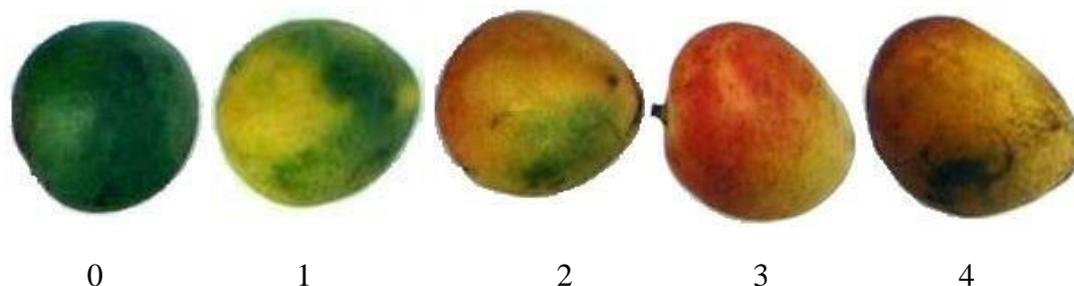
- a) Instituto de Investigaciones Tecnológicas de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad de Guayaquil, Guayaquil provincias del Guayas.

2.2. Materiales, equipo y reactivos

2.2.1. Material vegetal

La toma de la muestra para la fruta (*Manguífera indica*-variedad Tommy Atkins) utilizada en la experimentación se lo realizó de manera no probabilística, las cuales fueron escogidas de acuerdo a las características y especificaciones encontradas en la ficha técnica basada en la aplicación de las norma contenidas en el CODEX ALIMENTARIO para dicha fruta, la cual nos indica que : deben estar enteros, aspecto fresco, exentos de sabores y olores extraños, calibre o tamaño, grado de madurez adecuado, ausencia de enfermedades criptogámicas ,sin lesiones físicas ni mecánicas, sanas y Limpias. (Ver Anexo N.-1)

Imagen 1. Grado de madurez del mango



Fuente: OLMUE S.A.- FTOL-CP-

La fruta fue recolectada y seleccionada en la hacienda productora de mango y otras frutas de exportación llamada "La Chola" ubicada cerca de la comuna Cerecita, a 70 kilómetros al noroeste de Guayaquil, En las 730 hectáreas (ha) de la hacienda La Chola, se cultivan 62 hectáreas de mango divididas en un 50 % de esta área para el cultivo de la variedad KENT y la otra mitad de la variedad TOMMY ATKINS la cual es la fruta sujeta a experimentación con el recubrimiento por lo general la cosecha del mango en la hacienda se da en el mes de noviembre cuya producción tiene como destino los mercados internacionales (USA), la hacienda es propiedad de la empresa Naturísimo ya dedicándose por diez años a la exportación , la hacienda tiene altos niveles de producción en comparación de otras haciendas ya que reportan 3300 cajas de 4.2 kg. Por cada hectárea en comparación de las otras productoras con 1500 cajas.

Desde esta hacienda se movilizó la fruta hasta el Instituto de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad de Guayaquil en cajas de cartón para cuidar de daños causados por el transporte.

Imagen 2.Recepción del mango en el instituto de investigaciones U.E:



Fuente: Autor

La fruta para la cobertura de la película se la seleccionó de acuerdo a su grado de madurez en concordancia con la tabla de color de OLMUE COLOMBIA(Imagen 1) en el grado dos, las frutas para la experimentación fueron lavadas y retiradas cualquier material extraño adheridas al mango fueron removidas, desinfectadas con una solución de hipoclorito de sodio a 5ppm seguido del lavado con agua destilada y secada con toalla absorbente que no desprenda pelusa y contamine físicamente la fruta y proceder con la aplicación del recubrimiento.

2.2.2. Equipos y materiales

Para la experimentación se utilizaron los siguientes equipos que proporcionó el Instituto de Investigaciones Tecnológicas entre los cuales tenemos:

- Balanza analítica
- Potenciómetro de mesa
- Refractómetro
- Refrigeradora
- Termómetros
- Sorbona
- Soporte universal
- Bureta
- Pipetas
- Vasos de precipitación
- Erlenmeyer
- *Bowls* de acero inox.
- Mandil de laboratorio
- Guantes estériles
- Cubre cabello
- Mascarilla
- Papel toalla
- Cuadernillo de apuntes
- Cámara fotográfica
- Licuadora

- Tabla de picado
- Cuchillos
- Espátula
- Cucharones
- Cepillo plástico

2.2.3. Sustancias y reactivos

La experimentación se desarrolló en las instalaciones de la planta de procesamiento de alimentos del instituto de investigaciones para la recepción, limpieza, acondicionamiento de la fruta además del laboratorio de microbiología para la determinación de los análisis físicos químicos donde se utilizaron los siguientes materiales, utensilios, equipos.

a. Sustancias

-Propóleo

-alcohol etílico

b. Reactivos:

-Hipoclorito de sodio 5ppm

-Hidróxido de sodio

-Agua destilada esterilizada

c. Cultivos:

-Placas Petri film mohos y levaduras

-Placas Petri film E.Coli. Coliformes.

2.3. Métodos a utilizar.

2.3.1. Método teórico

Para la experimentación de este trabajo se ha referenciado y recopilado diferentes estudios anteriores realizados por varios autores sobre la fruta del mango y los métodos de conservación de la fruta en estudio y los factores que influyen para la prolongación de la vida útil o vida de anaquel de la misma, para lo cual se utilizan en la industria de los alimentos varias tecnologías y que en el presente experimento nos centraremos en la tecnología de uso de películas comestibles, específicamente una desarrollada a base de propóleo.

2.3.2. Métodos empíricos

Para el desarrollo de este método se aplicó la herramienta técnica de la encuesta, la cual se llevó a cabo mediante la formulación de un análisis sensorial que fue realizado por 40 catadores seleccionados para llevar a cabo el análisis discriminativo de la aplicación de la película biodegradable a partir de propóleo para el recubrimiento de la fruta del mango y determinar si esta película cuenta con la calidad necesaria para garantizar la prolongación del tiempo de vida útil y la permanecía a niveles aceptables de las características organolépticas de del producto además de la seguridad microbiológica del alimento. Ver anexo 1

2.4. Diseño experimental

2.4.1. Formulación del recubrimiento comestible

La película biodegradable se formuló en su composición con una variación en el porcentaje de la resina natural llamada propóleo la cual se la preparó en una solución hidro-alcohólica donde permita extraer las propiedades conservantes del este elemento y presente la mejor característica de firmeza, adhesión y optimización de la materia prima usada relacionada con la formación de la película para el recubrimiento

(formulación 2), analizando cualitativamente en la aplicación en el mango ,en los estudio formulados por Quinteros et al (2010) las películas o recubrimientos comestibles para alimentos están formulados por lo menos por un compuesto que posea la capacidad de elaborar una matriz estructural con la propiedad de cohesivo (lípidos, polisacáridos, proteínas).

Se entiende que la fuerza cohesiva del recubrimiento es ligada a la química y estructura del biopolímero , también tomando en cuenta el tipo de solvente a usarse otro aspecto es la presencia de agentes plastificantes ,conservantes como los aditivos con propiedades antioxidantes ,antimicrobianas además de otras y las condiciones ambientales en el instante de la formación del recubrimiento, Es por eso que en la actual investigación se ha empleado la resina natural extraída de los colmenares de las Apis melíferas y disuelta en el solvente escogido en la concentración indicada en la siguiente tabla:

Tabla 5. Formulación del recubrimiento

Componentes	F1	F2	F3	F4
Propóleo	500g	600 g	800g	1000g
Alcohol etílico	3000ml	5000ml	8000ml	9000ml

Fuente: Elaboración propia

2.4.2. Elaboración de la película biodegradable

La elaboración de la película biodegradable está desarrollada experimentalmente, el propóleo para la experimentación fue recolectada de los colmenares ubicados en la ciudad de Quito en la parroquia Cumbaya San Pedro del valle de propiedad familiar del autor, cuya muestra se lo tomó durante una jornada de inspección, mantenimiento y cosecha de los colmenares el propóleo identificado claramente en el interior de las cajas que comprende la colmena para lo cual se lo recoge manualmente ayudado de una herramienta que puede ser una espátula o cuchilla para la extracción del esta resina natural(propóleo).

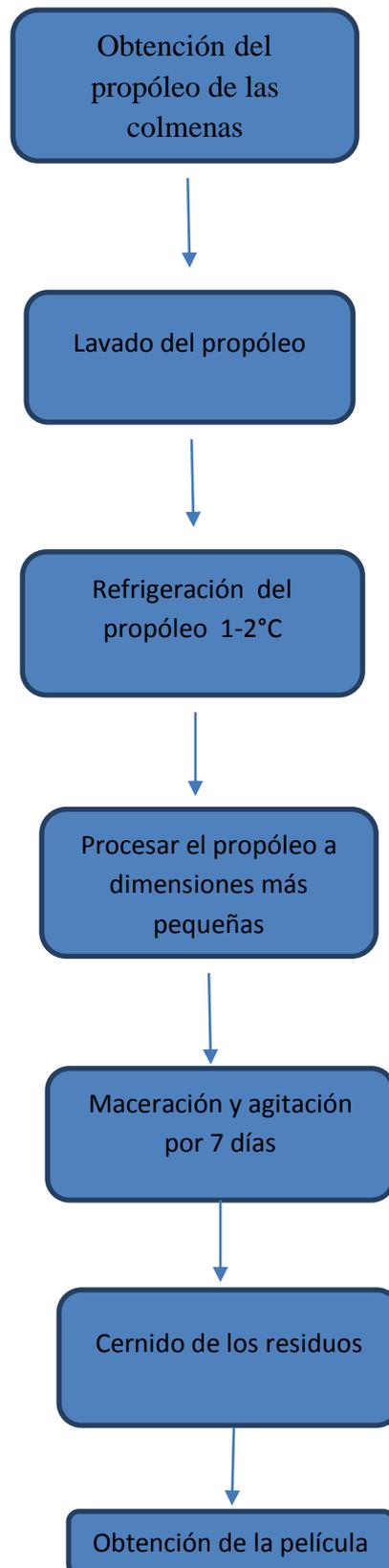
Imagen 3. Inspección, mantenimiento y cosecha de colmenares



Fuente: Autor

Después de la recolección del propóleo se coloca la resina en un recipiente con agua para lavarlo y separarlo de otras sustancias por diferencia de densidades se somete a temperaturas refrigeración de 2 grados centígrados por 24 horas para reducir la cantidad de humedad causados por el lavado, después de obtener un producto más seco a continuación hay que procesar el propóleo para reducirlo después se lo macera en el alcohol el cual es alcohol etílico al 96% para que la resina se pueda diluir y especialmente extraer las propiedades que posee el propóleo, continua el proceso removiendo por treinta minutos diarios por siete días, después se puede observar la formación de una nueva solución, finalmente se hace pasar por un cernidor muy fino para separar los sólidos y el líquido nuevo formado procurando mantenerlo en un recipiente oscuro, se recomienda que se guarde las normas de buenas prácticas de manufactura para garantizar la inocuidad del recubrimiento.

2.4.3. Diagrama de flujo



2.4.4. Acondicionamiento de la fruta

Para la experimentación se preparó los Tommy Atkins los cuales fueron seleccionados con las características específicas seguido se procede a lavar con cepillo y detergente comercial , continuando con un proceso de desinfección con una solución de hipoclorito de sodio en agua a una dosis de 5 ppm durante 15 minutos, de manera seguida se realizó un segundo lavado con agua destilada con el propósito de retirar los residuos de hipoclorito de sodio se lo escurrió el exceso de agua proseguido de un secado con toalla desechable que no desprenda pelusa teniendo la fruta en las condiciones deseadas limpia y desinfectada lista para la aplicación del recubrimiento comestible.

Imagen 4. Lavado, desinfectado, selección de mangos



Fuente: Autor

2.4.5. Aplicación del recubrimiento comestible

Ya con la formulación del recubrimiento comestible lista y la fruta acondicionada se realizó la aplicación a la fruta con el recubrimiento usando el procedimiento de inmersión durante un minuto para realizar la suspensión filmogénica y que se lo realice de manera homogénea en la fruta. Después se colocaron los mangos sumergidos sobre moldes con el propósito de escurrir el exceso de líquido de recubrimiento y dejando que la película se seque y

quede adherida sobre la fruta lo cual se lo hace en condiciones de temperatura local sin la utilización ni ayuda de corrientes de aire para que no se corra la película ya formada o creen áreas sin recubrir.

Prosigue la separación de los mangos recubiertos para la experimentación se los separó en dos grupos a analizar unos se lo hizo a temperatura local (30°C) y otros a temperatura de 5-7°C según las fichas técnicas, estas dos muestras fueron comparadas con los mangos que no fueron aplicados con el recubrimiento al cual se llamó mango control y medir su evolución después de la aplicación y medición constantes para poder comparar como varían los factores analizar que son grados Brix, pH, acidez, pérdida de peso, índice de madurez, sólidos solubles y al final identificar la eficacia del recubrimiento al lograr alargar el tiempo de vida útil de la fruta y la inocuidad del alimento.

2.5. Métodos analíticos

Para la determinación de la información se usó los métodos cualitativos y cuantitativos he identificar la inocuidad del alimento del recubrimiento y caracterización física-química, microbiológica y análisis sensorial del recubrimiento aplicado al mango tomando en cuenta las especificaciones:

-Instituto de Normalización Ecuatoriano

-Codex alimentario.

-Normas de especificaciones de empresas exportadoras de la fruta (OLMUE SA)

2.6. Caracterización físico – químico del mango

En la experimentación del recubrimiento a partir de propóleo se realizaron análisis físico-químicos, cuyos datos obtenidos fueron ordenados en tablas para ser comparados y analizados sobre la eficacia de esta tecnología de

conservación que se lo realizó y están contenidos en el capítulo siguiente los análisis fueron los siguientes:

- a) Determinación pérdida de peso
- b) Determinación de sólidos solubles totales (°Brix)
- c) Determinación del índice de madurez
- d) Determinación de la acidez titulable
- e) Determinación de pH NTE INEN 389
- f) Evaluación sensorial

a) Determinación de pérdida de peso

De cada lote se tomaron muestras las cuales fueron pesadas en una balanza analítica *Mettler Toledo AB204-S* con una precisión de 0.001g durante el tiempo de estudio tanto a temperatura ambiente y a temperatura de refrigeración, la balanza analítica con desviación de +- 0.05mg por medio de las variaciones

Imagen 5. Determinación del peso de los mangos



Fuente: Autor

b) Determinación de sólidos solubles (° Brix)

Los hidratos de carbono sufren un importante cambio bioquímico, los polisacáridos manifiestan una degradación en sus membranas celulares con lo cual el contenido de los azúcares aumenta en su concentración. Los mangos se maceraron para poder obtener un jugo y hacer la lectura de los sólidos solubles totales (SST) con el refractómetro con escala 0-32, calibrado con agua destilada, generando tres mediciones con muestras de mango al azar, se utilizó el método 932.12/90 de la AOAC adaptado para su respectivo cálculo se realizó una corrección de temperaturas y de acidez.

Imagen 6. Determinación de los grados Brix



Fuente: Autor

Tabla 6. Valores referenciales del mango

Parámetros	Valor
pH	3.97 ± 1.00
°Brix	12.41 ± 0.46
% de acidez	0.6 ± 0.04

c) Determinación del índice de madurez

Para la determinación del índice de madurez se realiza la simple relación entre acidez y el porcentaje de sólidos solubles para entenderlo se expone la acidez/Grados Brix (gr/ml) esta prueba es muy utilizada para medir el grado de madurez de los frutos entendiendo así que a medida que las frutas van madurando la acidez de la fruta descende y el porcentaje de azúcares se concentra o aumenta, sólidos solubles.

d) Determinación de la acidez

A través de una reacción de neutralización ácido-base, se determina la acidez para lo que se colocó una muestra en la solución y se titula potenciométricamente con hidróxido de sodio 0.1N, tal como el método A. O.A.C, se puede ver la explicación de la determinación de estos índices en la norma INEN.

Imagen 7. Determinación de acidez



Fuente: Autor

e) Determinación del PH

Comprende prácticamente la comparación del potencial de la solución problema con el del electrodo de referencia, en donde cada potencial depende de cada caso y su concentración de hidrogeniones que se encuentran en la solución en la que ha sido sumergida, para esta determinación se utilizó la norma técnica ecuatoriana INEN 389.

f) Determinación de las características sensoriales

Para el análisis sensorial del mango con y sin el recubrimiento desarrollado se realizó a través de la identificación organoléptica con el uso de los sentidos como son: la vista, olfato, tacto y gusto. Los mismos que lo realizó con un panel de 40 catadores con juicio técnico para la evaluación y a quienes se les dio las directrices para el desarrollo de la prueba sensorial, los cuales fueron tomados de un grupo de estudiantes del séptimo semestre de la carrera de licenciatura en gastronomía de la Facultad de Ingeniería química de la Universidad de Guayaquil.

Con el objetivo de identificar la descripción sensorial del mango tratado se realizó una prueba descriptiva, cuantitativa a ciegas con el fin de descartar cualquier influencia en los aspectos que pudiese interferir en la toma de decisión al momento de decidir con juicio descriptivo. Cada miembro del panel de catadores recibió una porción de mango de cada lote y un formato diseñado para obtener la información requerida para describir organolépticamente tanto su aspecto, color, olor, aroma, sabor y textura cada ítem se midió en una escala de uno al cinco.

2.7. Análisis microbiológico

Para la determinación de la inocuidad y la estabilidad de la película biodegradable para el recubrimiento del mango se controlaron los siguientes parámetros:

- a) E. Coli , Coliformes totales
- b) Mohos y levaduras

2.8. Métodos estadísticos

Por medio de la utilización de métodos estadísticos se realizó la investigación sobre el análisis sensorial del recubrimiento del mango para lo cual se utilizó los siguientes pasos:

- Determinar tamaño de la muestra
- Diseño de la encuesta
- Realización de la encuesta y análisis sensorial para obtención de información.
- Tabulación de la encuesta realizada.
- Representación gráfica y numérica de los datos obtenidos.

2.8.1. Determinación del tamaño de la muestra

En esta investigación se tomó como tamaño de la muestra el universo del grupo de estudio comprendido de 40 estudiantes para mejor fiabilidad ya que en los estudios de análisis sensoriales se pide como mínimo 30 panelistas , se laboró con los estudiantes de séptimo semestre de la carrera de licenciatura en gastronomía de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad de Guayaquil ; los mismos que fueron capacitados en cómo realizar el análisis sensorial deseado y además fueron seleccionados porque en este semestre tomaron la materia de control de alimentos obteniendo la capacidad para desarrollar la descripción organoléptica de cada una de las muestras entregadas , por lo que es un grupo indicado para esta identificación organoléptica .

CAPÍTULO TRES: ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el presente capítulo se presenta el análisis de los resultados obtenidos durante la experimentación comprendida en la caracterización físico- química microbiológica y sensorial del recubrimiento analizado evidenciando que con su aplicación la hipótesis se cumple al buscar la preservación y la prolongación de la fruta en experimentación.

3. Análisis físico-químico

Las frutas climatéricas como es de su naturaleza continúan con su metabolismo activo es decir tienen una tasa de respiración alta y continúan en su maduración en su estado de post cosecha teniendo un rápido proceso de senescencia. Influenciados por los factores de cambio físico –químicos normales de la fruta agregándose el ataque fúngico, el mango sufre un rápido deterioro que afecta el tiempo de vida útil y su aprovechamiento.

En la presente experimentación las variables que fueron controladas tenemos : potencial de hidrógeno, porcentaje de acidez titulable, pérdida de peso, sólidos totales en diferentes tiempos analizados en su almacenamiento que fueron en condiciones tanto de refrigeración (5°C) como en temperatura ambiente (30°C) en ambas condiciones de prueba se colocaron frutas enteras de muestra tanto con y sin recubrimiento.

Tabla 7. Desarrollo experimental a 30°C

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA MAESTRÍA EN PROCESAMIENTO Y CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS COBERTURA BIODEGRADABLE A PARTIR DE PROPÓLEO PARA COBERTURA DE MANGO											
TIEMPO	Condiciones Temperatura	BRIX		INDICE DE MADUREZ		pH		% ACIDEZ		PERDIDA DE PESO (g.)	
		MUESTRA		MUESTRA		MUESTRA		MUESTRA		MUESTRA	
		SIN RECUBRIMIENTO	CON COBERTURA	SIN RECUBRIMIENTO	CON COBERTURA						
0	30°C	8,4	8,4	0,15	0,15	3,18	3,18	1,23	1,23	0	0
7	30°C	12,6	12,2	0,02	0,03	4,61	4,30	0,20	0,36	38,9	25,04
17	30°C	14,2	12,2	0,01	0,01	5,08	4,90	0,08	0,11	27,7	19,08
PROMEDIO		11,73	10,93	0,06	0,06	4,29	4,13	0,50	0,57	22,2	14,71

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Desarrollo experimental en condiciones de refrigeración 5°C

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA MAESTRÍA EN PROCESAMIENTO Y CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS COBERTURA BIODEGRADABLE A PARTIR DE PROPÓLEO PARA COBERTURA DE MANGO											
TIEMPO	Condiciones Temperatura	BRIX		INDICE DE MADUREZ		pH		% ACIDEZ		PERDIDA DE PESO (g.)	
		MUESTRA		MUESTRA		MUESTRA		MUESTRA		MUESTRA	
		SIN RECUBRIMIENTO	CON COBERTURA								
0	5°C	8,4	8,4	0,15	0,15	3,18	3,18	1,23	1,23	0	0
7	5°C	8,8	8,8	0,13	0,14	3,26	3,16	1,18	1,24	9,1	5,5
14	5°C	9,4	10,3	0,11	0,11	3,46	3,30	1,02	1,12	9,5	5,6
21	5°C	11,0	10,8	0,09	0,09	3,54	3,40	0,99	1,02	7,9	6,2
28	5°C	0	11,2	0,00	0,09	0,00	3,47	0,00	1,02	0	5,5
PROMEDIO	5°C	9,4	7,66	0,12	0,10	3,36	2,61	1,11	1,13	8,8	4,3

Fuente: Elaboración propia.

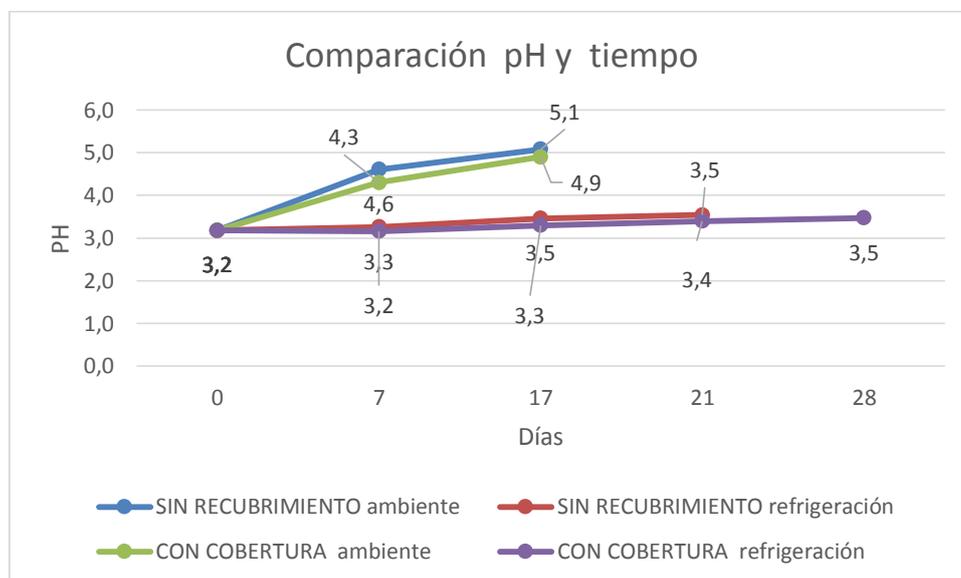
3.1. Análisis de resultados físicos-químicos

Para la realización del análisis de resultados se utilizó el software de Microsoft office 2013.

3.1.1. PH

En la experimentación realizada cuyos datos obtenidos y ordenados en las dos tablas anteriores, observamos como primer factor analizado el PH y como este valor experimenta una variación en su incremento cada vez que se hacía su medición mostrando un incremento entre las diferentes muestras tanto en su tipo de almacenamiento con referencia a la temperatura y a la aplicación del recubrimiento.

Gráfica 1.Comparación de pH



Fuente: Autor

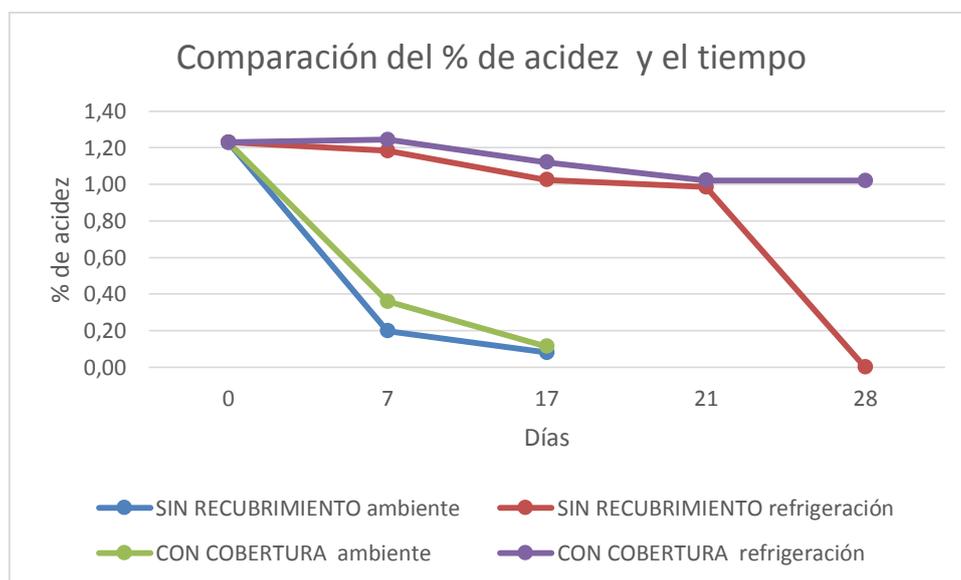
Todos los tratamientos presentaron un aumento en su pH inicial según como el tiempo iba transcurriendo y en referencia al ambiente de almacenamiento que se le dio ,y en comparación al mango que estaba de control , se puede observar que tanto las muestras que se almacenaron a una temperatura de 30 ° centígrados y como las otras a 5° centígrados evidencian una diferencia entre las que fueron aplicadas el recubrimiento a base de propóleo y las otras que no se aplicó las muestras recubiertas

experimentan un menor aumento en su pH, por lo que prolonga el tiempo de vida de anaquel del mango .

3.1.2. Porcentaje de acidez

El porcentaje de acidez en la experimentación es un factor importante ya que al transcurso del tiempo de observación se evidencia variaciones en las diferentes tablas para los ambientes de almacenamiento y su aplicación del recubrimiento, los datos obtenidos en la medición de este factor nos manifiestan que el porcentaje de acidez del mango desciende durante la maduración de la fruta y el porcentaje disminuye el contenido de ácidos orgánicos que se convierten en azúcares , cuando se considera una fruta madura su nivel de acidez está bajo.

Gráfica 2. Comparación del porcentaje de acidez



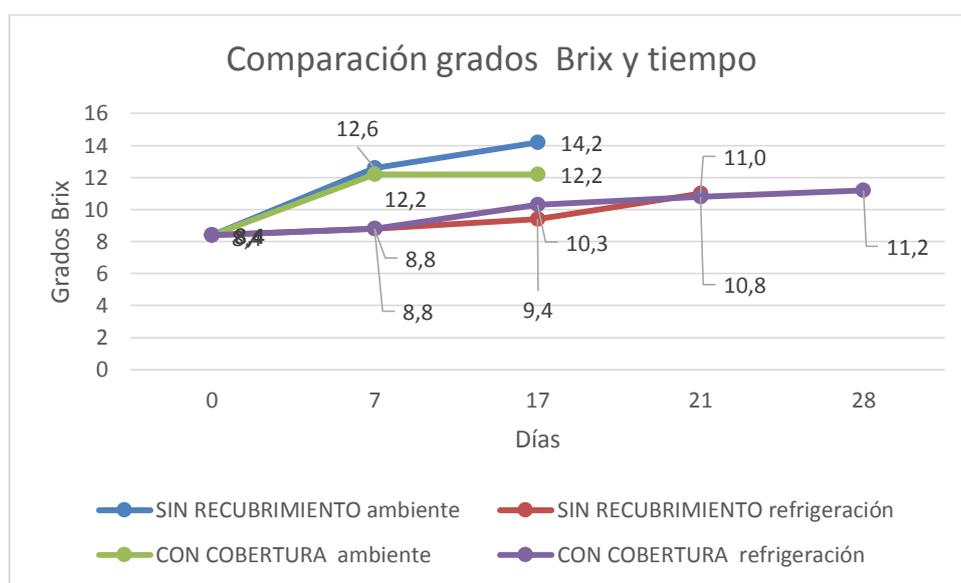
Fuente: Autor

La gráfica N.- 2 muestra que después de la aplicación del recubrimiento y su almacenamiento su porcentaje de acidez desciende mayormente en los que no se han aplicado la película biodegradable haciendo que la fruta aumente en su proceso de madurez, se puede observar claramente como el porcentaje de acidez aumenta desaceleradamente en las muestras que fueron aplicadas el recubrimiento.

3.1.3. Sólidos solubles (° Brix)

El siguiente factor analizado en la experimentación son los grados Brix, los que representan la gama de ácidos orgánicos como el málico, cítrico y otros compuestos, el mango después de su cosecha continúan con sus reacciones metabólicas normales entre ellas la tasa de respiración, usando como sustrato los azúcares resultantes de la hidrólisis de la sacarosa.

Gráfica 3. Comparación grados Brix



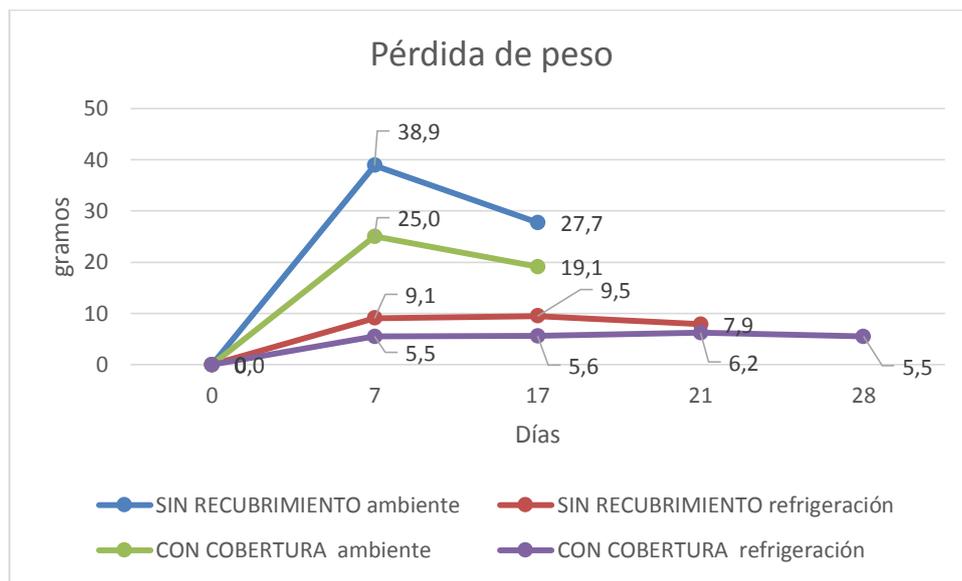
Fuente: Autor

Los grados Brix encontrados desde el primer momento de la experimentación nos muestra una cantidad que después de la primera semana van aumentando paulatinamente y se aprecia que la muestra del mango con recubrimiento en temperatura de almacenamiento (30° C) evidencia menor concentración de grados Brix a diferencia que en condiciones de refrigeración que no representa variación, ya para la segunda semana también se observa una diferencia mucho más considerable entre las muestras analizadas al ambiente, aunque también en refrigeración podemos ver que los mangos que fueron recubiertos experimentan una menor cantidad de grados Brix que los no recubiertos.

3.1.4. Pérdida de peso

La pérdida de peso es el último de los factores analizados en esta experimentación, el mango pierde peso debido a la transferencia de vapor de agua hacia el exterior, dicha pérdida es la que se trata de evitar con la aplicación del recubrimiento biodegradable durante tiempo de observación y su almacenamiento.

Gráfica 4. Comparación de pérdida de peso



Fuente: Autor

Con la ayuda de la balanza analítica se observa en el gráfico que la pérdida de peso del mango en condiciones de almacenamiento de 30°C y una humedad relativa de 64 % fue de 38.9 gramos en los mangos sin cobertura en contraste con los mangos con cobertura que experimento una pérdida de 25 gramos en la primera semana, ya para la segunda medida (17 días) los mangos sin cobertura pierde 27.7 gramos en contraste con los mangos con cobertura de 19 gramos; para el almacenamiento a temperatura de 5°C vemos que en la primera semana los mangos Sin cobertura pierde 9.1 gramos con respecto a los mangos recubiertos con una pérdida de 5.5 gramos, para el día 17 los mangos sin cobertura pierde 9.5 gramos con respecto a 5.6 de los mangos recubiertos, al día 21 los mangos sin cobertura pierde 7.9 con respecto a 6.2 de los mangos recubiertos, concluyendo rotundamente que tanto en temperatura ambiente y a refrigeración siempre los mangos recubiertos de la película experimentan una menor pérdida de peso.

3.2. Análisis microbiológicos

A continuación presentamos la tabla de resultados microbiológicos con el fin de comprobar la inocuidad de la película se realizó un conteo microbiano tanto de mohos como de levaduras así como de E. Coli y Coliformes totales para obtener una respuesta experimental del presente estudio y de la idoneidad del líquido de cobertura además del resto de factores ya analizados, con el fin de cumplir con el reglamento sanitario de los alimentos basados en el Codex alimentario y la especificación de la categoría de frutas y hortalizas frescas, procesadas, semi-procesada teniendo como referencia 10^3 ucf/g como límite máximo permisivo en el recuento microbiológico, se analizó las muestras a 35°T usando el método de recuento de placas, dichos resultados de laboratorios se observa en los certificados ver anexo N° 3, emitidos y por el laboratorio de microbiología del Instituto de la facultad de Ingeniería Química.

Tabla 9. Informe microbiológico recubrimiento a partir de propóleo

sustancia analizada	gérmenes aerobios	Coliformes totales	E. Coli	Moho y levaduras
líquido de cobertura a base de propóleo	0	0	Ausencia	0

Fuente: elaboración propia.

Además también se analizó la fruta tanto en la entrada del experimento como al final del proceso cuyos datos se coloca en la siguiente tabla se ensayó a 35° C de incubación con el método de recuento de placas, permitiendo observar ausencia de microorganismos patógenos cuyos resultados los podemos ver certificado en el informe de ensayos que constan en los anexos N.- 4 y 5 realizados en el laboratorio de microbiología del Instituto de la facultad de Ingeniería Química de la Universidad de Guayaquil.

Tabla 10. Informe de resultados microbiológicos del mango recubierto

sustancia analizada	gérmenes aerobios	Coliformes totales	E. Coli	Moho y levaduras
mango sin recubrimiento en el inicio del experimento	0	0	Ausencia	0
mango con recubrimiento en el fin del experimento	0	0	Ausencia	0

Fuente: Autor.

3.3. Análisis sensoriales

A continuación se presentan los resultados del análisis sensorial que se realizó para los mangos con cobertura y sin cobertura en condiciones de almacenamiento con una temperatura de 30° centígrados y al día 17 de su almacenamiento se procedió a realizar el análisis de los mismos, además los mangos con recubrimiento y sin recubrimiento en condiciones de almacenamiento de refrigeración a una temperatura de 5° centígrados se lo realizó al día 35 de su almacenamiento, las características analizadas en esta prueba fueron: Color, olor, sabor, textura dicha prueba se hizo con los estudiantes de la carrera de gastronomía séptimo nivel con una cantidad de cuarenta panelistas cuya evidencia se encuentra en el anexo N.-6, se dio las indicaciones correspondientes para el análisis además de su conocimiento del tema de control de calidad de alimentos que es parte de su perfil profesional.

Se presenta los resultados en las siguientes gráficas de las cuatro muestras tanto al ambiente con recubrimiento y sin cobertura además de las que estuvieron en condiciones de refrigeración con cobertura y sin cobertura. Hay que tener presente la escala de percepción 1 mala, 2 regular, 3 aceptable, 4 muy bueno, 5 óptima.

3.3.1 Muestra a temperatura ambiental y recubierta

Gráfica 5. Percepción del análisis sensorial de la muestra al ambiente y a 30°C



Fuente: Autor

Los panelistas describieron a esta muestra con un color, olor, sabor y textura regular y un grado de madurez entre malo y regular, esto no es malo sino mejor indica que a 17 días de almacenamiento a 30°C y con el recubrimiento el mango no está todavía en su punto óptimo, es decir la película retarda la madurez de la fruta.

3.3.2. Muestra a temperatura ambiental sin recubrimiento

Gráfica 6. Percepción análisis sensorial muestra sin recubrimiento al ambiente



Fuente: Autor.

En esta muestra los resultados que podemos observar que los panelistas le dan valores superiores con referencia a la muestra anterior que estaba en la misma condición ambiental pero que tenía el recubrimiento, identifican el color del mango en este estado como muy bueno, para el olor, sabor, textura le califican como aceptable, el grado de madurez de esta muestra le dan la calificación de muy buena, aquí se puede ver que esta muestra tiene mejor agrado de los panelistas ya que la fruta a continuado normalmente su proceso de madurez ya que no estaba aplicada con el recubrimiento, dando como resultado después de comparar con la anterior que el recubrimiento si retrasa su madurez y alarga el tiempo de vida de anaquel con referencia a esta muestra de mango.

3.3.3. Muestra a temperatura de refrigeración con recubrimiento

Gráfica 7. Percepción análisis sensorial muestra recubierta y refrigerada a 5°C



Fuente: Autor.

En esta muestra que fue experimentada ya en condiciones de refrigeración (5°C) la fruta fue analizada en un tiempo de 35 días, además de la aplicación del recubrimiento desarrollado, los panelistas expresan que la muestra evidencia que el color para ellos es aceptable, para el olor lo describen como aceptable, su sabor le perciben como aceptable, su textura lo perciben como captable, el grado de madurez lo ven como regular estos datos arrojados son buenos ya que demuestra que la película ha trabajado como se esperaba retardando su madurez en pos de alargar su vida útil.

3.3.4. Muestra a temperatura de refrigeración sin recubrimiento

Gráfica 8. Percepción análisis sensorial muestra sin recubrimiento a 5°C

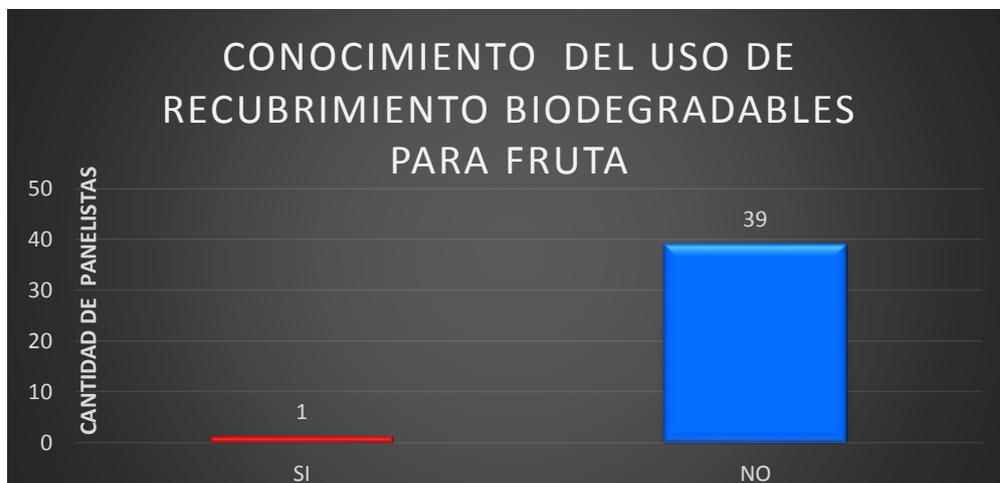


Fuente: Autor.

La última de las muestras a analizar es la del mango sin cobertura almacenada a 5 ° centígrados en donde los panelista expresan su apreciación de la siguiente manera para el color ellos le dan una categoría de aceptable , el olor les parece aceptable , para la referencia del sabor lo identifican muy bueno, su textura les parece también muy buena , con respecto a su grado de madurez los panelistas expresan que les parece aceptable y estas apreciaciones son importantes ya que demuestran que además del factor temperatura como método de conservación o de alargue de vida útil la utilización de la película biodegradable muestra mejoramiento con respecto a esta muestra que se usó como fruta patrón en este ambiente de almacenamiento mostrando que sus valores y percepciones de los aspectos organolépticos son mejores que los mangos a los que se aplicó el recubrimiento ya que la película retarda su proceso de maduración y así demorando su senescencia.

3.3.5 Conocimiento de uso de recubrimiento biodegradable

Gráfica 9. Conocimiento del uso de recubrimientos biodegradables para fruta.



Fuente: Autor.

Además del análisis sensorial se preguntó si se tenía conocimiento del uso de recubrimientos biodegradables para el uso en fruta lo que nos arrojó que de cuarenta personas treinta nueve de ellas no conocía sobre el uso de los recubrimiento a comparación de una persona que conocía dando como resultado que la aplicación de esta tecnología en la conservación de los alimentos no es muy conocida ya que está siendo desarrollada recientemente como alternativa natural con el fin de reducir los residuos contaminantes que perjudican al ambiente y así también al ser humano .

3.3.6. Percepción de algún sabor extraño en la fruta

Gráfica 10. Percepción de un sabor ajeno al mango

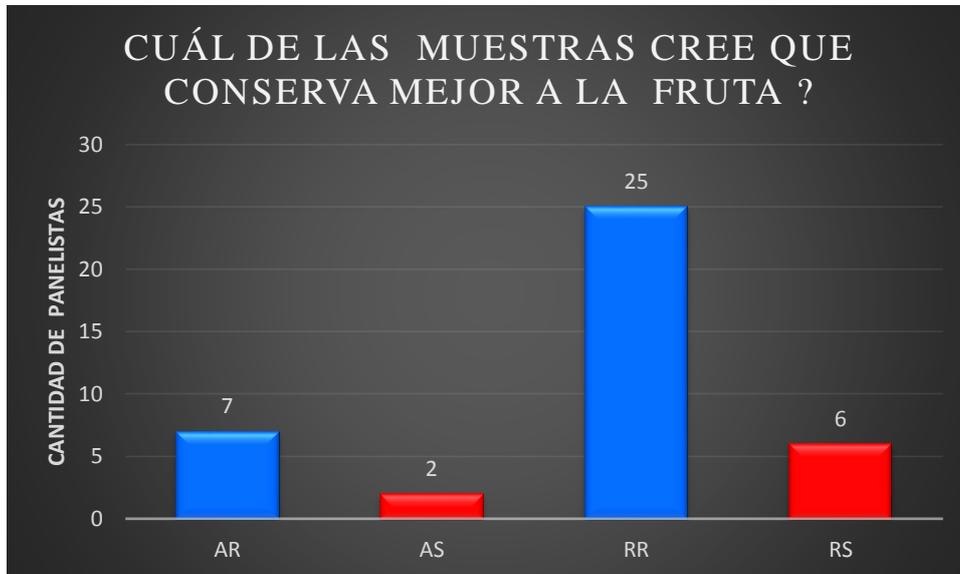


Fuente: Autor.

Se preguntó a los panelista si sentían un sabor extraño o ajeno a la fruta debido a que el propóleo como resina presenta una olor y sabor característico de su naturaleza bastante fuerte y no muy común en el paladar de las personas que capaz que pudo ser transmitido a la fruta después de ser sometida esta al recubrimiento o también irse concentrándose con el pasar del tiempo en la fruta; de los cuarenta panelistas 14 dicen que perciben algo extraño, frente a veinte y seis panelistas que dicen que no perciben ningún sabor extraño o ajeno a la fruta dando la idea que la película biodegradable no contamina o mejor dicho no transmite su sabor característico a la fruta, recordando que la película demuestra condiciones de inocuidad respaldado con los resultados microbiológicos.

3.3.7. Identificación de efectividad en la conservación de las muestras

Gráfica 11 .Percepción del análisis de la muestra que mejores condiciones de conservación de la fruta.



Fuente: Autor.

Finalmente se preguntó cuál de las muestras se considera que conserva mejor la fruta y los panelistas de un grupo de cuarenta integrantes, veinte cinco de ellos identifican a la muestra que fue refrigerada y recubierta como la que mejor conserva ya que se usan dos factores de conservación temperatura y recubrimiento, después otros siete panelistas identifican que la muestra analizada a temperatura ambiental y recubierta con la película biodegradable en conclusión podemos ver que en ambos ambientes los panelistas identifican siempre a los mangos con cobertura como la mejor opción de conservación frente a los mangos patrones demostrando su efectividad al alargar en tiempo de vida de anaquel de la fruta.

CONCLUSIONES

1. El propóleo está sub-utilizado en la rama alimenticia, porque conociendo sus propiedades y beneficios para la salud del ser humano se debería utilizarlo para el recubrimiento comestible de los productos alimenticios más nutritivos y delicados en la conservación tanto para el consumo interno y como para el externo, con la finalidad de aprovechar el 100% de los beneficios que proporciona esta sustancia al consumirla.
2. El recubrimiento desarrollado a partir de propóleo es inocuo cumple con el objetivo inicial de prolongar el tiempo de vida útil del mango Tommy Atkins como un conservante natural tanto a temperatura ambiental de la ciudad (30°C) como en conservación de 5°C.
3. La película conservó al mango en sus valores referenciales de grados Brix , pH, acidez y pérdida de peso conservando su buena calidad , no transfirió sabor característico del propóleo a la fruta y en condiciones ambientales (30°C) prolongó la vida del mango en 16 días , presentando un aumento del 100% del tiempo de vida de anaquel en esa condición con respecto al mango control.

RECOMENDACIONES

1. Continuidad en el estudio de la empleabilidad del propóleo en el uso de la conservación de los alimentos con el fin de fomentar la actividad apícola para la producción natural y racional de propóleo ya que esto beneficiará a la actividad apícola beneficiando también a la agro producción del país por el proceso de polinización de la *Apis melífera*.
2. Fomentar el estudio en biorecubrimientos para mantener los alimentos libres de productos sintéticos ya que por las condiciones ambientales actuales se debe actuar en la reducción considerable de los desechos contaminantes de las fuentes de agua, del aire y del suelo y así su impacto con la naturaleza y al hombre que la compone.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, R. (2012). Frutas.

Arena, M. y HeinS. (2013). Fundamentos de Química. México: CengageLearning.

Baldi, B. (2010). La miel, una mirada científica. Buenos Aires, Argentina: UNER.

Barboza E., Cordeiro J., De Luca D. Lucas N. et al. (2013). La incorporación de propóleos en películas de colágeno utilizadas como vendaje para quemaduras mejoría y cicatrización. Brasilia-Brasil: Revista Etnofarmacología-Profitocoop.

Brown, Theodore, Lemay, Eugene, Murphy, Katherine, Burstein, Bruce y Woodward Patrick. (2014). Química. México:Pearson.

Dewey, C. (2010). Manual práctico de apicultura. México: Sagarpa.

Fattori, S. (2012). Tecnología y Productos. Buenos Aires, Argentina: Comisión Apimondia.

Figuroa J., Salcedo J., Aguas Y., Olivero R., Narváez G. (2011). Recubrimientos comestibles en la conservación del mango y el aguacate. Còrdova, Colombia: Universidad de Còrdova

Galdos Fernández, A. (28 de 11 de 2015). Revista salud y vida. Obtenido de http://www.sld.cu/saludyvida/naturaltradicional/buscar.php?id=13099&iduser=4&id_topic=17

Prodigio de las abejas: El Propóleo y la jalea real. Habana-Cuba: Salud y vida

Guevara, J. (2010). Elaboración y caracterización de películas biodegradables a base de nano biopartículas (mucílago y pectina). Mérida, México: Yucatán.

Jaramillo, Napoleòn (22 de 10 del 2015). Monografías. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos87/apicultura-rudimentaria-del-ecuador-siglo-xxi/apicultura-rudimentaria-del-ecuador-siglo-xxi.shtml#ixzz3sW8Vqdk>

Jean-Prost. (2007). Apicultura Trampa para propóleos. Barcelona-España: Norma.

Martínez, J. (2012). Caracterización físico-química y evaluación de la actividad antifúngica de propóleos recolectados en el suroeste antioqueño. (Tesis). Medellín-Colombia: Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia.

Rimache Artica, M. (2007). Cultivo de mangos. Lima-Perú: Macro.

Quintero J, Falguera V. y Muñoz J. (21 de 10 de 2015). Caribbean new digital.com. Obtenido de http://www.caribbeannewdigital.com/noticia/el_mango_sus_propiedades_nutritivas.

Quintero P., Pascal F. y Muñoz J. (14 de 09 de 2015). Academia.edu. Obtenido de http://www.academia.edu/.../peliculas_y_recubrimientos_comestibles/

Rubio G. (2012). Películas biodegradables a partir de residuos de cítricos. Madrid, España: Anaya.

Subovsky, J., Sosa A., y Castillo, A. (2010). Cátedra de Química orgánica y biología. Corrientes, Argentina: Universidad Nacional Noreste.

Teutz, F. (2010). Un mundo biológicamente extraordinario. Zaragoza, España: Anaya.

Vargas, M. (2013). Extracto etanólico de propóleos. Buenos Aires, Argentina: UB.

Villada, H. S. (2012). Miel. México: INAES.

ANEXOS

ANEXO 1 FICHA TÉCNICA MANGO.

ANEXO 1

NORMA DEL CODEX PARA EL MANGO (CODEX STAN 184-1993)

1. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

Esta Norma se aplica a las variedades comerciales de mangos obtenidos de *Mangifera indica* L., de la familia *Anacardiaceae*, que habrán de suministrarse frescos al consumidor, después de su acondicionamiento y envasado. Se excluyen los mangos destinados a la elaboración industrial.

2. DISPOSICIONES RELATIVAS A LA CALIDAD

2.1 REQUISITOS MÍNIMOS

En todas las categorías, a reserva de las disposiciones especiales para cada categoría y las tolerancias permitidas, los mangos deberán:

- estar enteros;
- estar sanos, deberán excluirse los productos afectados por podredumbre o deterioro que hagan que no sean aptos para el consumo;
- estar limpios, y prácticamente exentos de cualquier materia extraña visible;
- estar prácticamente exentos de daños causados por plagas;
- estar exentos de humedad externa anormal, salvo la condensación consiguiente a su remoción de una cámara frigorífica;
- estar exentos de cualquier olor y/o sabor extraños;
- ser de consistencia firme;
- tener un aspecto fresco;
- estar exentos de daños causados por bajas temperaturas;
- estar exentos de manchas necróticas negras ó estrias;
- estar exentos de magulladuras marcadas;
- estar suficientemente desarrollados y presentar un grado de madurez satisfactorio.

Cuando tengan pedúnculo, su longitud no deberá ser superior a 1,0 cm.

2.1.1 El desarrollo y condición de los mangos deberán ser tales que les permitan:

- asegurar la continuidad del proceso de maduración hasta que alcancen el grado de madurez adecuado, de conformidad con las características peculiares de la variedad;
- soportar el transporte y la manipulación; y
- llegar en estado satisfactorio al lugar de destino.

En relación con el proceso de maduración, el color puede diferir según la variedad.

2.2 CLASIFICACIÓN

Los mangos se clasifican en tres categorías, según se definen a continuación:

2.2.1 Categoría “Extra”

Los mangos de esta categoría deberán ser de calidad superior y característica de la variedad. No deberán tener defectos, salvo defectos superficiales muy leves siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase.

Enmienda 2005.

2.2.2 Categoría I

Los mangos de esta categoría deberán ser de buena calidad y característicos de la variedad. Podrán permitirse, sin embargo, los siguientes defectos leves, siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase: - defectos leves de forma;

- defectos leves de la cáscara debidos a rozaduras o quemaduras producidas por el sol, manchas suberizadas debidas a la exudación de resina (incluidas estrías alargadas) y magulladuras ya sanadas que no excedan de 3, 4 y 5 cm² para los grupos de calibres A, B y C, respectivamente.

2.2.3 Categoría II

Esta categoría comprende los mangos que no pueden clasificarse en las categorías superiores, pero satisfacen los requisitos mínimos especificados en la Sección 2.1. Podrán permitirse, sin embargo, los siguientes defectos, siempre y cuando los mangos conserven sus características esenciales en lo que respecta a su calidad, estado de conservación y presentación:

- defectos de forma;
- defectos de la cáscara debidos a rozaduras o quemaduras producidas por el sol, manchas suberizadas debidas a la exudación de resina (incluidas estrías alargadas) y magulladuras ya sanadas que no excedan de 5, 6 y 7 cm² para los grupos de calibres A, B y C, respectivamente.

En las categorías I y II se permite la presencia de lenticelas rojizas suberizadas esparcidas, así como el amarilleamiento de las variedades de color verde, debido a una exposición directa a la luz solar, pero sin que exceda del 40% de la superficie ni se observen señales de necrosis.

3. DISPOSICIONES RELATIVAS A LA CLASIFICACIÓN POR CALIBRES

El calibre se determina por el peso de la fruta, de acuerdo con el siguiente cuadro:

Código de calibre	Peso (en gramos)
A	200 - 350
B	351 - 550
C	551 - 800

La diferencia máxima de peso permisible entre las frutas contenidas en un mismo envase que pertenezcan a uno de los grupos de calibres mencionados anteriormente será de 75, 100 y 125 g respectivamente. El peso mínimo de los mangos no deberá ser inferior a 200 g.

4. DISPOSICIONES RELATIVAS A LAS TOLERANCIAS

En cada envase se permitirán tolerancias de calidad y calibre para los productos que no satisfagan los requisitos de la categoría indicada.

4.1 TOLERANCIAS DE CALIDAD

4.1.1 Categoría "Extra"

El 5%, en número o en peso, de los mangos que no satisfagan los requisitos de esta categoría pero satisfagan los de la Categoría I o, excepcionalmente, que no superen las tolerancias establecidas para esta última.

4.1.2 Categoría I

El 10%, en número o en peso, de los mangos que no satisfagan los requisitos de esta categoría pero satisfagan los de la Categoría II o, excepcionalmente, que no superen las tolerancias establecidas para esta última.

4.1.3 Categoría II

El 10%, en número o en peso, de los mangos que no satisfagan los requisitos de esta categoría ni los requisitos mínimos, con excepción de los productos afectados por podredumbre o cualquier otro tipo de deterioro que haga que no sean aptos para el consumo.

4.2 TOLERANCIAS DE CALIBRE

Para todas las categorías se permite que, como máximo, el 10%, en número o en peso, de los mangos contenidos en cada envase no se ajuste a los límites de calibre del grupo en un 50% de la diferencia máxima permisible para el grupo. Para la categoría de menor calibre, la fruta no debe pesar menos de 180 g, y para la de mayor calibre se aplica un máximo de 925 g, según se indica a continuación:

Grupo de calibre	Límites normales	Límites permisibles (≤ 10% de la fruta/envase fuera de los límites normales)	Diferencia máxima permisible entre las frutas de cada envase
A	200 - 350	180 - 425	112,5
B	351 - 550	251 - 650	150
C	551 - 800	426 - 925	187,5

ANEXO N.-2 FORMATO DE ANÁLISIS SENSORIAL

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA MAESTRÍA EN PROCESAMIENTO Y CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS								
ANÁLISIS SENSORIAL PELÍCULA BIODEGRADABLE A PARTIR DE PROPÓLEO PARA MANGO								
FECHA:		SEXO:		PANELISTA:				
INDICACIONES : LEA CON ATENCIÓN LOS REQUERIMIENTOS ACERCA DE LA MUESTRA EVALUADA								
OBJETIVO: EVALUAR FRUTAS QUE HAN SIDO APLICADAS O NO , UNA PELÍCULA A PARTIR DEL PROPÓLEO CON EL FIN DE DEMOSTRAR QUE AL AGREGAR EL RECUBRIMIENTO SE LOGRA ALARGAR EL TIEMPO DE VIDA ÚTIL , CONSERVANDO LAS PROPIEDADES ORGANOPÉPTICAS DEL MANGO								
TIENE FRENTE A USTED 4 MUESTRAS DE PEDAZOS DE MANGO QUE HAN SIDO APLICADAS UN RECUBRIMIENTO CON EL PROPÓSITO DE ALARGAR SU VIDA 1 Y 2 A TEMPERATURA AMBIENTAL, 3 Y4 EN REFRIGERACIÓN 1-TOME LA MUESTRA Y EVALUE CADA ASPECTO SOLICITADA EN UNA ESCALA COMPRENDIDA DE 1-5 , 1 MALA ,2 REGULAR, 3 ACEPTABLE, 4 MUY BUENO , 5 MUY BUENA								
2- CONTESTE LAS PREGUNTAS SEGÚN LAS OPCIONES								
COD. MUESTRA#1: T ° Ambiente				INTENSIDAD DE PERCEPCIÓN				
				1	2	3	4	5
COLOR								
OLOR								
SABOR								
TEXTURA								
GRADO DE MADUREZ								
COD. MUESTRA#2:T° Ambiente								
COLOR								
OLOR								
SABOR								
TEXTURA								
GRADO DE MADUREZ								
COD. MUESTRA#3:T° Refrigeración								
COLOR								
OLOR								
SABOR								
TEXTURA								
GRADO DE MADUREZ								
COD. MUESTRA#4: T° Refrigeración								
COLOR								
OLOR								

SABOR					
TEXTURA					
GRADO DE MADUREZ					
1- CONOCE EL USO DE RECUBRIMIENTO BIODEGRADABLES PARA FRUTA?				SI	NO
2- SIENTE UN SABOR EXTRAÑO AL MANGO EN SU ANÁLISIS SENSORIAL				SI	NO
3- CUÁL DE LAS MUESTRAS CREE QUE CONSERVA MEJOR A LA FRUTA					

ANEXO N.-3 Informe microbiológico del recubrimiento a base de propóleo

	LA-IIT-UG LABORATORIO DE ALIMENTOS Universidad de Guayaquil	INFORME DE ENSAYOS REALIZADOS
	Cda. Universitaria, Ave. Kennedy y Francisco Bolfoña - Teléfono y Fax (593)(04) 2292456 E-mail: investigacioni@ug.edu.ec - Guayaquil, Ecuador	

Nº 15148

FECHA DE RECEPCIÓN: 30 de octubre 2015

PÁGINA 1 DE 1

SOLICITANTE: Ing. David Quezada

CIUDAD: GUAYAQUIL

MUESTRA: Película biodegradable a partir de propóleo"

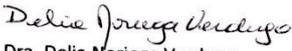
CÓDIGO: 15148E

FECHA DE INICIO/FINAL DEL ENSAYO: 30/10/2015 - 04/11/2015

ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS	UNIDADES	VALORES	CONDICIONES AMBIENTALES	MÉTODOS	OBSERVACIONES
ESCHERICHIA COLI	ufc/ml	0	35° Temperatura de Incubación	Recuento en placas	---
COLIFORMES TOTALES	ufc/ml	0	35° Temperatura de Incubación	Recuento en placas	---
MOHOS LEVADURAS	ufc/ml	0	35° Temperatura de Incubación	Recuento en placas	---

La muestra fue tomada por el cliente

Guayaquil, 04 de Noviembre 2015


Dra. Delia Noriega Verdugo
Jefe de Laboratorio LA-IIT-UG (e)

El contenido de este informe solo afecta al objeto sometido a ensayo.
Este informe solo puede ser reproducido en su totalidad y con autorización del LA-IIT-UG

ANEXO N.-4 Informe microbiológico inicial de la fruta.

	LA-IIT-UG LABORATORIO DE ALIMENTOS Universidad de Guayaquil	INFORME DE ENSAYOS REALIZADOS
	Cda. Universitaria, Ave. Kennedy y Francisco Boloña - Teléfono y Fax (593)(04) 2292456 E-mail: investigacioni@ug.edu.ec - Guayaquil, Ecuador	

Nº 15147

FECHA DE RECEPCIÓN: 30 de octubre 2015

PÁGINA 1 DE 1

SOLICITANTE: Ing. David Quezada

CIUDAD: GUAYAQUIL

MUESTRA: "Carga microbiana inicial"

"Mango sin película biodegradable a partir de propòleo"

CÓDIGO: 15147E

FECHA DE INICIO/FINAL DEL ENSAYO: 30/10/2015 - 04/11/2015

ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS	UNIDADES	VALORES	CONDICIONES AMBIENTALES	MÉTODOS	OBSERVACIONES
ESCHERICHIA COLI	ufc/g	0	35° Temperatura de Incubación	Recuento en placas	----
COLIFORMES TOTALES	ufc/g	0	35° Temperatura de Incubación	Recuento en placas	----
MOHOS LEVADURAS	ufc/g	0	35° Temperatura de Incubación	Recuento en placas	----

La muestra fue tomada por el cliente

Guayaquil, 04 de Noviembre 2015

Delia Noriega Verdugo
Dra. Delia Noriega Verdugo
Jefe de Laboratorio IA-IIT-UG (e)

El contenido de este informe solo afecta al objeto sometido a ensayo.
Este informe solo puede ser reproducido en su totalidad y con autorización del LA-IIT-UG

Anexo N. 5 Informe microbiológico carga final del mango recubierto

	LA-IIT-UG LABORATORIO DE ALIMENTOS Universidad de Guayaquil	INFORME DE ENSAYOS REALIZADOS
	Cda. Universitaria, Ave. Kennedy y Francisco Boloña - Teléfono y Fax (593)(04) 2292456 E-mail: investigacioniq@ug.edu.ec - Guayaquil, Ecuador	

Nº 15149

FECHA DE RECEPCIÓN: 30 de noviembre 2015

PÁGINA 1 DE 1

SOLICITANTE: Ing. David Quezada

CIUDAD: GUAYAQUIL

MUESTRA: "Carga microbiana final"

"Mango con película biodegradable a partir de propóleo"

CÓDIGO: 15149E

FECHA DE INICIO/FINAL DEL ENSAYO: 30/11/2015 - 04/12/2015

ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS	UNIDADES	VALORES	CONDICIONES AMBIENTALES	MÉTODOS	OBSERVACIONES
ESCHERICHIA COLI	ufc/g	0	35° Temperatura de Incubación	Recuento en placas	----
COLIFORMES TOTALES	ufc/g	0	35° Temperatura de Incubación	Recuento en placas	----
MOHOS LEVADURAS	ufc/g	0	35° Temperatura de Incubación	Recuento en placas	----

La muestra fue tomada por el cliente

Guayaquil, 04 de diciembre 2015



Dra. Delia Noriega Verdugo

Jefe de Laboratorio LA-IIT-UG (e)

El contenido de este informe solo afecta al objeto sometido a ensayo.
Este informe solo puede ser reproducido en su totalidad y con autorización del LA-IIT-UG

ANEXO N.-6 Análisis sensorial



Anexo N.-7 Experimentación en el Instituto de Investigaciones



Recepción lavado, desinfectado de fruta



Selección y aplicación de recubrimiento



Determinación de características físico químicas



Control periódico de la evolución del mango en sus respectivos ambientes de almacenamiento



Determinación grado de madurez al final del experimento con los mangos almacenados al ambiente (30 °C) HR 64%.

Anexo N.-8 Cuadro de control de pérdida de peso en ambiente de refrigeración. 5°C.

	muestra	30- oct	06- nov	13- nov	20- nov	27- nov	04-dic	7 días	17 días	21 días	28 días
cobertura refrigerado 5°C	1	646,2	640,5	632,6	625,3	617,2	603,9	5,7	7,9	7,3	8,1
	2	659,8	653,7					6,1			
	3	555,4	549,6					5,8			
	4	652,7	646,6	641,9	636,6	631,1	622,2	6,1	4,7	5,3	5,5
	5	459,2	454	447,1	439,7	434,9		5,2	6,9	7,4	4,8
	6	589,3	583,5	579	573,2	568,1		5,8	4,5	5,8	5,1
	7	500,8	494,7					6,1			
	8	657,1	652,1					5			
	9	507,3	501,4	496,3				5,9	5,1		
	10	414,8	408,9	404,3				5,9	4,6		
	11	409,9	403,5	398,3	393			6,4	5,2	5,3	
	12	456,7	450,7	445,3	438,6			6	5,4	6,7	
	13	617,4	611,7	605,6	598,7			5,7	6,1	6,9	
	14	500,4	494,7	488,1	481,4	476,5		5,7	6,6	6,7	4,9
	15	420,8	415,9	410,8	405,5			4,9	5,1	5,3	
	16	623,3	618					5,3			
	17	660,7	655,3	648,3				5,4	7		
	18	648,1	645,2	640,9	635,5	630,6	619,5	2,9	4,3	5,4	4,9
								99,9	73,4	62,1	33,3
Pérdida de peso promedio (g.)								5,55	5,6462	6,21	5,55

	muestra	30- oct	06- nov	13- nov	20- nov	27- nov	04-dic	7 días	14 días	21 días	28 días	35 días
sin cobertura refrigerado 5°C	106	572,3	563,7	553,1	544,3			8,6	10,6	8,8		
	107	450,7	441,6	434,5				9,1	7,1			
	108	723,7	715,2					8,5				
	109	605,1	595,7	586,8	579,8	573,3	561,2	9,4	8,9	7	6,5	12,1
	110	556,1	546,2	534,8				9,9	11,4			
								45,5	38	15,8	6,5	12,1
Promedio pérdida de peso (g.)								9,1	9,5	7,9	6,5	12,1

Anexo N.- 9 Cuadro de control de peso en almacenamiento al ambiente (30 °C).

Almacenamiento al ambiente 30°C						
Opción	muestra	19-nov	27-nov	04-dic	pérdida 7 días	pérdida 17 días
sin cobertura y a 30°C	201	694,5	653,6	623,5	40,9	30,1
	202	586,5	546,5	519,4	40	27,1
	203	722,4	684,2	658	38,2	26,2
	204	703,9	667,3	639,7	36,6	27,6
sumatoria para cálculo					155,7	111
Promedio de pérdida de peso					38,9	27,7

Almacenamiento al ambiente 30°C						
Opción	muestra	19-nov	27-nov	04-dic	pérdida 7 días	pérdida 17 días
con cobertura y a 30°C	205	752	722,5	700,1	29,5	22,4
	206	859,3	829,5	806,7	29,8	22,8
	207	659,7	635,7	616,2	24	19,5
	208	751,1	729,5	712,9	21,6	16,6
	209	729,6	709,3	691,6	20,3	17,7
sumatoria para cálculo					125,2	99
Promedio de pérdida de peso					25,04	19,8