

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO



FACULTAD DE INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial.

TRABAJO DE TITULACIÓN

Título del proyecto

“UTILIZACIÓN DE HARINA *Musa Acuminata* PARA EL DESARROLLO DE
BIOPELICULAS INCORPORADAS CON ACEITES ESENCIALES *Origanum
Vulgare* Y *Citrus x Sinensis*”.

Autora

Jeniffer Amanda Tualombo Gagñay

Tutor:

Ing. Diego Moposita Vásquez MgS.

Riobamba - Ecuador

Año 2020

REVISIÓN DEL TRIBUNAL

Los miembros del tribunal de graduación del proyecto de investigación de título “UTILIZACIÓN DE HARINA *Musa Acuminata* PARA EL DESARROLLO DE BIOPELÍCULAS INCORPORADAS CON ACEITES ESENCIALES *Origanum Vulgare* Y *Citrus x Sinensis*.”, presentado por la señorita Jeniffer Amanda Tualombo Gagnay y dirigida por el Ing. Diego David Moposita Vásquez MgS.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final de investigación con fines de graduación escrito en el cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Para consistencia de lo expuesto firman:

Ing. Darío Baño Ayala PhD.
Presidente del tribunal




Firma

Ing. Diego David Moposita Vásquez MgS.
Director del proyecto de investigación.



Firma

Ing. Myriam Estefanía Peña MgS.
Miembro de tribunal.



Firma

Ing. Paúl Stalin Ricaurte Ortíz MgS.
Miembro de tribunal.



Firma

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad del contenido de este proyecto de graduación nos corresponde exclusivamente a: Jeniffer Amanda Tualombo Gagñay con CI. 172379583-5 e Ing. Diego David Moposita Vásquez MgS, como Director del Proyecto de Investigación: incluyendo tablas y figuras que se encuentran en este trabajo excepto las que contiene su propia fuente y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.



.....
Jeniffer Amanda Tualombo Gagñay
C.I 172379583-5
Autora del proyecto de investigación



.....
Ing. Diego David Moposita Vásquez MgS
C.I 020197259.3
Director del proyecto de investigación

CERTIFICACIÓN

Que, Jeniffer Amanda Tualombo Gagnay con CC: 172379583-5, estudiante de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ingeniería; ha trabajado bajo mi tutoría en el proyecto de investigación titulado " UTILIZACIÓN DE HARINA *Musa Acuminata* PARA EL DESARROLLO DE BIOPELICULAS INCORPORADAS CON ACEITES ESENCIALES *Origanum Vulgare* Y *Citrus x Sinensis*.", que corresponde al dominio científico desarrollo territorial, productivo y hábitat sustentable para mejorar la calidad de vida y alineado a la línea de investigación sistema de producción y desarrollo agroindustrial: caracterización y aprovechamiento de los coproductos y subproductos generados en los sistemas de producción y en los productos industriales, cumple con el 4%, reportado en el sistema Anti plagio URKUND, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 20 de septiembre de 2020



.....
Ing. Diego David Moposita Vásquez MgS.

TUTOR

DEDICATORIA

A mis padres Roberto y Cecilia que son mi motor y mi inspiración por sus consejos, sus valores impartidos, por la motivación constante, por haberme brindado todo el apoyo en cada una de mis etapas de vida académica y personal, por su gran ejemplo de perseverancia, lucha y constancia para lograr cada uno de los objetivos que me proponga.

A mi hermana Daysi por cada risa compartida, por ser mi amiga, mi confidente, mi cómplice y por ser quien me apoyó siempre con palabras necesarias para continuar y no rendirme a pesar de la distancia.

A mis primos y tías Doménica, Kevin, Anthony, Nancy y Jacinta por ser mi compañía a lo largo de toda mi vida universitaria compartiendo conmigo parte de su vida y considerarme como un miembro de su familia más.

A mi novio Denis por esa paciencia, amor y ánimos que impartía día a día para seguir adelante luchar a cada momento por mis metas propuestas por ser mi compañía y sacarme risas en mis días difíciles durante mis estudios y a nivel personal.

A mis amigos con los que compartí dentro y fuera de las aulas, que gracias a su apoyo moral me permitieron permanecer con empeño, dedicación y cariño.

A todos quienes contribuyeron con un granito de arena para culminar con éxito la meta propuesta.

Jeniffer Amanda Tualombo Gagñay

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme bendecido con una familia humilde y luchadora, que a través de su esfuerzo y dedicación me brindaron los mejores valores para afrontar la vida.

A mis padres por ser los principales inspiradores de mis sueños, gracias a ellos por confiar y creer en mí, gracias a mi madre por acompañarme cada momento a pesar de la distancia con mensajes con llamadas de atención, a mi padre por desear y anhelar siempre lo mejor para mi vida, por cada consejo, por cada una de sus palabras que me guiaron durante mi vida y en especial gracias por su carácter fuerte que me ayudaron a llegar hoy a cumplir una meta más en mi vida.

Gracias a mi Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ingeniería y al grupo Investigación vegetal Agroindustrial (INVAGRO), por haberme brindado la oportunidad de formar parte de ellos y cumplir con esta meta

De manera especial a mi tutor de tesis quien con su experiencia, conocimiento y motivación me orientó en la elaboración de este trabajo de titulación.

Agradezco a todos los docentes que con su sabiduría, conocimiento y apoyo me motivaron a desarrollarme como persona y profesional.

Jeniffer Amanda Tualombo Gagñay

ÍNDICE GENERAL

REVISIÓN DEL TRIBUNAL	II
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	III
CERTIFICACIÓN	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
ÍNDICE GENERAL	VII
Índice de tablas	X
Índice de figuras	XI
Índice de anexos	XI
RESUMEN	XII
ABSTRACT	XIII
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. PROBLEMA	4
1.2.1. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA	4
1.2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	5
1.3. JUSTIFICACIÓN	6
1.4. OBJETIVOS	7
1.4.1 Objetivo general	7
1.4.2. Objetivos específicos	7
CAPITULO II	8
ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO	8
2.1. ESTADO DEL ARTE	8
2.2. MARCO TEÓRICO	12
2.2.1. Harina de banano	12
2.2.2. El almidón	12
2.2.3. Biopelículas	12
2.2.4. El recubrimiento comestible	13
2.2.5. Aplicaciones de las biopelículas	13
2.2.6. Aceites esenciales	13
2.2.6.2. Aceite esencial de naranja	14
2.2.7. Análisis costo beneficio (ACB)	14
2.2.7.1. Valor actual neto (VAN)	15

2.2.7.2. Tasa interna de retorno (TIR).....	15
2.2.7.3. Beneficio Costo.....	15
2.2.8. Pruebas físico químicas y mecánicas	15
2.2.8.1. Humedad	15
2.2.8.2. pH.....	15
2.2.8.3. Espesor.....	16
2.2.8.4. Resistencia al agua.....	16
CAPITULO III.	17
METODOLOGÍA	17
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	17
3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	17
3.2.1. Unidad estadística.....	17
3.2.2. Población y tamaño de la muestra	17
3.2.3. Materia prima, materiales, equipos y reactivos.....	18
3.2.3. Elaboración de las biopelículas	19
3.2.4. Diagrama para la obtención de harina de banano de rechazo	19
3.2.5. Diagrama para la obtención de biopelícula en monocapa	21
3.3. Técnica de recolección de datos.....	23
3.4. Variables.....	23
3.5. Técnica de Análisis	24
3.5.1. Técnicas estadísticas	24
3.5.2. Procesamiento de datos	25
3.5.3. Métodos de análisis.....	25
3.5.4. Técnicas para la elaboración de las biopelículas	26
CAPÍTULO IV.	27
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1. RESULTADOS	27
4.1.1. Características físicas y mecánicas	27
4.1.2. Resultados del estudio exploratorio de datos	27
4.1.3. Contraste de normalidad	30
4.1.4. Diseño completo al azar (DCA)	32
4.1.4.1. Modelo matemático	32
4.1.5. Análisis para muestras no paramétricas	35
4.1.6. Elección del mejor tratamiento	36
4.1.7. Evaluación financiera en relación al beneficio costo (B/N)	37
4.1.7.1. Segmentación del mercado	37
4.1.7.2. Demanda.....	37

4.1.7.3. Demanda objetiva	37
4.1.7.4. Indicadores financieros	39
4.1.7.4.1. Valor actual neto VAN	39
4.1.7.4.2. Tasa interna de retorno TIR	39
4.1.7.4.3. Beneficio costo B/C	39
4.2. DISCUSIÓN	40
Capítulo V	43
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
5.1. CONCLUSIONES	43
5.2. RECOMENDACIONES	44
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
ANEXOS	50

Índice de tablas

Tabla 1. Materia prima, equipos, materiales e instrumentos y reactivos.....	18
Tabla 2. Elaboración de biopelículas por tipo de aceite esencial	19
Tabla 3. Variables de la investigación	23
Tabla 4. Análisis físicos, químicos y mecánicos	25
Tabla 5. Características físicas, químicas y mecánicas	27
Tabla 6. Análisis exploratorio de las características de las biopelículas por tipo de aceite esencial	28
Tabla 7. Análisis de normalidad de biopelículas según el tipo de aceite	31
Tabla 8. Análisis DCA biopelículas según el tipo de aceite.....	33
Tabla 9. Normalidad de los residuos	34
Tabla 10. Homogeneidad de varianzas de los residuos	34
Tabla 11. Independencia de los residuos	35
Tabla 12. Análisis de medias de muestras no paramétricas según el tipo de aceite	36
Tabla 13. Estudio de Demanda objetiva T1 (AEO 0.3%)	38
Tabla 14. Precio de venta de biopelículas de orégano T1 (AEO 0.3%).....	38
Tabla 15. Flujo de caja biopelículas de orégano T1 (AEO 0.3%).....	39

Índice de figuras

Figura 1. Elaboración de la harina de banano de rechazo obtenido de la industria bananera	20
Figura 2. Elaboración en monocapa de las biopelículas de harina de banano de rechazo incorporada con aceite esencial de orégano y naranja.....	21
Figura 3, Análisis exploratorio características de biopelículas por tipo de aceite esencial	29
Figura 4. Elección y caracterización del mejor tratamiento de las biopelículas	36

Índice de anexos

Anexo 1. Elaboración de las biopelículas incorporadas con aceites esenciales de orégano y naranja	50
Anexo 2. Análisis físicos mecánicos de las biopelículas de harina de banano por tipo de aceite esencial.....	51
Anexo 3. Probabilidad de las biopelículas de harina de banano por tipo de aceite esencial	52
Anexo 4. Encuesta.....	53
Anexo 5. Segmentación del mercado	54
Anexo 6. Inversión de biopelículas	55
Anexo 7. Estructura de costos de biopelículas de orégano al 0.3%	56
Anexo 8. Flujo de caja.....	57

RESUMEN

Debido a la contaminación ambiental provocada por el ser humano a raíz del uso masivo de plástico sintético, habitualmente utilizado como empaques por todas las industrias. La presente investigación tiene como finalidad elaborar una nueva opción de envoltura biodegradable para sustituir a los plásticos a partir de harina de banano (*Musa acuminata*) incorporada con aceites esenciales de orégano (*Origanum vulgare L.*) y naranja (*Citrus x sinensis*) mediante la técnica casting; como una alternativa para reducir el impacto ambiental debido a su fácil degradación. Por ello, se diseñaron seis tratamientos (T1. T2. T3. T4. T5, T6) a base de harina de banano incorporado con aceite esencial de orégano (AEO) y naranja (AEN) a diferentes concentraciones (0.3, 0.6, 0.9%) mediante la técnica casting (monocapa). Se evaluaron propiedades fisicoquímicas y mecánicas para determinar la calidad de las biopelículas; estableciendo estadísticamente la formulación óptima mediante un análisis de varianza (ANOVA). Se calculó el beneficio costo del mejor tratamiento de las biopelículas desarrolladas, donde se determinó al tratamiento T1 (AEO al 0.3%), como aquella combinación idónea, porque presenta mejores características en base a resistencia al agua un valor máximo de 31,26 minutos. Se evidenció un porcentaje de humedad mínimo de 0,3%, así como un pH de 6 (ligeramente ácido) resultados aceptables según la NTE INEN- ISO 712 y NTE INEN 526; finalmente un espesor de 0,25 mm valor aceptable por la NTE INEN- ISO 4593. En cuanto a la evaluación financiera el proyecto es factible, se obtuvo un beneficio costo del \$1,30 en la producción de empaques biodegradables en mortadela.

Palabras claves: Propiedades fisicoquímicas y mecánicas, biopelículas, aceite esencial de orégano, aceite esencial de naranja

ABSTRACT

Due to the environmental pollution caused by the human being as a result of the massive use of synthetic plastic, usually used as packaging by all industries is the purpose of this research is to develop a new option for biodegradable wrapping to replace plastics made from banana flour (*Musa acuminata*) incorporated with essential oils of oregano (*Origanum vulgare* L.) and orange (*Citrus x sinensis*) using the technique casting; as an alternative to reduce the environmental impact due to its easy degradation. Therefore, six treatments were designed (T1. T2. T3. T4. T5, T6) based on banana flour incorporated with essential oil of oregano (AEO) and orange (NEA) at different concentrations (0.3, 0.6, 0.9%) using the casting technique (monolayer). Physicochemical and mechanical properties were evaluated to determine the biofilms quality, statistically establishing the optimal formulation through an analysis of variance (ANOVA). The cost-benefit of the best treatment of the developed biofilms calculated. The treatment T1 (AEO at 0.3%) determines the ideal combination because it presents better characteristics based on resistance to water, a maximum value of 31.26 minutes. A minimum humidity percentage of 0.3% was evidence, as well as a pH of 6 (slightly acidic), acceptable results according to NTE INEN- ISO 712 and NTE INEN 526; finally, a thickness of 0.25 mm, proper value by the NTE INEN-ISO 4593. Regarding the financial evaluation, the project is feasible, cost-benefit of \$ 1.30 obtained in biodegradable packaging in mortadella production.

Keywords: Physico-chemical and mechanical properties, biofilms, essential oregano oil, orange essential oil

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Los plásticos sintéticos se han desarrollado por parte de la industria petroquímica desde las primeras décadas del siglo XX. Debido a su utilidad, el crecimiento de la industria del plástico ha ido en aumento, generando avances, innovaciones y satisfacción de infinidad de necesidades, razones que convierten a los plásticos en un material de consumo masivo que está presente en gran cantidad de artículos de la actualidad. (Meneses *et al.*, 2007).

En el año 2015, se generaron aproximadamente 6.300 millones de toneladas de residuos plásticos en el mundo. Se estima que hasta la fecha se produjeron 8.300 millones de toneladas de plásticos virgen en donde el 9% es reciclado, el 12% incinerado y el 79% es acumulado en verteros o entornos naturales. Si continua esta producción y gestión de residuos, en el 2050 existirá aproximadamente 12 000 millones de toneladas de basura plástica en vertederos o en el medio ambiente. (Geyer *et al.*, 2017),

El manejo de los plásticos sintéticos en América Latina constituye los 100 millones de toneladas de plásticos utilizados en la industria para el empaqueo de una infinidad de artículos, ha traído inmensos beneficios a la humanidad, permitiendo múltiples avances en temas como la higiene y la seguridad alimentaria. Sin embargo, el uso indiscriminado y el desecho inadecuado de los materiales sintéticos que se utilizan para empaque los productos comestibles y no comestibles, ha aumentado descontroladamente; así mismo, ha aumentado el efecto altamente contaminante y nocivo en el ambiente. Pero además, implica un gasto creciente de recursos, pues son fabricados a partir del petróleo el cual es un recurso natural no renovable que se está agotando. (Díaz & Hurtatiz, 2012)

La industria plástica en Ecuador presenta un progresivo desarrollo desde sus inicios, brindando soluciones para el hogar, para la agricultura y con productos complementarios para otras industrias. Siendo el Polivinil Cloruro (PVC) la materia prima más usada, además de otros polímeros, por sus características de maleabilidad y su bajo costo este material se convirtió rápidamente en una solución para un sinnúmero de actividades y productos. (De la Torre *et al.*, 2005). El instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) informa que cada habitante del Ecuador desecha un promedio alrededor de 0,58

kilogramos al día de residuos plásticos, en el área urbana convirtiéndose en uno de los residuos más complicados de manejar por su alto consumo. (INEC, 2010)

En el Ecuador el porcentaje de banano rechazado es del 14%, que no son utilizados óptimamente debido a que no cumplen con los estándares de calidad de exportación, este es el principal problema para los productores ecuatorianos que desconocen nuevas formas de productos industrializados que se pueden elaborar a bases del banano rechazado. (Ramírez & Solórzano, 2012)

La alta demanda en los últimos años de productos naturales que no causen contaminación ambiental ha cambiado las industrias de envasado y recubrimiento de alimentos dado a que la mayoría de los productos sintéticos utilizados hoy en día no son degradables y su costo no es elevado, esto debido a que provienen principalmente de materias primas no renovable como el petróleo. En las últimas tres décadas, se han realizado varios estudios sobre películas comestibles a partir de polímeros biodegradables naturales, como la celulosa, el quitosano y el almidón como sustituyente de los plásticos sintéticos (Gutiérrez *et al.*, 2015). Las biopelículas pueden incorporar otros componentes que ayudan a mejorar las características finales de la película, como plastificantes, tensioactivos, emulsionantes e incluso aceites esenciales. Otro tipo de componentes interesantes son antioxidantes y modificadores de textura, todos ellos utilizados para mejorar las propiedades de recubrimiento. (Osorio *et al.*, 2011).

Los aceites esenciales de plantas aromáticas poseen un fuerte potencial antimicrobiano, antioxidante y antifúngico, por lo que se usa como conservantes naturales, pueden actuar contra los microorganismos patógenos y así mismo la vida útil de los alimentos se alargará y la calidad se mantendrá (Rebiero *et al.*, 2017). Los aceites esenciales se utilizan con la finalidad de aportar hidrofobicidad a la biopelícula y formar una barrera efectiva frente a la humedad; además que modifica sus propiedades organolépticas y disminuye el recuento microbiano en la superficie del alimento. (Corrales *et al.*, 2014).

Considerando lo anteriormente descrito, las biopelículas son encaminadas a potenciar la agroindustria donde la estrategia es seguir en la búsqueda de tecnología eco amigable. El objeto de estudio es evaluar las propiedades fisicoquímicas (pH y humedad) y mecánicas (resistencia al agua y espesor) para establecer la formulación óptima, mediante el análisis

de varianzas (ANOVA) de biopelículas de harina de banano (*Musa acuminata*) incorporadas con aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare L.*) y naranja (*Citrus x sinensis*) mediante la técnica de moldeo o casting.

La técnica de casting es el proceso mediante el cual la sustancia homogénea es vertida en un molde para formar una lámina maleable y flexible. Se realizó un análisis financiero al mejor tratamiento para determinar la implementación en el mercado. El presente estudio está dirigido a las empresas agroindustriales debido a que impulsaría la elaboración de un plástico biodegradable para contribuir a la reducción del uso de los plásticos para empaquetado y reducir los costos de producción en las empresas.

1.2. PROBLEMA

1.2.1. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

Los contaminantes de tipo residuos plásticos son uno de los principales problemas ambientales, particularmente genera 280 millones de toneladas de desechos sólidos al año el uso excesivo e inconsciente de envases plásticos para productos alimenticios y no alimenticios ha ido formando una gran acumulación, generando así varios daños al medio ambiente. La mayor cantidad de residuos son producidos por la industria alimentaria; además de ser una gran pérdida plantea graves problemas de gestión, tanto desde el punto de vista económico como ambiental. Se dice que para la descomposición de dichos residuos requieren varios años, pero la realidad es que estos materiales no se degradan, sino que pasan a una fase de transformación de partículas mucho más pequeñas de plástico conocidas como: micro plásticos, que llegan a provocar un efecto más fuerte de contaminación, debido a su excesiva acumulación en el ambiente. (Chulde, 2020).

Por lo tanto, se busca dar una solución y una alternativa de mejora que reduzca potencialmente el deterioro del medio ambiente que afecta directamente al aire, suelo, agua, flora y fauna. De esta manera surge la necesidad de la obtención de plástico biodegradable a partir de matrices poliméricas de origen vegetal como la harina de banano de rechazo activadas con aceites esenciales de orégano y naranja ya que estos tienen actividad bactericida y actividad fungicida por los fenoles y mono terpenos presentes en estos aceites que interaccionan con el citoplasma del patógeno reduciendo la actividad fúngica (Ronquillo, 2007, p. 45), ayudando a reducir el impacto ambiental en el uso de los plásticos biodegradables y mejorar las características físicas, químicas y organolépticas de las materias primas y productos procesados.

Además, se evidencia un progreso en la utilización en los aceites esenciales en la industria alimentaria ya que estos han demostrado eficacia frente a varios patógenos comunes en la industria alimentaria, dentro de los cuales se encuentran: *E. coli*, *Salmonella typhimurium*, *S. aureus*, *Campylobacter*, *Enterococcus faecalis*, *Vibrio parahemolyticus*, *Listeria monocytogenes*, que al ser utilizados en la formulación de biopelículas prolonga la vida útil debido a fuerte potencial bactericida e insecticida. (Argote *et al.*, 2017).

Actualmente en el Ecuador existen pocos estudios sobre el desarrollo de biopolímeros a partir de materia prima orgánica como es el caso de la harina de banano de rechazo. La producción de banano es de gran importancia para la economía del país, sin embargo, existe un alto porcentaje de banano rechazado que no es utilizado óptimamente. El banano de rechazo es utilizado en la alimentación animal en gran cantidad. Como alternativa a esta problemática se pretende elaborar biopelículas a partir de harina de banano (*Musa acuminata*) incorporadas con aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare L.*) y naranja (*Citrus x sinensis*) mediante la técnica de casting, materia prima que se produce en el cantón el Triunfo provincia del Guayas procedente de la Hacienda bananera “Iris”.

1.2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo influyen los aceites esenciales de orégano (*Origanum vulgare*) y naranja (*Citrus x sinensis*) al utilizar harina de banano (*Musa acuminata*) para el desarrollo de biopelículas en las propiedades fisicoquímicas y mecánicas?

1.3. JUSTIFICACIÓN

Actualmente se vive en un consumo progresivo de los plásticos sintéticos de origen petroquímico que contaminan el medio ambiente de manera desaccelerada. En el Ecuador las industrias presentan un creciente interés sobre la importancia del medio ambiente y por ello buscan alternativas eco amigables para disminuir el impacto ambiental. Como solución a esta problemática surge la necesidad de crear productos alternativos que contribuyan al desarrollo medio ambiental y dar la oportunidad de buscar nuevas y mejoradas técnicas de reutilización de residuos agroindustriales que ayude a obtener productos que satisfagan las necesidades de los seres humanos y no tengan mayor impacto ambiental. Se busca la elaboración de biopelículas degradables como sustitutos de envolturas plásticas sintéticas a partir de harina de banano de rechazo incorporadas con aceites esenciales; y así contribuir a un sistema ecológico con aprovechamiento de recursos naturales (Chulde, 2020, p. 25), ya que los recubrimientos comestibles y envolturas biodegradables son capas delgadas que juegan un papel importante en la conservación, distribución y comercialización de productos alimenticios y no alimenticios protegen el producto contra daños mecánicos, físicos, químicos y microbiológicos.

Para disminuir de manera significativa la contaminación ambiental por el uso de plásticos sintéticos, y reutilizar los desechos agroindustriales de la industria bananera se exige innovación frente a la creación de biopelículas degradables donde se utilizan harinas de origen natural debido a que son mezclas complejas (almidón, proteína, fibras y lípidos), plastificantes y gelificantes. No existe un procedimiento general para la formulación y elaboración de películas, debido a que las características dependen de las sustancias con las que se elaboren cada una de las películas. Investigaciones previas han confirmado que al añadir harina, agua, glicerol y aceites esenciales las películas presentan buenas propiedades antibacterianas, antioxidantes, antifúngicas, físicas y mecánicas los cuales tienen la capacidad de reducir la acción biológica dentro de un componente.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

- Utilizar harina de banano (*Musa acuminata*) para el desarrollo de biopelículas incorporadas con aceites esenciales de orégano (*Origanum vulgare*) y naranja (*Citrus x sinensis*).

1.4.2. Objetivos específicos

- Desarrollar la formulación idónea para la elaboración de las biopelículas incorporadas con aceites esenciales de orégano (*Origanum vulgare*) y naranja (*Citrus x sinensis*).
- Efectuar los análisis físico-químicos y mecánicos (humedad, pH, resistencia al agua y espesor) a las biopelículas obtenidas a cada tratamiento.
- Realizar el análisis beneficio costo de las biopelículas desarrolladas para su posible implementación en la agroindustria como una alternativa de envoltura biodegradable en mortadela.

CAPITULO II.

ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO

2.1. ESTADO DEL ARTE

Martínez & Ponce (2012), en el estudio comparativo de las propiedades físicas de biopelículas con una relación de 20 g de almidón de maíz y 40 g de harina de plátano en 500 mL de agua destilada, se incorpora 11.3 mL de glicerol a 90% (grado técnico), posteriormente se procede a la adición de diferentes concentraciones de los aceites esenciales de clavo de olor y canela (0.04, 0.06 y 0.08 %). En esta investigación consultada se concluyó que las películas a las cuales se le añadió 0,08% de aceite esencial de clavo de olor se seleccionaron a las concentraciones más bajas debido a que estas no presentaron problemas de desprendimiento. Estas películas presentaron mejores resultados como en la humedad ya que la adición del aceite esencial favoreció a la disminución de la misma, en general, las películas comestibles a partir de almidón y harina de banano en recubrimiento de una papaya presentaron una buena permeabilidad retardando los procesos metabólicos donde presentaron cambios menores en ° Brix, pH y color en transcurso del experimento.

Gutiérrez (2015), en la investigación se realizaron películas de quitosano, cera, quitosano-cera, quitosano-aceite esencial de orégano (AEO), cera-aceite esencial de orégano (AEO) y quitosano-cera-AEO. Para las películas de quitosano, se pesaron 0.8 g de quitosano y 0.2 g de glicerol y se disolvieron en 100 mL de una solución de ácido acético al 1%. La solución se agitó a temperatura ambiente durante 24 h y después de la completa disolución del quitosano, la solución se filtró, esterilizó a 121 °C durante 15 min y se dejó enfriar a temperatura ambiente. Para las películas adicionadas con AEO, se le adicionaron 0.2 g de Tween 20 y 8 mg/mL de AEO a la solución de quitosano y se mezcló a 13500 rpm por 5 min en un homogeneizador. Por otro lado, las películas de quitosano-AEO afectaron el crecimiento in vitro de todos los microorganismos evaluados como *E. coli*, *Salmonella typhimurium*, *S. aureus*. Los recubrimientos de cera y cera-AEO se utilizaron para recubrir pepino, se evidencio que provocaron la menor pérdida de peso de pepino con respecto a los demás tratamientos. Sin embargo, en el sistema quitosano-cera-AEO no se observó tal efecto. Los recubrimientos comestibles causaron una disminución de la carga microbiana en pepino fresco, siendo los recubrimientos de quitosano los que

disminuyeron este parámetro de manera significativa. Las diferencias entre las propiedades de barrera al agua y al crecimiento de microorganismos de los componentes individuales del sistema en comparación con su combinación pueden atribuirse a las posibles interacciones entre estos, lo cual fue evidenciado por los ensayos de infrarrojo.

Según Osorio & Rubiano (2019) durante la experimentación para la elaboración de las biopelículas con almidón de cáscara de banano no se obtuvieron los resultados esperados, por lo cual fue necesario realizar otra metodología omitiendo la deshidratación de las cáscaras de banano y la gelatinización. Se llevó a cabo un desarrollo experimental a partir de unas pruebas preliminares para determinar las concentraciones de endocarpio, glicerol, agua, fique, ácido acético, almidón de yuca y temperaturas de secado adecuadas para obtener las mejores biopelículas: la mejor formación de biopelícula se llevó a cabo con las concentraciones de 15% de endocarpio, 8% de almidón de yuca, 67% de agua, 4% de fibra de fique, 4% de glicerol y 2% de ácido acético.

Según Chulde (2020), las biopelículas plásticas que realiza por el método de evaporación de solventes o casting con la extracción del almidón de residuos de papa superchola y capiro por el método de decantación (base húmeda), para la identificación de los mejores tratamientos obtenidos se realiza la caracterización de los principales atributos de las láminas por variedad. Calificándolas por media de características como la apariencia del tacto y vista que muestren ante parámetros organolépticos. El proceso de obtención muestra que la adición de plastificantes afecta a la microestructura, debido a que, a mayores proporciones de ácido acético y glicerina, con relación al almidón, estas desmejoran las características físicas y mecánicas de las biopelículas. Concluyendo que la biopelícula es factible por su rápida degradación, ya que en 15 días por el método gravimétrico se perdió un 97% de peso, debido a que es un material orgánico

Según Moreno (2015). Las biopelículas activas elaboradas con harina de plátano (*Musa balbisiana*) presentaron actividad antimicrobiana por la incorporación de aceite esencial de geranio y aceite esencial de eucalipto. Las películas biodegradables activas con aceite esencial de eucalipto (*Eucalyptus globulus*), a una concentración de 1,5 % p/p, presentaron las mejores características fisicoquímicas y actividad biológica respecto a las desarrolladas con aceite esencial de geranio, independientemente de la concentración utilizada. Estas biopelículas de eucalipto al 1,5 % en peso, fueron aplicadas en oritos

como alternativa de sustitución de las fundas plásticas sintéticas, y aumentaron la vida útil de los oritos por un tiempo de 14 días, por consiguiente, las películas obtenidas se biodegradan en el suelo, en condiciones normales, en tan solo 30 días lo que disminuyen el impacto ambiental y sustituyen al plástico sintético.

En estudios realizados en biopelículas comestibles, se demuestra el efecto inhibitorio de cubiertas comestibles con quitósano y romero (*Rosmarinus officinalis L.*) al 1,0 %, sobre el crecimiento de *L. monocytogenes* en la superficie de calabazas (*Cucurbita moschata Dutch*). Así mismo, este recubrimiento logró inhibir 5 mm más el halo de crecimiento de esta bacteria en comparación con el resto de otras cubiertas probadas como fueron las combinaciones de quitosano y olivo (*Olea europea L.*), quitosano y chile (*Capsicum annum L.*) concluyendo que prolonga la vida útil de fresas además que sirve como abono orgánico para el terreno debido a su fácil degradación aportando nutrientes esenciales para varios cultivos. (Ponce *et al.*, 2008)

Estudios realizados sobre biopelículas a partir de cáscara de naranja, utilizando pectina, en calidad de reticulante y glicerina como plastificante con la adición de celulosa bacteriana, obtenida de la fermentación estática de kombucha (*Manchurian fungus*). Es destacable que la cáscara de naranja ha sido sometida previamente a un proceso de extracción por arrastre de vapor para recuperar su aceite esencial. Experimentalmente, se encontró que una formulación adecuada de biopelículas contiene los porcentajes máxicos siguientes: cáscara de naranja, 15%; celulosa bacteriana, 5%; pectina, 40%; y glicerina, 40%. Dicha biopelícula ostentó una resistencia a la tensión de 5,53 N/mm², elongación de 51,60 % y permeabilidad de 0,0273 g.mm/ (h.kPa.m²). El contenido de pectina afectó significativamente las propiedades de las biopelículas, debido a su interacción con el glicerol. (Alata *et al.*, 2019)

González, Altamar & Castro (2016) Biopelículas activas utilizando extracto acuoso del eucalipto rojo (*Eucalyptus camaldulensis*) en forma de microcápsulas como agente antimicrobiano con el fin de aumentar la vida útil microbiológica de rodajas de papaya (*Carica papaya L.*). Se determinaron los componentes mayoritarios presentes en los extractos acuosos utilizando cromatografía de gases. Finalmente, la ecuación de Monod-Hinshelwood fue utilizada para estimar la vida útil microbiológica. Los resultados indicaron que es posible utilizar las biopelículas activas para la conservación de rodajas

de papaya, debido a que se obtuvieron incrementos de 43 días aproximadamente en la vida útil microbiológica de la papaya recubierta con las biopelículas activas.

En la investigación se realizaron biopelículas a partir de la cáscara de banano para la reutilización de desechos agroindustriales realizaron una escala piloto de los costos de producción para la aceptabilidad del empaque biodegradable. Los costos de producción para la elaboración de la biopelículas (5 biopelículas de 70 x 60 cm) y el procesamiento de 2337 gramos de cáscara de banano fueron para determinar el valor diario de producción determinando la factibilidad del proyecto y determinaron los costos de venta al mercado para cada envoltura biodegradable. La inversión de equipos, materiales, mano de obra y servicios públicos involucrados en cada una de las operaciones del proceso que hicieron parte del análisis financiero de esta investigación consultada, se estimaron teniendo en cuenta el valor de los insumos, el consumo de energía por equipo y el servicio de alcantarillado de la ciudad de Bogotá para el año 2019. Dicho valor equivale a \$8,61 por día sin el salario de los operarios. (Osorio & Rubiano, 2019)

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Harina de banano

La harina de banano es un polvo de coloración blanquecina hecho a base de bananos verdes, para su obtención se emplea la pulpa del banano y en ocasiones cortezas del mismo, los cuales son cortados en rodajas de 2mm de espesor luego son llevados a una solución de ácido cítrico (0,5 %) durante 10 minutos para evitar el pardeamiento enzimático de la fruta. Son distribuidos de manera uniforme en bandejas a 60 °C, hasta alcanzar una humedad mínima de 12 %. Las hojuelas de banano seco son molidas y almacenadas evitando humedad en su contenidos. (Ortega, 2016)

En cuanto a las propiedades químicas la harina de banano presenta un 78.21 % de almidón, 17,98 % de amilosa, 3.50 % de fibra en su composición (Ortega, 2016, p. 37). Esto se debe a que su almidón nativo contiene que es el componente principal y a su vez responsable del desarrollo de películas comestibles y biodegradables (Zhang & Han, 2006)

2.2.2. El almidón

El almidón es un hidrato de carbono complejo (polisacárido) digerible, del grupo de los glucanos, que consta de cadenas de glucosa con estructura lineal (amilosa) o ramificada (amilopectina). En la cocina se valora por ser un hidrocoloide: tiene la capacidad de atrapar agua, lo que provoca la formación de geles, o de espesar un líquido o aumentando la viscosidad del líquido. (Castells, 2009).

2.2.3. Biopelículas

Pueden ser comestible o no comestibles se define como una capa delgada de material de origen biológico, formada sobre un alimento como recubrimiento. Entre los materiales utilizados se tienen a las proteínas, polisacáridos, lípidos y resinas naturales como la colofonia, quitosano, colágeno, pectina y almidón. (Garciglia, 2017). Una película activa es una matriz continua elaborada con sustancias poliméricas que funciona como barrera, la cual puede almacenar ciertos compuestos deseados. Su función es retardar la migración

de humedad, de gases y de transpiración de un fruto, además de que son capaces de transportar solutos y ciertas propiedades mecánicas (Suarez, 2016),

2.2.4. El recubrimiento comestible

Permite que sea más lenta la salida de oxígeno del producto, lo que retarda el proceso de maduración, y gracias a los antimicrobianos presentes en el aceite esencial se evita que se desarrollen los microorganismos responsables del deterioro de las materias primas o de un producto procesado (Garciglia, 2017).

2.2.5. Aplicaciones de las biopelículas

Las películas comestibles tienen un interesante potencial de uso en una gran cantidad aplicaciones en contacto directo en el alimento (como envolturas comestibles, empaques entre otros), cubriendo la superficie externa del mismo ayudando a separarlo del ambiente exterior, separando superficies internas para aislar la interacción entre componente del alimento, o actuando como envoltura, de esta forma pueden ser utilizados como empaques e interfaces heterogéneas como pizzas y tartas para la prevención como agentes del deterioro. (Bourtoom, 2009)

2.2.6. Aceites esenciales

Los aceites esenciales, en general constituyen del 0,1 al 1 % del peso seco de la planta. Son líquidos con escasa solubilidad en agua, solubles en alcoholes y en disolventes orgánicos, cuando están frescos, a temperatura ambiente, son incoloros, ya que al oxidarse se resinifican y toman un color amarillento oscuro (lo que se previene depositándolos en recipientes de vidrio de color topacio, totalmente llenos y cerrados perfectamente). La mayoría de los aceites son menos densos que el agua (salvo, safrán y clavo) y con un índice de refracción. En cuanto a su composición química, el grupo de los compuestos aromáticos derivados del fenilpropano (aldehído cinámico, eugenol, anetol, aldehído anisico y safrol, entre otros. (López, 2020).

2.2.6.1. Aceite esencial de orégano

Es uno de los más potentes y efectivos anti fúngicos, su mecanismo de acción se asocia con la capacidad de interactuar con el citoplasma del patógeno y su modo de acción parece estar estrechamente relacionado con la solubilidad de cada compuesto se debe principalmente a la presencia de metabolitos secundarios: carvacol y timol y, en menor grado, γ -terpineno y p-cimeno. Estudios in vitro han demostrado resultados referentes a un menor crecimiento de tres diferentes hongos en presencia de aceite esencial de orégano a diferentes concentraciones, donde tuvo efecto sobre las cepas de *Colletotrichum gloeosporioides.*, *Rhizopus sp.*, y *Fusarium sp.* (Ronquillo, 2007).

2.2.6.2. Aceite esencial de naranja

Este tipo de aceite tiene propiedades antimicrobianas debido a que presenta en su composición D- limoneno β -mirceno que son compuestos presentes en el aceite esencial de naranja certificados, también compuestos como el decanal y linallol que ayuda a una inhibición moderada para *Staphylococcus aureus* y *Candida albicans*, pero presenta una sensibilidad intermedia al *Staphylococcus* que está relacionada a la composición del aceite de naranja. (Castañeda *et al.* , 2018)

La hidrofobicidad del aceite esencial de naranja permite que se solubilizan en la membrana de la célula bacteriana y de la mitocondria afectando a sus propiedades estructurales y facilitando su permeabilización, este hecho favorece la liberación de iones y otros metabolitos celulares mejorando la conservación en alimentos. (Ronquillo, 2007)

2.2.7. Análisis costo beneficio (ACB)

El ACB se utiliza frecuentemente para comparar económicamente diferentes opciones, el programa de erradicación en este caso y los resultados de este tipo de análisis incluyen un conjunto de criterios como son el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Relación Beneficio-Costo (RBC), todos ellos componentes de la evaluación de inversiones (Márquez & Castro, 2015)

2.2.7.1. Valor actual neto (VAN)

El VAN como la suma de los valores actualizados de los flujos netos de efectivo para cada año del proyecto menos la inversión inicial del mismo. Si el VAN es 0 o positivo y está actualizado a la tasa de oportunidad del capital, indica que la inversión paga el costo de oportunidad de la inversión. (Márquez & Castro, 2015)

2.2.7.2. Tasa interna de retorno (TIR)

La TIR es aquella tasa de descuento con la cual el valor actualizado de los beneficios es igual al valor actualizado de los costos. Si la TIR es igual o mayor que el costo de oportunidad del capital (expresado como tasa de rendimiento), la inversión paga los costos y es rentable. (Márquez & Castro, 2015)

2.2.7.3. Beneficio Costo

El índice beneficio/costo (I B/C), también conocido como relación beneficio/costo compara directamente, como su nombre lo indica, los beneficios y los costos de un proyecto para definir su viabilidad. (Molina, 2017)

2.2.8. Pruebas físico químicas y mecánicas

2.2.8.1. Humedad

La humedad en los plastificantes hidrófilos provee más sitios activos en la matriz de la película por exposición de sus grupos hidroxilos en los cuales la molécula de agua podría absorberse mediante uniones de tipo puente de hidrogeno y presentar porcentajes mínimos de humedad. (López , 2011).

2.2.8.2. pH

Dentro de la industria de los alimentos es muy importante evitar la contaminación y garantizar que el producto final se encuentre exento de microorganismos dañinos para el consumidor y con las condiciones de calidad requeridas por este. Los niveles de pH son

muy importantes en la elaboración de los empaque para productos alimenticios, ya que sirve como indicador de condiciones higiénicas que permite aumentar su tiempo de conservación. (Moreno, 2015)

2.2.8.3. Espesor

El espesor de las biopelículas depende principalmente del peso molecular del plastificante incorporado o de otros hidrocoloides, dependiendo de la relación peso de suspensión filmogénica/área de la placa de moldeo utilizada; sin embargo cuando aumenta el espesor incrementa la resistencia de masa o fluido. (López, 2011).

2.2.8.4. Resistencia al agua

Es una propiedad mecánica adecuada para determinar su resistencia y rigidez de las recubrimientos que pueden soportar antes de su ruptura (Blanco *et al.*, 2014).

La resistencia al agua de las películas se encuentra asociada con el espesor ya que consiste en la capacidad de resistencia, alargamiento y rotura este comportamiento se debe a la extensión y degradación de la cadena proteica de la materia prima utilizada. (Bourtoom, 2009)

CAPITULO III.

METODOLOGÍA

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El desarrollo de este proyecto se efectuó de manera experimental ya que se elaboraron biopelículas a base de harina de banano (*Musa acuminata*) incorporadas con aceites esenciales de orégano (*Origanum vulgare*) y naranja (*Citrus x sinensis*) cuyos resultados fueron observados en el laboratorio de la carrera de Ingeniería Agroindustrial y el laboratorio del grupo de investigación vegetal agroindustrial (INVAGRO) de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Esta investigación fue también de carácter exploratorio porque no existen biopelículas que se han desarrollado en función a la variedad de estos tipos de aceites esenciales ya que se diseñaron varias formulaciones aplicadas a diferentes tratamientos de tipo cuantitativo. Finalmente la investigación que se ejecutó fue de tipo bibliográfica ya que se realizó la revisión de artículos científicos que se encontraban en la base de datos Scielo, ScienceDirect, Elsevier y repositorio digital las cuales contribuyeron a la fundamentación teórica de la elaboración de biopelículas de harina de banano (*Musa acuminata*) incorporadas con aceites esenciales de orégano (*Origanum vulgare*) y naranja (*Citrus x sinensis*).

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1. Unidad estadística

Harina de banano, aceite esencial de orégano y aceite esencial de naranja.

3.2.2. Población y tamaño de la muestra

La población fue de 20 kg de banano y 250 mL de aceite esencial para la elaboración de las biopelículas a partir de harina de banano incorporadas con aceites esenciales, la materia prima fue obtenida a partir del rechazo de la industria bananera en la Provincia del Guayas, Cantón el triunfo, hacienda “Iris”. Los aceites esenciales de Orégano (*Origanum vulgare*) y Naranja (*Citrus x sinensis*) se adquirió de la empresa

LABSUPPLY” en la ciudad de Guayaquil. La muestra se constituye por la misma cantidad de información al tratarse de un colectivo infinito.

3.2.3. Materia prima, materiales, equipos y reactivos

En la tabla 01, se encuentra detallado la materia prima, equipos, materiales, instrumentos y reactivos que fueron utilizados en esta investigación para la elaboración de las biopelículas con la técnica de moldeo o casting en monocapa.

Tabla 1. Materia prima, equipos, materiales, instrumentos y reactivos

Materia prima	Materiales	Equipos e instrumentos	Reactivos
Banano de rechazo	Varilla de vidrio para agitación Marienfeld	Termomix modelo 31-aC – VORWERK TYPE156	Aceite esencial del Orégano al 99,99% PA.
	Crisol de porcelana alta resistencia Marienfeld.	Horno deshidratador MODEL ST-42	Aceite esencial de Naranja al 99,99% PA.
	Probeta graduada de vidrio Marienfeld (cap. 500 mL)	Balanza analítica MODEL TD6002A	Glicerina PA al 99,7%
	Espátula acero inoxidable Marienfeld	Molino Beach MODEL 80350R	Ácido Cítrico PA. al 95%
	Probeta graduada de vidrio Marienfeld (cap. 1 mL, 10 mL)	Termómetro modelo PCE-IR 1000	Agua destilada pH 5,4
	Vaso de precipitación de vidrio borisilicato 3.3 – Marienfeld (cap. 100 mL, 500 mL)	pH-metro de mesa MILWAUKEE, Mi- 151 HANNS, México	Alcohol potable grado químico al 96%
	Piseta cánula recta Fisher-Marienfeld (cap. 500 mL)	Mufla Thermolyne™ (Thermscientific FB1414M, China)	Carboxil dimetil celulosa (CMC) PA al 6%
	Fundas herméticas con cierre ZIP-ZAP	Estufa (Memmert, 1428900, Mexico)	

Pera de goma Marienfeld	Micrometrol	Vernier
Papel engrasado 300-R-ERT	Digital	MODEL 0-200MM
Vidrio reloj Marienfeld		
Papel aluminio 200SQ-FT		

Fuente: Tualombo. J, 2020

3.2.3. Elaboración de las biopelículas

En la tabla 2, se encuentran explicados los seis tratamientos realizados para este estudio; en el que se incluyen las diferentes concentraciones de cada uno de los ingredientes utilizados. Se realizaron estos seis tratamientos debido a que se busca especificar las propiedades importantes y relevantes de los materiales utilizados en el estudio.

Tabla 2. Elaboración de biopelículas por tipo de aceite esencial

Ingredientes	T1 AEO	T2 AEO	T3 AEO	T4 AEN	T5 AEN	T6 AEN
	0.3%	0.6%	0.9%	0.3%	0.6%	0.9%
Harina de banano (g)	75	75	75	75	75	75
H ₂ O (mL)	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Glicerina (g)	45	45	45	45	45	45
Carboxil dimetil celulosa CMC (g)	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25
Aceite esencial (mL)	4.5	9	13.5	4.5	9	13.5

Fuente: Tualombo. J, 2020

3.2.4. Diagrama para la obtención de harina de banano de rechazo

En la figura 1, se detalla el proceso de obtención de la harina de banano de rechazo con la pulpa y corteza que se realizó en este estudio; en el cual se pretende crear un valor al banano rechazado mediante la elaboración de productos derivados del banano.

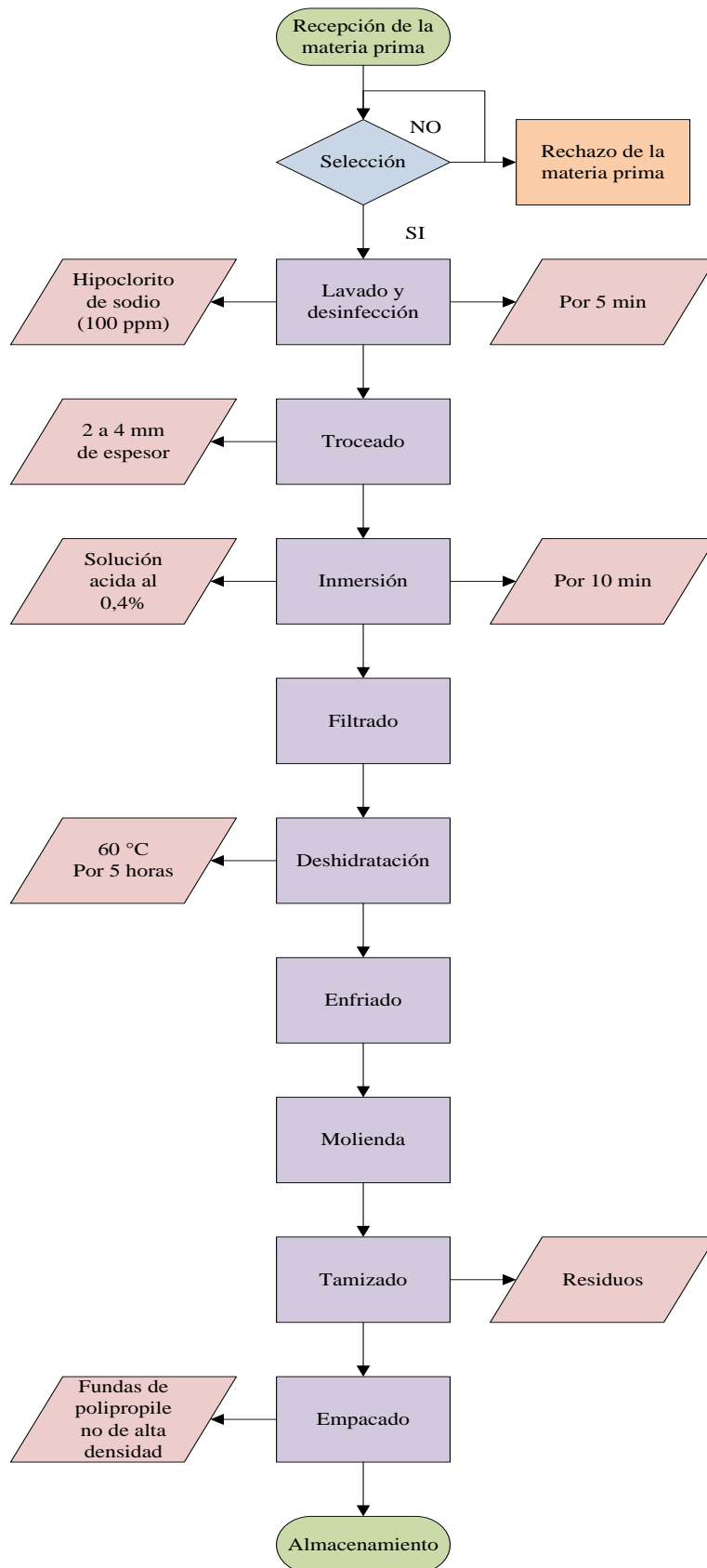


Figura 1. Elaboración de la harina de banana de rechazo obtenido de la industria bananera

Tualombo. J, 2020

3.2.5. Diagrama para la obtención de biopelícula en monocapa

La figura 2, muestra el proceso para el desarrollo de las biopelículas por el método de molde o casting en monocapa que se realizó en esta investigación. Se efectuó un sistema de monocapa debido a que al colocar la sustancia homogénea para la formación de biopelículas presentaron roturas en su composición.

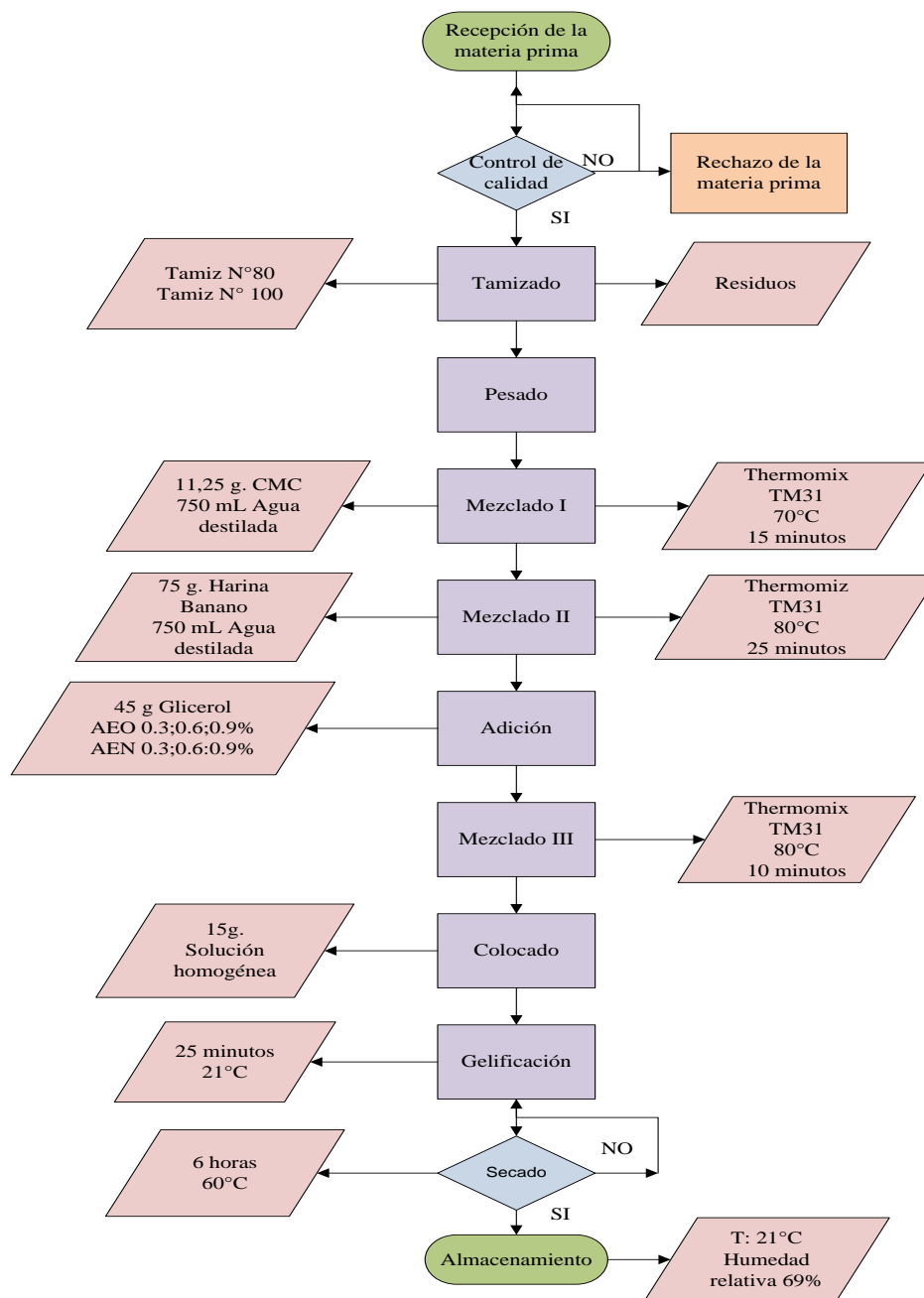


Figura 2. Elaboración en monocapa de las biopelículas de harina de banano de rechazo incorporada con aceite esencial de orégano y naranja

Recepción de la materia prima: la harina de banano se obtuvo mediante la deshidratación con un equipo HYDRA-TOR MODEL: ST-02, a una temperatura de 60°C por cuatro horas siguiendo el procedimiento de Ortega (2016).

Tamizado: la harina se coló mediante los tamices N° 80 (180 μ) y 100 (150 μ) respectivamente para la liberación de todas las impurezas presentes.

Pesado: mediante la balanza MODEL TD6002A se pesó 75 g de harina y 11,25 g. de CMC para mejorar la flexibilidad y maleabilidad de las biopelículas

Mezclado I: en el equipo Thermomix TM 31 serie VOR WERK TYPE se colocó 750 mL de agua destilada y 11,25 g CMC, se diluyo por 15 minutos a una temperatura de 70 °C, a 500 revoluciones por minuto hasta obtener una mezcla homogénea.

Mezclado II: una vez obtenida la mezcla homogénea se añadió 750 mL de agua destilada y 75 g de harina de banano por 25 minutos a temperatura de 80 °C, a 500 revoluciones por minuto,

Adición: se adiciono 45 g de glicerol y 4,5 mL; 9 mL; 13,5 mL de aceite esencial de orégano y aceite esencial de naranja respectivamente.

Mezclado III: se agito durante 10 minutos a una temperatura de 80 °C en el Thermomix TM 31 serie VOR WERK TYPE con el objetivo de eliminar burbujas de aire que se pueden generar en la mezcla

Colocado: se colocó 15 g de la solución en una caja Petri con un área de 50, 265 cm² se esparció de forma homogénea por toda la circunferencia

Gelificación: se dejó durante 25 minutos a temperatura ambiente 21 °C para comparar las diferentes propiedades de cada una de las concentraciones de los aceites esenciales.

Secado: Luego la solución se introdujo en el deshidratador HYDRA-TOR MODEL:ST-02 durante 6 horas a 40 °C.

Almacenado: finalmente se retiró del deshidratador, desmoldando las biopelículas y se almacenaron en fundas zíper ZIP.ZAP a 69 % HR separadas con papel engrasado dentro de una caja de cartón a temperatura ambiente (21 °C) en un lugar fresco y seco hasta su posterior análisis, los mismo que se realizaron dentro de siete días posteriores a la elaboración de las biopelículas

3.3. Técnica de recolección de datos

Para la evaluación de las biopelículas de harina de banano incorporadas con aceite esencial de orégano y naranja se utilizó una bitácora en el cual se registraron los valores obtenidos de cada una de las determinaciones físicas y mecánicas.

3.4. Variables

Tabla 3. Variables de la investigación

Variable	Descripción	Categoría
Aceite esencial	Producto obtenido por la materia prima vegetal, ya sea por destilación por agua o vapor, es decir únicamente por medios físicos.	1. Aceite esencial de Orégano (AEO) 2. Aceite esencial de Naranja (AEN)
Concentración de aceite	El aceite utilizado tiene una concentración del 99,99%	AEO 0.3, 0.6, 0.9% AEN 0.3, 0.6, 0.9%
pH	El pH es una medida que permite la identificación de los protones o iones de hidrogeno, es decir de la acidez o alcalinidad del medio.	
Humedad	Se basa en evaporar de manera continua la humedad de la muestra hasta que la muestra se situó en un peso constante.	
Resistencia al agua	Es una propiedad mecánica adecuada para determinar su resistencia y rigidez de los recubrimientos que pueden soportar antes de su ruptura	
Espesor	Permite identificar el grosor de una materia mediante tres dimensiones.	

Fuente: Tualombo. J, 2020

3.5. Técnica de Análisis

3.5.1. Técnicas estadísticas

- ANOVA

Es el acrónimo de análisis de la varianza, es una prueba estadística desarrollada para realizar simultáneamente la comparación de las medias de dos poblaciones. Se debe analizar (variable independiente) así como la variable que define los grupos objeto de comparación (factor). (Rubio & Berlanga, 2011)

- Contrastes de Normalidad

Los contrastes de normalidad son valores de la variable dependiente que deben seguir una distribución normal; por lo menos, en la población a la que pertenece la muestra. La distribución normal o gaussiana (porque su forma representa la campana de Gauss) es la distribución teórica mejor estudiada y debe su importancia fundamentalmente a la frecuencia con la que distintas variables asociadas siguen esta distribución con la que distintas variables asociadas, no obstante, los contrastes de hipótesis (prueba de Kolmogorov Smirnov) que pueden ayudarnos a decir de un modo más riguroso, si la muestra dispone una distribución normal (Rubio & Berlanga, 2011).

- Homocedasticidad

Las varianzas de la variable dependiente en los grupos que se comparan deben ser aproximadamente iguales. Por ello uno de los pasos previos a la comprobación de la existencia de diferencias entre las media de varias muestras es determinar si las varianzas en tales muestras son iguales, es decir, comprobar si se cumple con la condición de homogeneidad de varianzas. (Rubio & Berlanga, 2011)

- Independencia

Son aquellas cuyo universo de población resulta diferente. De esta manera, se puede enumerar múltiples variables que dan lugar a una infinidad de universos muestrales, de entre los cuales es factible elegir muestras independientes. (Rubio & Berlanga, 2011)

3.5.2. Procesamiento de datos

- Análisis exploratorio de datos con el software SPSS versión 25 y hoja de cálculo Excel 2013.

3.5.3. Métodos de análisis

En la tabla 04, se encuentra explicado los procedimientos que se llevaron a cabo en el estudio para realizar los análisis fisicoquímicos (pH y contenido de humedad y mecánicas (resistencia al agua y espesor). Se realizaron estos procedimientos para determinar la calidad de las biopelículas.

Tabla 4. Análisis fisicoquímicos y mecánicos

Método	Técnica	Proceso
Humedad	(NTE INEN-ISO 712, 2013)	Se seca la muestra en una porción de 0,5 a 1 g a 105°C por 4 horas cuando se requiera, se muele y acondiciona si es necesaria, que permitan que la muestra se sitúe en peso contante.
pH	(NTE INEN 526, 2013)	Es la medida de determinación de la concentración de hidrogeno mediante un potenciómetro de mesa estandarizado con buffer pH 4, 6 y 10 la cantidad de la muestra entre 1 a 2 g de muestra homogenizar varias veces y comprobar el correcto funcionamiento del potenciómetro.
Resistencia al agua	Extensibilidad y rotura	Las películas se fijaron en celdas calibradas con un área (16 cm ²) y se vertió agua destilada (5 mL) sobre la superficie de la película, se registró el tiempo de deformación de la película debido al efecto del agua.
Espesor	(NTE INEN-ISO 4593, 2014)	Medir el espesor, en nueve puntos distribuidos al azar en ángulo recto con un medidor de espesores con un dial graduado Las lecturas deben ser estimadas con una precisión de 0.02 mm.

Fuente: Tualombo. J, 2020

3.5.4. Técnicas para la elaboración de las biopelículas

- Moldeo casting

Para la elaboración de las soluciones formadoras de las biopelículas, se utilizó la técnica de moldeo o casting siguiendo el proceso de Arancibia (2014), donde se modificó el procedimiento en un sistema de monocapa debido a que en la ejecución de la bicapa presentó roturas en la gelatinización además se incorporó con CMC de origen alimenticio para mejorar las características de maleabilidad y flexibilidad. Se mezclaron 75% m/v de harina de banano, 45% de glicerol, 11.25% de Carboxil dimetil celulosa (CMC), 4.5, 9 y 11.5% de aceites esencial de orégano (AEO) y 4.5, 9 y 11.5% de aceite esencial de naranja (AEN) con 1500 mL de agua destilada. La solución homogénea obtenida se difundió en cajas Petri con una área de 50, 265 cm² la cantidad de 15 g que mantienen un nivel uniforme y una cantidad igual de masa en un lapso de 25 minutos de gelatinización para comparar las diferentes propiedades de cada una de las concentraciones de los aceites esenciales. Luego la solución homogénea fue transportada a un deshidratador de bandejas (MODEL, ST-42, China) durante 6 horas a 40°C, posterior se almacenó en fundas herméticas con cierre ZIP-ZAP separada con papel engrasado dentro de una caja de cartón a temperatura ambiente (21° C) con una HR de 69% en un lugar fresco y seco.

CAPÍTULO IV.
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Características físicas y mecánicas

Según la tabla 05, se encuentra expuesto los límites de aceptación de las características de las biopelículas elaboradas a partir de harina de banano incorporadas con aceites esenciales de orégano y naranja que se tomó en cuenta para esta investigación, en el que se incluyen los diferentes métodos de ensayo de cada una de ellas. Se realizaron estas propiedades fisicoquímicas y mecánicas debido a que se determinó la biopelícula que presente las mejores características evaluadas en el estudio.

Tabla 5. Características físicas, químicas y mecánicas

Característica	Método de ensayo	Unidad	Límite de aceptación
Humedad	Método de referencia IDT	%	Max. 13,5
pH	Método potenciómetro	-----	Min. pH 5 Max. pH 7,5
Resistencia al agua	Extensibilidad y rotura	horas	Max. 50h irrompible
Espesor	Medición directa con micrómetro	Mm	Max: 0,25±0,02 mm.

Fuente: Tualombo. J, 2020

4.1.2. Resultados del estudio exploratorio de datos

A continuación se muestra el estudio exploratorio de datos que se aplicó en las características fisicoquímicas (pH y contenido de humedad) y mecánicas (resistencia al agua y espesor) de las biopelículas elaboradas a partir de harina de banano, incorporada con aceite esencial de orégano y aceite esencial de naranja.

Tabla 6. Análisis exploratorio de las características de las biopelículas por tipo de aceite esencial

Característica	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
Humedad biopelículas AEO	9	,2	,00	--	,1289	,08192
Humedad biopelículas AEN	9	,12	,04	--	,0844	,04667
pH biopelículas AEO	9	,120	5.99	--	6,058	,046488
pH biopelículas AEN	9	,32	6,01	--	6,126	,12913
Resistencia al agua AEO	9	20,02	--	31,26	19,30	8,50635
Resistencia al agua AEN	9	5,50	--	13,52	10,34	2,34007
Espesor biopelículas de AEO	81	,08	--	,28	,2383	,01664
Espesor biopelículas de AEN	81	,06	--	,27	,2372	,01443

Fuente: Tualombo. J, 2020

Interpretación: La tabla 6 evidenció el análisis exploratorio que se efectuó en las características de las biopelículas, se elaboraron 18 biopelículas en las que se evaluó el porcentaje de humedad según el tipo de aceite esencial (9) orégano y (9) naranja. El aceite de orégano evidenció un promedio de humedad de 0% frente al 0.4% hallado en el aceite de naranja; sin embargo, el valor mínimo de humedad se encontró en las biopelículas elaboradas con aceite de orégano, en la dispersión de los porcentajes las biopelículas con aceite de orégano mostraron diferencias en las mediciones.

En cuanto al análisis de pH se determinó el mínimo en las biopelículas elaboradas con aceite esencial de orégano 5.99, que se encuentran en un rango de pH ácido que pueden inhibir de manera más efectiva el crecimiento microbiano, con respecto al pH de las biopelículas elaboradas con aceite esencial de naranja se identificó el mínimo de 6.01, que corresponde a un pH ligeramente ácido; sin embargo las biopelículas elaboradas con aceite esencial de naranja presentaron una mayor dispersión de los datos.

La resistencia de las biopelículas a partir de harina de banano incorporada con aceite esencial de orégano fue de 31,26 minutos (tiempo máximo) y de 13,52 minutos para el aceite de naranja, este comportamiento se debe a que las biopelículas elaboradas con aceite esencial de orégano dificultaron la trasmisión del agua por un mayor lapso de tiempo ya que presento una mejor distribución lipídica homogénea en la matriz polimérica generando mayor resistencia en la biopelícula; por lo tanto la biopelícula con aceite esencial de orégano obtuvo una mayor dispersión en los datos.

Para el espesor se tomaron 9 mediciones de espesor de forma aleatoria por cada biopelícula, en las diferentes muestras estudiadas se ostentó un espesor máximo de 0,27 mm en el caso de las biopelículas elaboradas con aceite de naranja; sin embargo hubo un ligero aumento en el grosor de las biopelículas elaboradas con aceite de orégano de 0,28 mm. Por lo tanto, este comportamiento se lo atribuye al tipo de aceite esencial utilizado y las diferencias entre las presiones de vapor de agua y humedad en la interfaz (biopelícula-aire); por lo que se constató que la biopelícula elaborada con aceite esencial de orégano presento diferencias en las mediciones.

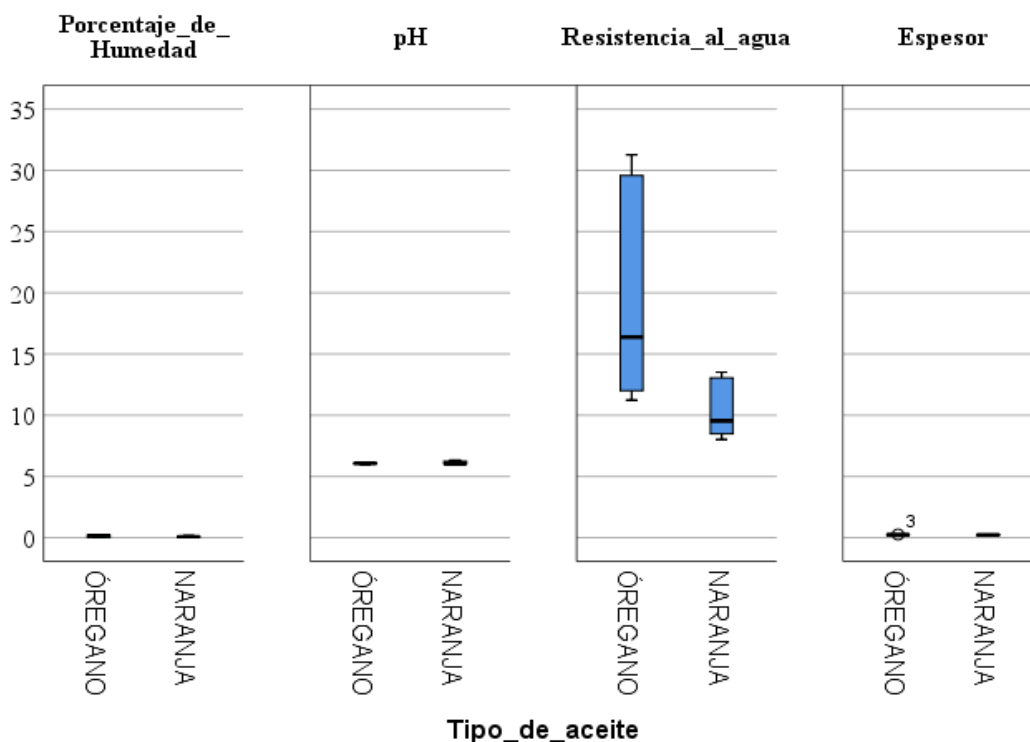


Figura 3, Análisis exploratorio características de biopelículas por tipo de aceite esencial

Fuente: Tualombo. J, 2020

Esta representación gráfica (figura 3) proporciona una visión rápida de la distribución de los datos, apreciándose una asimetría al no estar el cuartil dos (Q_2) en el centro, en este caso es porque hay valores de humedad inferiores y superiores a la media en ambos casos; también se puede apreciar la existencia de valores extremos en el caso de las biopelículas elaboradas con aceite de orégano un valor de extremo mínimo de 0% de humedad, de esta manera este tipo de biopelículas presentaron un rango mayor que indica dispersión en los datos. En el diagrama de cajas se evidencio el comportamiento del pH en biopelículas activadas con aceite esencial de orégano (AEO) y aceite esencial de naranja (AEO) el cual presento valores inferiores y superiores parecidos a la mediana en ambos casos. En la gráfica se observó la dispersión dentro de variable resistencia al agua, en el caso de las biopelículas con aceite esencial de orégano presenta un rango de puntuaciones mucha más grande en comparación a las biopelículas con aceite esencial de naranja; es por ello en el caso del aceite esencial de orégano presento la puntuación más alta (31,26 minutos) que se encontró dentro del límite superior Q_3 . La gráfica mostro la variable espesor de las biopelículas en función al tipo de aceite esencial; en las cuales las elaboradas con aceite esencial de orégano tuvo valores inferiores y superiores con respecto a la mediana, mientras que las elaboradas con aceite esencial de naranja presento un promedio menor a las de orégano con una mayor cantidad de valores superiores distintos a la media.

4.1.3. Contraste de normalidad

Se elaboró un análisis de normalidad mediante el contraste de Shapiro Wilk para las características de humedad, pH, resistencia al agua y para la variable espesor el contraste de Kolmogorov Smirnov con la corrección de significancia de Lilliefors a fin de seleccionar un modelo experimental paramétrico y no paramétrico los resultados se muestran a continuación. (Anexo 3).

a. Hipótesis

H_0 : las variables siguen una ley normal en los datos

H_1 : las variables no siguen una ley normal en los datos

b. Nivel de significancia

$$\alpha = 5\%$$

c. Cálculo estadístico

A continuación en la tabla 07, se muestra el análisis de normalidad para las características de las biopelículas; en el que incluye el valor de probabilidad de las características por tipo de aceite esencial, se realizó este contraste para determinar si los datos tiene un ajuste de distribución normal o no.

Tabla 7. Análisis de normalidad de biopelículas según el tipo de aceite

Análisis fisicoquímicos			
Característica	Unidad	Valor de probabilidad	Decisión
Humedad AEO	%	,184	Normal
Humedad AEN		,083	Normal
pH AEO	----	,072	Normal
pH AEN		,023	No se ajusta a una ley normal
Análisis mecánicos			
Resistencia al agua AEO	min.	,017	No se ajusta a una ley normal
Resistencia al agua AEN		,023	No se ajusta a una ley normal
Espesor AEO	mm	,000	No se ajusta a una ley normal
Espesor AEN		,004	No se ajusta a una ley normal

Fuente: Tualombo. J, 2020

d. Región de rechazo

Se rechaza H_0 si el valor de probabilidad p es inferior al nivel de significancia

e. Decisión

Según la tabla N° 07 se mostró 8 variables de las cuales 3 de ellas cumplen con una ley normal, esto se debe al valor de probabilidad que es mayor a 0.05 de significancia; sin embargo 5 variables no se ajustan a una ley normal.

4.1.4. Diseño completo al azar (DCA)

Luego del análisis de normalidad, se elaboró un diseño completo al azar para cada una de las variables fisicoquímicas (pH y contenido de humedad) y mecánicas (resistencia al agua y espesor) de las biopelículas a base de harina de banano activadas a distintos tipos de aceites esenciales que cumplen una ley normal.

4.1.4.1. Modelo matemático

El Modelo matemático utilizado para la comprobación de igualdad de promedios en los tratamientos fue el diseño completo al azar (DCA) para las características de las biopelículas elaboradas con harina de banano con diferentes tipos de aceites esenciales que se ajustaron a una ley normal.

$$Y_{IJ} = \mu + \tau_I + \varepsilon_{IJ}$$

a. Hipótesis

H₀: Los promedios de los tratamientos son iguales

H₁: Al menos uno de los promedios de los tratamientos es diferente

b. Nivel de significancia

$$\alpha = 5\%$$

c. Estadístico de prueba

Tabla 8. Análisis DCA biopelículas según el tipo de aceite

Análisis fisicoquímicos		
Característica	Valor de probabilidad	Decisión
Humedad AEO	,001	Los promedios son diferentes
Humedad AEN	,026	Los promedios son diferentes
pH AEO	,000	Los promedios son diferentes

Fuente: Tualombo. J, 2020

d. Región de rechazo

Valor $p \leq \alpha$ 5% rechazar H_0

e. Decisión: Respecto a la tabla N° 08 se evidenció que las concentraciones de los aceites esenciales de orégano y naranja si afectan en las características fisicoquímicas y mecánicas de las biopelículas el modelo ANOVA indico que los grupos presentan promedios diferentes; por lo tanto se rechaza H_0 ya que el valor de probabilidad es menor a 0.05.

f. Comparación de supuestos

1. Normalidad en los residuos

Planteamiento de hipótesis

H_0 : Los residuos del modelo siguen una ley normal

H_1 : Los residuos del modelo no siguen una ley normal

Nivel de significancia

$\alpha = 5 \%$

Estadístico de prueba

Tabla 9. Normalidad de los residuos

Análisis fisicoquímicos		
Característica	Valor de probabilidad	Decisión
Residuos % humedad AEO	0.184	Normal
Residuos % humedad AEN	0.083	Normal
Residuos pH biopelículas con AEO	0.072	Normal

Fuente: Tualombo. J, 2020

Decisión: En la tabla 09 los residuos de las características de biopelículas como: porcentaje de humedad elaboradas con aceite esencial (orégano y naranja) y pH con aceite esencial de orégano siguen una distribución normal

2. Homogeneidad en los residuos

α^2 : varianza de concentración de aceite esencial

Planteamiento de hipótesis

$$H_0: \alpha^2_{\text{AEO } 0.3} = \alpha^2_{\text{AEO } 0.6} = \alpha^2_{\text{AEO } 0.9} = \alpha^2_{\text{AEN } 0.3} = \alpha^2_{\text{AEN } 0.6} = \alpha^2_{\text{AEN } 0.9}$$

H_1 : Al menos una de las α^2_T es diferente

Nivel de significancia

$$\alpha = 5 \%$$

Estadístico de prueba

Tabla 10. Homogeneidad de varianzas de los residuos

Análisis fisicoquímicos		
Características	Valor de probabilidad	Decisión
Residuos % humedad AEO	0.570	Normal
Residuos % humedad AEN	0.876	Normal
Residuos pH biopelículas con AEO	0.143	Normal

Fuente: Tualombo. J, 2020

Decisión: Según la tabla 10 los residuos de las características porcentaje de humedad de las biopelículas elaboradas con aceites esenciales (orégano y naranja) y pH con aceite esencial de orégano presentaron varianzas homogéneas

3. Independencia de los residuos

Planteamiento de hipótesis

H_0 : Existe aleatoriedad en los residuos de películas activas con aceites esenciales

H_1 : No existe aleatoriedad en los residuos de películas activadas con aceites esenciales

Nivel de significancia

$$\alpha = 5 \%$$

Estadístico de prueba

Tabla 11. Independencia de los residuos

Análisis fisicoquímicos		
Características	Valor de probabilidad	Decisión
Residuos % humedad AEO	0.445	Normal
Residuos % humedad AEN	0.160	Normal
Residuos pH biopelículas con AEO	0.441	Normal

Fuente: Tualombo. J, 2020

Decisión: en cuanto a la tabla 11 los residuos de las características de humedad de biopelículas activadas con aceites esenciales (orégano, naranja) y pH con aceite esencial de orégano presentaron dispersión en los datos, lo cual no dependen uno del otro.

4.1.5. Análisis para muestras no paramétricas

Se utilizó el contraste de Kruskal Wallis para las características de las biopelículas que no se ajustaron con una ley normal en sus datos.

Tabla 12. Análisis de medias de muestras no paramétricas según el tipo de aceite

Análisis fisicoquímicos y mecánicas		
Variable	Valor de probabilidad	Decisión
pH AEN	,027	Los promedios son diferentes
Resistencia al agua AEO	,027	Los promedios son diferentes
Resistencia al agua AEN	,027	Los promedios son diferentes
Espesor AEO	,047	Los promedios son diferentes
Espesor AEN	,044	Los promedios son diferentes

Fuente: Tualombo. J, 2020

Decisión: La tabla N° 12 plasmó que las diferentes concentraciones del aceite esencial de orégano y naranja si afectan a las características de las biopelículas el contraste de Kruskal Wallis indico que todas las variables presentan promedios diferentes; por lo tanto se rechaza H_0 ya que el valor de probabilidad es menor a 0.05.

4.1.6. Elección del mejor tratamiento

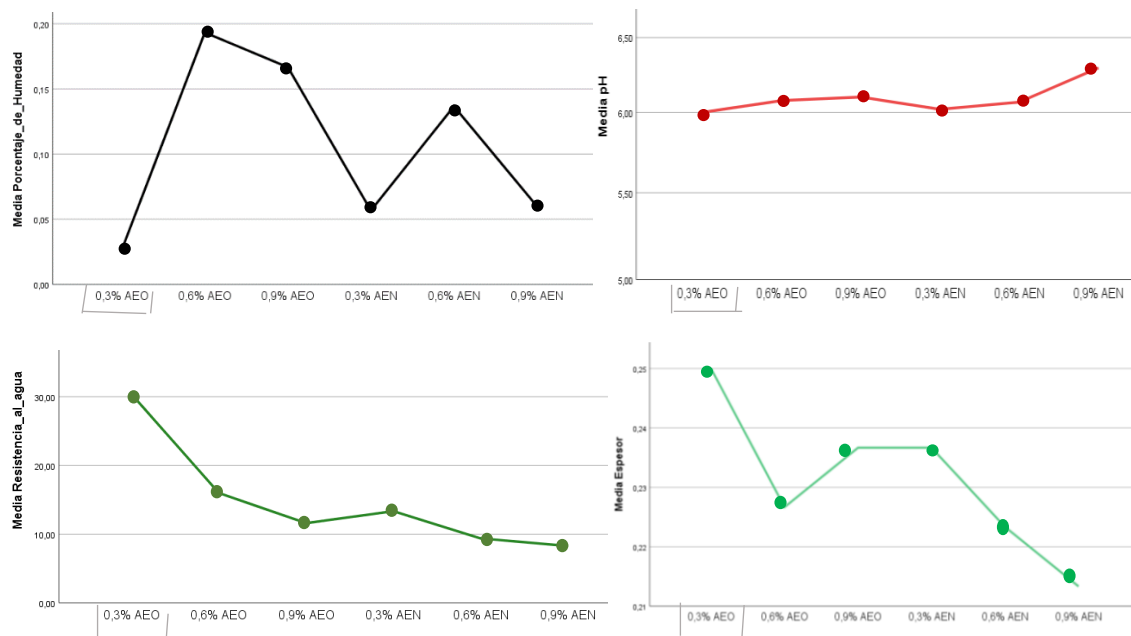


Figura 4. Elección y caracterización del mejor tratamiento de las biopelículas

Fuente: Tualombo. J, 2020

Interpretación: Como se observó en la figura 4 las concentraciones de los aceites esenciales si afectaron a las propiedades fisicoquímicas y mecánicas entre las biopelículas, sin embargo el T1 (AEO 0.3%) fue el que presentó los mejores parámetros entre las características analizadas (humedad, pH, resistencia al agua y espesor), en la humedad mostró el punto más bajo de 0,03%, pH en un rango medianamente ácido de 6, resistencia al agua un tiempo máximo de 30.3 minutos y en espesor un punto más alto de 0,25 mm; por lo tanto se determinó que el T1 posee buenas propiedades para reemplazar a una envoltura plástica.

4.1.7. Evaluación financiera en relación al beneficio costo (B/N)

Luego de la elaboración de las biopelículas de harina de banano incorporadas con aceite esencial de orégano se pretende utilizar a las mismas como una envoltura biodegradable en mortadela.

4.1.7.1. Segmentación del mercado

La segmentación se rigió a la parte urbana a las parroquias Jipijapa, Carcelén y Cumbayá del Cantón Quito provincia de Pichincha con una población de 136,768 habitantes; de los cuales se consideró a las empresas dedicadas a la industria cárnica del sector como posibles clientes de una envoltura biodegradable a partir de harina de banano de rechazo incorporada con aceite esencial de orégano para mortadela.

4.1.7.2. Demanda

En la ciudad de Quito el consumo de mortadela con empaque tradicional es del 75,90 % anual con una población de 124,638 en el 2010 con la proyección del proyecto para el año 2020 la demanda del consumo de mortadela con el nuevo empaque biodegradable fue de 78% con una población de 136,768 siendo este un consumo de 586040 mortadelas con el nuevo empaque anual.

4.1.7.3. Demanda objetiva

Con la demanda objetiva se logró determinar la cantidad de consumo de mortadela con esta nueva envoltura biodegradable a partir de harina de banano de rechazo activado con aceite esencial de orégano que existe en la ciudad de Quito basado en la conformidad del

producto (Anexo 4) con una aceptación del 75% dando como resultado una demanda objetiva de 316,461 empaques anuales.

Tabla 13. Estudio de Demanda objetiva T1 (AEO 0.3%)

Demanda Objetiva Nuevo Empaque.	316461,64
Tasa de crecimiento	1,56%

N	AÑO	PROYECCION
1	2021	321398,44
2	2022	326412,26
3	2023	331504,29
4	2024	336675,76
5	2025	341927,90

Fuente: Tualombo. J, 2020

Interpretación: según la tabla 13 partiendo de la demanda objetiva se obtienen una proyección de del proyecto para cinco años con una tasa de crecimiento de 1,56 % en la ciudad de Quito.

Tabla 14. Precio de venta de biopelículas de orégano T1 (AEO 0.3%)

Precio de venta	
Margen Utilidad	10%
Cu=	\$0,61
Utilidad	\$0,06
Pvu=	\$0,67

Fuente: Tualombo. J, 2020

Interpretación: Según la tabla N°14 el precio de venta al público por cada empaque es de \$0,67 ctvs de dólar con una utilidad al \$0,06 ctvs por cada biopelícula que sea vendida.

4.1.7.4. Indicadores financieros

4.1.7.4.1. Valor actual neto VAN

Tabla 15. Flujo de caja biopelículas de orégano T1 (AEO 0.3%)

Periodo	Ventajas actualizadas
0	\$ -48.980,22
1	\$ 15.753,07
2	\$ 17.530,02
3	\$ 18.976,56
4	\$ 20.209,23
5	\$ 23.080,79
TMAR	14,25 %
VAN	\$ 14.680,53

Fuente: Tualombo. J, 2020

Interpretación: según la tabla 15 respecto al indicador financiero VAN se ejecutó con una tasa TMAR de 14,25 %, donde obtuvo un VAN positivo de \$ 14.680,53 lo cual hace factible el proyecto y cumple con la regla de poner en práctica la inversión.

4.1.7.4.2. Tasa interna de retorno TIR

Es la tasa de interés o rentabilidad, siendo el porcentaje de beneficio o pérdida de la empresa, por lo tanto el proyecto indica un TIR de 25,37 %, siendo propicio para la empresa ya que si esta tasa es mayor de 30% se considera que existe un riesgo en el proyecto.

4.1.7.4.3. Beneficio costo B/C

En base a la demanda objetiva obtenida las ventas proyectadas son favorables debido a que se obtendrá un beneficio costo de \$ 1.30 que significa que por cada dólar invertido obtendremos de ganancia 0,30 ctvs. de dólar ya que si el beneficio costo es favorable cuando es mayor a 1 y desfavorable cuando es menor a 1.

4.2. DISCUSIÓN

El método utilizado para la elaboración de las biopelículas a partir de harina de banano incorporadas con aceites esenciales de orégano y naranja fue por la técnica de moldeo o casting en momo capa siguiendo el proceso de Arancibia (2014) donde se modificó el procedimiento incorporando con CMC de origen alimenticio para mejorar las características de maleabilidad y flexibilidad. Se realizaron análisis físicos mecánicos como: pH, humedad, resistencia al agua y espesor; a su vez se realizó análisis beneficio costo, los cuales fueron comprobados con estudios relevantes en diferentes matrices poliméricas incorporadas con aceites esenciales.

En los análisis físicos mecánicos la biopelícula de harina de banano incorporada con aceite esencial de orégano y naranja a concentraciones de 0.3, 0.6 y 0.9% presento un promedio de humedad de 0.03, 0.19 y 0.17% para AEO y 0.06, 0.14, 0.06% para AEN, valor inferior obtenido por (Moreno, 2015, p. 52) en las biopelículas de harina de banano activadas con aceite esencial de geranio y eucalipto a concentraciones de 0.5, 1 y 1.5% ya que la humedad se encontró entre un 15 a 18%, y por (Blanco *et al.*, p. 5) en efectos de diferentes extractos de proteínas del músculo *Dosidicus gigas* co-productos en el desarrollo de películas comestibles la humedad se situó entre 1 y 1.21% estas diferencias se dieron por los tipos de aceites y concentraciones usadas en la elaboración de las biopelículas, a la vez por la aplicación de tiempos de secado inferiores a las 6 horas. El pH se situó en 6 a 6.1 en las biopelículas activadas con AEO y en 6.02 a 6.29 en las activadas con AEN, en cuanto el dato revelado por (Chamba, 2019, p. 33) en la aplicación de un recubrimiento comestibles a base de la cáscara de piña y aceite esencial de semilla de aguacate fue similar situado entre 5,45 y 6,78 encontrándose es un rango de pH ligeramente ácidos ambos casos; sin embargo (Blanco *et al.*, 2014, p. 5) en efectos de diferentes extractos de proteínas del músculo de *Dosidicus gigas* co-productos en el desarrollo de películas comestibles obtuvo un pH entre 3 y 10, esto se debe a las características propias de la harina de banano y a los extractos de proteínas en las soluciones formadoras de biopelículas. La resistencia al agua fue entre 12.02 a 30.33 minutos para las biopelículas activadas con AEO y de 8,26 a 13,35 minutos para las de AEN, valor superior al manifestado por (Moreno, 2015, p. 54) las películas con aceite esencial de geranio y eucalipto presentaron un tiempo de rotura entre 46 a 72 horas considerados como irrompibles y por (Blanco *et al.*, 2014, p. 5) en efectos de diferentes extractos de proteínas del músculo de *Dosidicus gigas* co-productos en el desarrollo de

películas comestibles que alcanzó un tiempo de filtración de 48 a 50 h ya que no presentó tiempo de rotura, este comportamiento está relacionado a la aplicación de concentraciones de diferentes tipos de aceite esencial que cada uno con sus características favorecen más la barrea al agua en las biopelículas y a la extensión y degradación de la cadena proteica de la matriz polimérica. El espesor de las biopelículas elaboradas con harina de banano incorporadas con AEO se obtuvo un espesor entre 0.25 a 0.24 mm y de 0.24 a 0.19 mm para el AEN, dato similar al proporcionado por (Gutiérrez *et al.*, 2015, p. 6) almidón de maíz 80; 20 ceroso regular, nativo y fosfatado, como biomatrices para películas comestibles que fue de 0.26 ± 0.002 mm y un valor superior expuesto por (Moreno, 2015, p. 57) que fue de 0.27 ± 0.04 mm al igual valor revelado por (Chamba, 2019) de 0.27 ± 0.01 mm y por (Pérez *et al.*, 2009, p. 6) formulación y estabilidad de películas biodegradables hechas de gelatina de bacalao y concentraciones de aceite de girasol a concentraciones de 0.3, 0.6 y 1%, los valores difieren debido a que en la investigación se realizó un sistema en monocapa con una cantidad inferior para el moldeo y peso molecular del plastificante incorporado o de otros hidrocoloides como las altas concentraciones de los aceites esenciales en la matriz polimérica.

En cuanto a la calidad de las biopelículas obtenidas a base de harina de banano de rechazo, mediante las pruebas fisicoquímicas y mecánicas se determinó que las mejores fueron aquellas pertenecientes al T1 a las que se incorporó AEO al 0.3% con una humedad de 0.03% este hecho puede estar asociado a un menor número de interacciones entre la harina y las moléculas de agua del ambiente, que forman estructuras menos porosas, además del carácter hidrofóbico de los aceites esenciales que limita los sitios activos de la matriz de la película (grupos hidroxilos en los cuales las moléculas de agua podrían absorberse y mantenerse mediante uniones del tipo puente de hidrógeno (López, 2011), pH medianamente ácido de 6 este comportamiento de la biopelícula se debe a los atributos que presenta la harina de banano y una menor concentración del aceite esencial, resistencia al agua de 30,3 minutos comportamiento que se debe por la adición de CMC de grado alimenticio que aumento la flexibilidad de la película y un espesor de 0.25 mm debido a que mayor grosor menor son las afectaciones de las propiedades de barrera que presenta el polímero, cabe recalcar que se utilizó la misma cantidad de sustancia en el moldeo en todos los tratamientos.

Una vez determinado el mejor tratamiento se elaboró el análisis financiero con relación en el beneficio costo con el fin de su posible implementación en la agroindustria se desarrolló una escala piloto para incorporar las biopelículas como envolturas en mortadela con un total de 341,927 envolturas biodegradables con una dimensión de 22 cm de alto por 17 cm de ancho y 13 cm de profundidad para presentaciones de 500 g, un precio a la venta de \$ 0,67 ctvs y un beneficio costo de \$1.30 datos expuestos que varían por (Osorio & Rubiano, 2019, p. 39) en el desarrollo de una biopelícula partiendo de cáscara de banano donde se obtuvo un PVP de \$ 0,39 ctvs y un beneficio costo de \$1.19, estos valores son más bajos debido a que las biopelículas se incorporaron aceites esenciales que aumentan los costos considerablemente teniendo en cuenta que las fundas de empaque procedente de plástico sintético tienen un valor de 0,04 a 0,06 ctvs siendo un valor superior al obtenido en este estudio.

Capítulo V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

A partir de harina de banano rechazado se puede elaborar biopelículas activadas con aceites esenciales (orégano y naranja) y adicionar otros componentes alimenticios en menor concentración como el uso de CMC ya que favorece a las características de una envoltura biodegradable como la maleabilidad y flexibilidad siendo una alternativa para la sustitución al uso del plástico debido a que se degradan fácilmente una vez desechadas.

En cuanto a la calidad de las biopelículas obtenidas a base de harina de banano de rechazo con aceite esencial de orégano, mediante las pruebas físico-químicas y mecánicas el T1 (AEO 0,3%) es el mejor tratamiento debido a que presenta mejores parámetros como humedad (0,03%), pH (6 medianamente ácido), espesor (0,25 mm) y resistencia al agua de (30,3 minutos) que permiten extender la vida útil por un lapso de tiempo mayor en comparación de fundas biodegradables sin aceite esencial

Los análisis fisicoquímicos y mecánicos influyen en las características de las biopelículas debido a que les proporciona la calidad de una envoltura biodegradable y les brinda la capacidad de obtener varias cualidades para la comercialización como un sustituto del plástico sintético.

De acuerdo con el análisis de beneficio costo, el proyecto es factible y se puede elaborar polímeros provenientes de celulosa incorporados con aceites esenciales que pueden cumplir un efecto antimicrobiano, antioxidante y antifúngico para implementarlo en la agroindustria, sus indicadores financieros evidencian un VAN de \$ 14,680.53, TIR de 25.37%, cual afirma la implementación del proyecto con un beneficio costo de 1.30, en el cual se gana \$ 0.30 ctvs. por cada dólar invertido.

5.2. RECOMENDACIONES

Se aconseja realizar más estudios de biopelículas con harina de banano de rechazo activado con aceites esenciales a diferentes concentraciones para aprovechar los beneficios de los aceites esenciales y encontrar otros usos de estos.

Mediante esta investigación se recomienda analizar el método de elaboración de las biopelículas incorporadas con aceites esenciales de moldeo o casting en la parte de la bicapa debido a que la incorporación de concentraciones de aceites esenciales la película tiende a presentar una rotura.

Realizar estudios de posibles usos de biopelículas ya sea como envoltura biodegradable o como película comestibles de materias primas biodegradables y reutilizar los desechos agroindustriales y evitar la contaminación ambiental

Valorar considerablemente los análisis fisicoquímicos y mecánicas ya que influyen considerablemente a las características de la biopelícula para ser considerada una envoltura degradable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alata, E., Cuadros, Y., Miranda, L., & Medina, E. (2019). BIOPELÍCULAS PRODUCIDAS CON CÁSCARA DE NARANJA Y PECTINA. *scielo*, 11.
- Arancibia, M. (2014). Recubrimientos activos procedentes de recursos. Madrid, España.
- Argote, F., Suárez, Z., Tobar, M., Perez, J., Hurtado, A., & Delgado, J. (2017). Evaluación de la capacidad inhibitoria de aceites esenciales en *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*. *Biotecnología en el sector Agropecuario y Agroindustrial* , 1-9.
- Blanco, P., Gómez, M., & Montero, M. (2014). Las películas se fijaron en la abertura de las celdas calibradas (área. *Food Hydrocolloids*, 3-6.
- Bourtoom, T. (2009). Edible protein films: properties enhancement . *International Food Research Journal*, 1.9.
- Bourtoom, T. (2009). Edible protein films: properties enhancement . *International Food Research Journal*, 1-9.
- Castañeda, D., Rivera, A., Choy, E., Munguía, R., Portillo, R., & Muñoz, J. (2018). Actividad antimicrobiana del aceite de naranja residual. Mexico : Facultad de Ciencias Químicas. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Castells, P. (Septiembre de 2009). Recuperado el 18 de Julio de 2019, de <https://www.investigacionyciencia.es/revistas/investigacion-y-ciencia/biocarburantes-489/el-almidn-1136>
- Chamba, L. (2019). *Aplicacion de un recubrimiento a base de cascara de piña*. Recuperado el 30 de 08 de 2019
- Chulde, M. (2020). Elaboración de una película plástica biodegradable a partir de almidón extraído de residuos de dos diferentes variedades de papas industrializadas .
- Corrales, M., Fernández, A., & Han, J. H. (2014). Sistema de envasado antimicrobiano. . *Innovacion en el envasado de alimentos*, 133-170.
- De la Torre, R., Rivera, S., Ruíz, J., & Veloz, J. (2005). Proyecto para reciclar el almidon de la yuca para la fabricacion de fundas plásticas orgánicas. Guayaquil , Ecuador : ESPOL.
- Díaz, S., & Hurtatiz, A. (2012). Pan de negocios, diseño, fabricación y comercialización de bolsas biodegradables . Bogotá, Colombia .
- Exterior, M. d. (Junio de 2017). <http://panama.embajada.gob.ec>. Recuperado el 06 de Junio de 2019, de <http://panama.embajada.gob.ec/wp->

- content/uploads/2017/06/informe_sobre_el_sector_bananero_ecuatoriano_29.05.2017_def..pdf
- Farmaeucalipto. (2010). Recuperado el 19 de Julio de 2019, de <http://farmaeucalipto.blogspot.com/2010/08/eucaliptus-globulus-labill.html>
- Garciglia, R. S. (2017). *www.sabermas.umich.mx*. Recuperado el 11 de Junio de 2019, de <https://www.sabermas.umich.mx/archivo/articulos/47-numero-6/93-ibiopelículas-comestibles.html>
- Geyer, R., Jambeck, J., & Kara, L. (2017). Producción, uso y destino de todos los plásticos jamás fabricados. *Science Advances*, 1-6.
- González, R., Altamar, Y., & Castro, I. (2016). Obtención de Biopelículas conteniendo Extracto Acuoso de. *scielo*, 6-10.
- Guerrero, A. B. (18 de 05 de 2016). *Retema*. Recuperado el 09 de Junio de 2019, de <https://www.retema.es/noticia/los-residuos-del-cultivo-de-platano-en-ecuador-podrian-cubrir-el-10-de-su-demanda-de--qAduw>
- Gutiérrez, M. (2015). Propiedades de barrera a la humedad y al crecimiento microbiano de recubrimientos de quitosano-cera de carnauba-aceite esencial de orégano en frutos de pepino. Hemosillo , Sonora: Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.
- Gutiérrez, T., Morales, N. J., Tapia, M. S., Pérez, E., & Fam, L. (2015). Corn Starch 80:20 “Waxy”:Regular, “Native” and Phosphated, as Bio-Matrixes for Edible Films . *Technology of Metallurgy and Materials*, 3-7.
- Hevea, L. (23 de Julio de 2015). Recuperado el 19 de Julio de 2019, de http://es.labohevea.com/downloads/HE_es.pdf
- Hueso, J. C. (2013). *ECOagricultor*. Recuperado el 25 de 07 de 2019, de <https://www.ecoagricultor.com/las-propiedades-terapeuticas-del-aceite-esencial-de-naranja-y-como-hacerlo-en-casa/>
- INEC. (2010). estadística de información ambiental: Cada ecuatoriano produce 0,58 kilogramos de residuos sólidos al día. Quito, Ecuador .
- Ledesma, E. (02 de 01 de 2019). *Freshplaza*. Recuperado el 09 de 06 de 2019, de <https://www.freshplaza.es/article/9057177/ecuador-los-desafios-del-sector-bananero-para-2019/>
- López. (14 de enero de 2020). *Fitoterapia los aceites esenciales aplicaciones farmacológicas, cosméticas y alimentarias*. Obtenido de

<https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-los-aceites-esenciales-13064296>

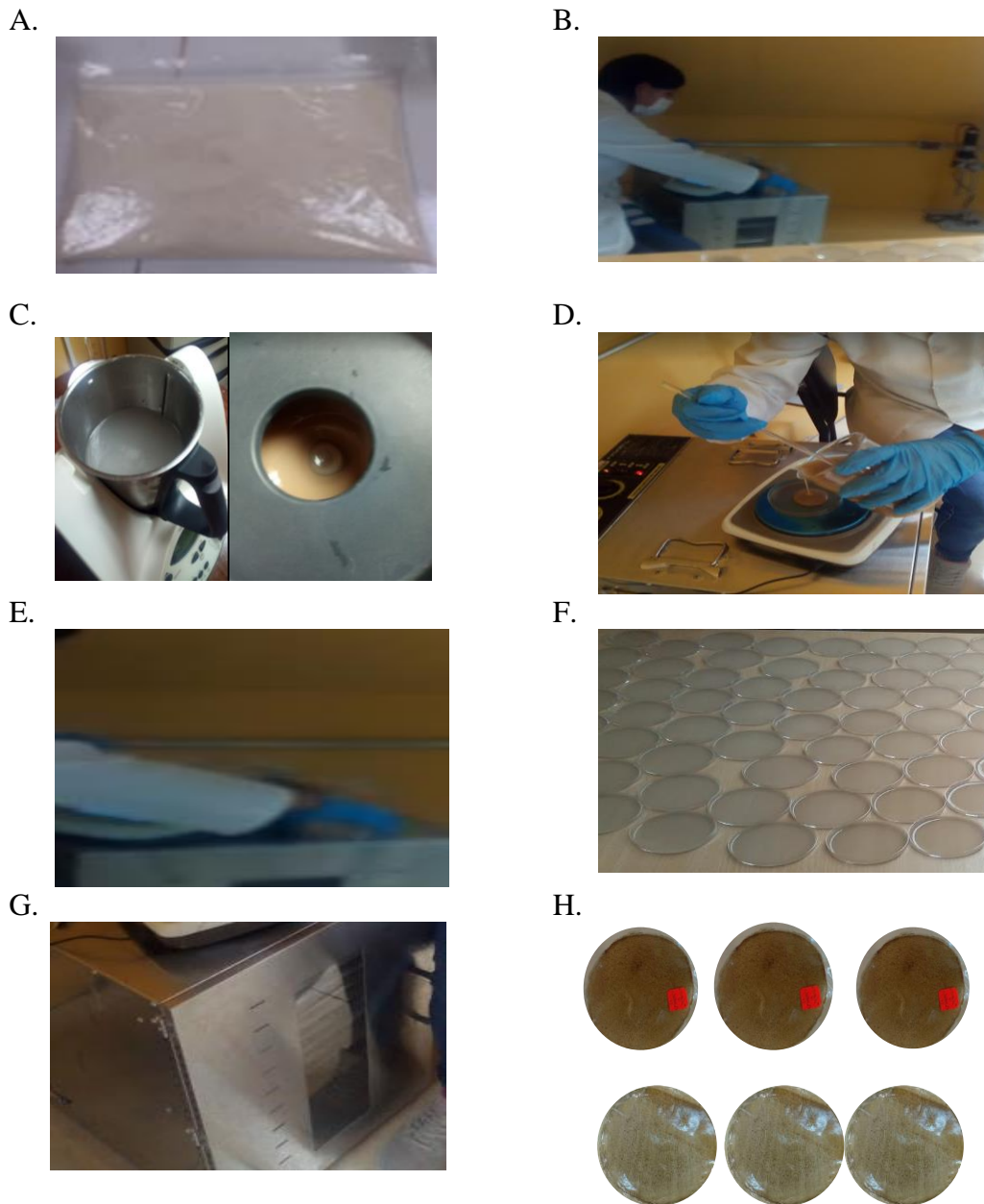
- López, O. (2011). *Desarrollo, caracterización y aplicación de envases biodegradables a partir de almidón*. La Plata, Argentina.
- Márquez, C., & Castro, J. (2015). Use of Net Present Value, Internal Rate of Return, and Benefit-Cost Ratio. *Revista de la facultad de ciencias Veterinarias UCV*, 4-5.
- Martínez, L., & Ponce, M. (2012). Evaluación y uso de dos aceites esenciales (Canela y clavo de olor) para el control de las producciones fungosas y determinación de la vida útil mediante películas protectoras comestibles en papaya (Carica Papaya Cv. Hawaiana). Guayaquil, Ecuador: ESPOL.
- Méndez, G. L. (2015). Comparación de dos métodos de extracción del aceite esencial de Citrus sinensis L. *Revista Cubana de Farmaci*, 5-6. doi:<http://scielo.sld.cu/pdf/far/v49n4/far14415.pdf>
- Meneses, J., Corrales, C., & Valencia, M. (2007). SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE UN POLÍMERO BIODEGRADABLE A PARTIR DEL ALMIDÓN DE YUCA. *Revista de Ingeniería de Antioquia*, 1-4.
- Mercola, J. (2016). Aceite de Eucalipto: Extraordinario Aceite Esencial. *Mercola tome control en su salud*. Recuperado el 19 de Julio de 2019, de <https://articulos.mercola.com/aceites-herbales/aceite-de-eucalipto.aspx>
- Molina, A. (24 de Enero de 2017). Beneficio Costo. *El índice beneficio/costo en las finanzas corporativas*, págs. 3 - 4.
- Moreno, G. (2015). "UTILIZACIÓN DE HARINA DE PLÁTANO (*Musa balbisiana*), EN EL DESARROLLO DE PELÍCULAS BIODEGRADABLES. Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- NTE INEN 526, 2. (2013). Harinas de origen vegetal. Determinación de la concentración del ión hidrógeno o pH. Quito, Ecuador.
- NTE INEN-ISO 4593, 2. (2014). Plásticos, películas hojas de plástico. Determinación del espesor por medición directa con micrómetro. Quito, Ecuador.
- NTE INEN-ISO 712, 2. (2013). Cereales y productos de cereales. Determinación del contenido de humedad. Método de referencia (IDT). Quito, Ecuador.
- Ortega, J. (2016). Estudio de las propiedades fisicoquímicas y funcionales de la harina de banano (*Musa acuminata* AAA) de rechazo en el desarrollo de películas biodegradables. Ambato, Tungurahua, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.

- Osorio, A., & Rubiano, K. (2019). *DESARROLLO DE UNA BIOPELICULA PARTIENDO DE CASCARA DE BANANO Y*. Bogota.
- Osorio, F., Molina, P., Matiacevich, S., Enrione, J., & Skurtys, O. (2011). Characteristics of hydroxy propyl methyl cellulose (HPMC) based edible film developed for blueberry coatings . *Food Science* , 1-7.
- Pérez, M., Montero, P., & Gómez, M. (2009). Formulation and stability of biodegradable films made from cod gelatin. *Food Hydrocolloids*, 3-7.
- Ponce, A., Roura, S., Del Valle, C., & Moreira, M. (2008). Antimicrobial and antioxidant activities of edible coatings enriched with natural plant extracts: In vitro and in vivo studies. *Biology and technology*, 294-300.
- Ramírez, C., & Solórzano, S. (2012). Banano rechazado para exportación en Ecuador. propuesta de creación de valor para lograr su introducción al mercado internacional. Guayaquil , Ecuador .
- Rebiero, R., Andrade, M., & Ramos, N. (2017). Use of essential oils in active food packaging: Recent advances and future trends. *Trends Food Science & Technology*, 1-9.
- Reyes, F., Erica, P., & Alejandro, L. (2014). Metodos de evaluacion de la actividad antimicrobiana y determinacion de los componetes quimicos de los aceites esenciales. *Universidad de las Americas Puebla*, 70. Obtenido de <http://web.udlap.mx/tsia/files/2015/05/TSIA-81-Reyes-Jurado-et-al-2014.pdf>
- Ronquillo, E. (2007). *Evaluación del potencial antimicrobiano de películas comestibles con aceites esenciales in vitro e in situ*. Iztapalapa, Mexico.
- Rubio, M. J., & Berlanga, V. (2011). Cómo aplicar las pruebas paramétricas bivariadas t de. *Revista d' invacion*, 1-18.
- Suarez, G. (13 de Enero de 2016). *Redacción Énfasis Alimentación*. Recuperado el 18 de 07 de 2019, de <http://www.alimentacion.enfasis.com/notas/74027-desarrollan-biopeliculas-alimentos-frescos->
- Trejo, A. (Agosto de 2010). *Recubrimientos comestibles*. Recuperado el 18 de 07 de 2019, de <https://es.slideshare.net/postcosecha/recubrimientos-comestibles>
- Xiomara, Y. R. (2012). Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial de las especies *Eucalyptus globulus* y *E. camaldulensis* de tres zonas de Pamplona (Colombia). *Revista de la Facultad de Ciencias Básicas.*, 6-11. Recuperado el 19 de Julio de 2019

Zhang, Y., & Han, J. (2006). Características mecánicas y térmicas de las películas de almidón de guisante plastificadas con monosacáridos y polioles. *Journal of Food Science*, 109-118.

ANEXOS

Anexo 1. Elaboración de las biopelículas incorporadas con aceites esenciales de orégano y naranja



Interpretación: A: recepción de la materia prima; B: pesado de todos los insumos C: dilución del CMC y harina de banana; D: pesado de la solución homogénea en las cajas Petri; E: moldeo; F: gelificación; G: secado de las biopelículas; H: biopelículas de aceite esencial de orégano y naranja a concentraciones de 0,3; 0,6 y 0,9%

Anexo 2. Análisis físicos mecánicos de las biopelículas de harina de banano por tipo de aceite esencial

A.



B.



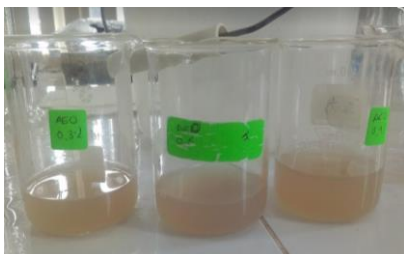
C.



D.



E.

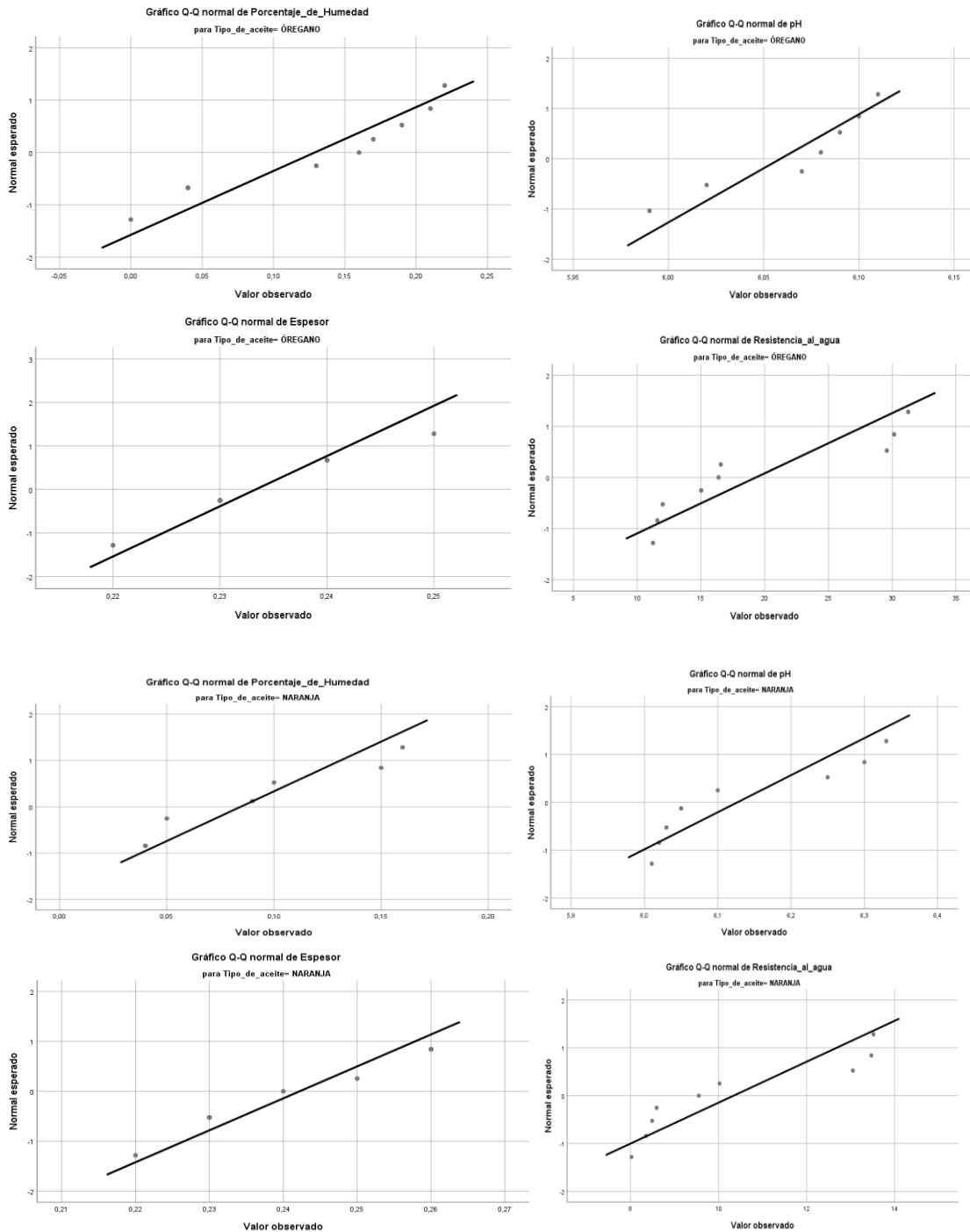


F.



Interpretación: A: análisis de humedad; B: análisis de resistencia al agua de biopelículas con AEO; C: análisis de resistencia al agua de bioepelículas con AEN; D: análisis de espesor; E: pH de las biopelículas con AEO; F: pH de biopelículas con AEN.

Anexo 3. Probabilidad de las biopelículas de harina de banano por tipo de aceite esencial



Interpretación; Las gráficas confirman que de las 8 variables todas cumplen una ley normal comprobado por Shapiro Wilk y en el caso de variable espesor por Kolmogorov Simirnov

Anexo 4. Encuesta

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL
ENCUESTA



La encuesta busca conocer la opinión de los consumidores de harina, avena y pan molde; si estarían dispuestos a demandar dichos productos con un empaque biodegradable a base de harina de banano de rechazo

- Marque con una X según corresponda

1. ¿Consumen usted los siguientes productos?

Salchicha SI () NO ()
Mortadela SI () NO ()
Chorizo SI () NO ()

2. ¿Con qué frecuencia usted consume los siguientes productos?

Salchicha		Mortadela		Chorizo	
1 vez a la semana		1 vez a la semana		1 vez a la semana	
3 veces a la semana		3 veces a la semana		3 veces a la semana	
5 veces a la semana		5 veces a la semana		5 veces a la semana	

3. ¿Estaría dispuesto en adquirir mortadela empacada con material biodegradable a base de harina de banano de rechazo?

SI () NO ()

4. ¿En qué presentación le gustaría adquirir los siguientes productos empacados con material biodegradable?

PRESENTACIÓN	Salchicha	Mortadela	Chorizo
250 g.			
500 g			
1000 g.			

5. ¿Cuánto estaría dispuesto pagar adicional en la harina, avena y pan en molde si el material del empaque es biodegradable a base de harina de maíz negro?

PRESENTACIÓN	\$ 1,00	\$ 1,15
Salchicha 500 g.		
Mortadela 500 g		
Chorizo 500 g		

6. ¿En qué lugar le gustaría adquirir mortadela empacada con material biodegradable?

Tiendas de barrio () Ferias de emprendimiento () Supermercados ()

7. ¿Por qué razón consumiría mortadela empacada con material biodegradable?

Cuidado del medio ambiente () Material innovador () Otro ()

8. ¿Ha encontrado usted un producto similar?

SI () NO ()

¡GRACIAS!

Anexo 5. Segmentación del mercado

Parroquias Urbanas de Quito	N° de Habitantes	Porcentaje (%)
Jipijapa	39337	32%
Carcelen	55301	44%
Cumbaya	30000	24%
TOTAL	124638	100%

Tasa de crecimiento poblacional	Miembros de familia	N° de Familias 2021
1,56%	5	27354

Censo2001

PROYECCION DE LA POBLACIÓN DEL CANTÓN QUITO		
N	AÑO	POBLACION
1	2015	124638,00
2	2016	126582,35
3	2017	128557,04
4	2018	130562,53
5	2019	132599,30
6	2020	134667,85
7	2021	136768,67
8	2022	138902,26
9	2023	141069,14
10	2024	143269,82
11	2025	145504,82

Anexo 6. Inversión de biopelículas

Expresado en Dólares				
Rubros	Cantidad	Unidad	VALOR	
			Unitario	Total
Inversión Fija				\$ 5.670,00
OBRAS CIVILES (ADECUACION)				\$ 1.200,00
Planta de Producción y bodega	20	m2	60	\$ 1.200,00
MAQUINARIA				\$ 3.120,00
Termomix	1	unidad		\$ 2.175,00
Horno deshidratador	1	unidad	750	\$ 750,00
balanza	1	unidad	120	\$ 120,00
Molino	1	unidad	75	\$ 75,00
MUEBLES DE OFICINA.				\$ 350,00
Muebles de Oficina				\$ 350,00
EQUIPO DE COMPUTO				\$ 1.000,00
Equipo de Computo				\$ 1.000,00
Vehículos				\$ 0,00
Vehículo				\$ 0,00
Activos Intangibles				\$ 1.900,00
Estudios				\$ 400,00
Gastos de organización				\$ 350,00
Gastos de Instalación				\$ 450,00
Patentes, marcas				\$ 200,00
Permisos (municipal, bomberos, sanitario)				\$ 300,00
Imprevistos				\$ 200,00
Subtotal				\$ 7.570,00
Capital de Trabajo (3 Meses)				\$ 41.410,22
Materia Prima				\$ 155.795,41
Banano de rechazo	533	Kilogramos	0,1494	955,81
Glicerina	118	Litros	10,197	14439,60
CMC	37	Kilogramos	3,00	1332,00
Aceite esencial de Orégano	15	Litros	780,00	140400,00
Materiales Directos				\$ 193,44
Cartones	643	unidades	0,02	\$ 154,27
Etiquetas	653	unidades	0,005	\$ 39,17
CIF				\$ 5.120,00
Arriendo				\$ 3.600,00
Mantenimiento				\$ 320,00
Energía eléctrica				\$ 1.200,00
Mano de Obra				\$ 1.030,53
Gastos Administración				\$ 1.671,50
Gastos de venta				\$ 1.800,00
Gastos Financieros				\$ 30,00
Capital Neto de trabajo Subtotal (Anual)				\$ 165.640,89
Inversión Total				\$ 48.980,22

NOTA: la materia prima está considerada mensualmente. El valor unitario de la materia prima se obtiene dividiendo el precio total / peso.

Interpretación: la estimación de la inversión está basada a la biopelícula con una concentración de 0.3% de aceite esencial de orégano ya que cuenta con las características adecuadas para un empaque según los análisis obtenidos, la inversión total para esta prueba piloto es de \$48,980.22 dólares que representa los gastos iniciales de manera anual

Anexo 7. Estructura de costos de biopelículas de orégano al 0.3%

ANUAL			
Costo Total			
Expresado en dólares			
Concepto	Fijo	Variable	Total
1. Costos de Producción			\$ 174.554,25
Costos Directos			\$ 157.320,85
<i>Materia Prima y M. directos</i>			
Banano de rechazo		\$ 955,81	
Glicerina		\$ 14.439,60	
CMC		\$ 1.332,00	
aceite esencial de Orégano		\$ 140.400,00	
Cartones		\$ 154,27	
Etiquetas		\$ 39,17	
<i>Mano de Obra</i>	\$ 12.366,40		\$ 12.366,40
<i>Costos Indirectos de Fabricación</i>			\$ 4.867,00
Arriendo de la planta	\$ 3.600,00		
Depreciación	\$ 547,00		
Amortización	\$ 380,00		
Mantenimiento	\$ 340,00		
2. Costos de Administración			\$ 20.058,00
Gastos de Administración			
Sueldos y Salarios	\$ 15.258,00		
Arriendo	\$ 3.600,00		
Energía	\$ 1.200,00		
3. Costos de Venta			\$ 1.800,00
Gastos de venta			
Publicidad	\$ 1.800,00		
4, Gastos Financieros	\$ 360,00		\$ 360,00
Costo Total	\$ 39.451,40	\$ 157.320,85	\$ 196.772,25

Interpretación: la estructura de costos está tomada de manera anual, los costos de producción total son de \$ 196,772.25 dólares su valor tan alto se debe a que el valor del aceite esencial por litro es de \$780.00 dólares.

Anexo 8. Flujo de caja

Rubro \ año	0	1	2	3	4	5
Ventas Netas		\$ 216.449,48	\$ 229.696,19	\$ 243.753,59	\$ 258.671,31	\$ 274.502,00
(+) Valor de Salvamento						\$ 2.635,00
(-) Costo de Producción		\$ 174.554,25	\$ 185.180,24	\$ 196.456,54	\$ 208.422,95	\$ 221.121,70
(=) Utilidad Bruta		\$ 41.895,23	\$ 44.515,95	\$ 47.297,05	\$ 50.248,37	\$ 56.015,30
(-) Gasto de Administración		\$ 15.258,00	\$ 15.737,76	\$ 16.485,84	\$ 17.538,88	\$ 18.950,27
(-) Gasto de Venta		\$ 1.800,00	\$ 1.200,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00
(-) Gastos Financieros		\$ 360,00	\$ 240,42	\$ 139,65	\$ 62,83	\$ 14,85
(=) Utilidad antes de Impuestos		\$ 24.477,23	\$ 27.337,76	\$ 29.671,57	\$ 31.646,66	\$ 36.050,19
(-) 15 % Trabajadores		\$ 3.671,58	\$ 4.100,66	\$ 4.450,74	\$ 4.747,00	\$ 5.407,53
Utilidad antes de IR		\$ 20.805,64	\$ 23.237,10	\$ 25.220,83	\$ 26.899,66	\$ 30.642,66
Impuesto a la renta		\$ 4.577,24	\$ 5.112,16	\$ 5.548,58	\$ 5.917,92	\$ 6.741,38
Utilidad del ejercicio		\$ 16.228,40	\$ 18.124,94	\$ 19.672,25	\$ 20.981,73	\$ 23.901,27
(+) Depreciaciones		\$ 607,00	\$ 607,00	\$ 607,00	\$ 607,00	\$ 607,00
(+) Amortizaciones Intangibles		\$ 380,00	\$ 380,00	\$ 380,00	\$ 380,00	\$ 380,00
(-) Amortización Bancaria		\$ 1.462,33	\$ 1.581,91	\$ 1.682,69	\$ 1.759,50	\$ 1.807,49
Inversiones						
Fija	-\$ 5.670,00					
Intangible	-\$ 1.900,00					
Capital de Trabajo	-\$ 41.410,22					
(+) Recu. Capital de trabajo						\$ 41.410,22
Flujo neto de Efectivo	-\$ 48.980,22	\$ 15.753,07	\$ 17.530,02	\$ 18.976,56	\$ 20.209,23	\$ 23.080,79