



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial.

TRABAJO DE TITULACIÓN

ELABORACIÓN DE BIOPELÍCULAS DE HARINA DE *Musa Acuminata* ACTIVADAS CON
ACEITES ESENCIALES *Rosmarinus Officinalis* Y *Eucalyptus Globulus* MEDIANTE
TÉCNICA CASTING.

AUTORA:

Evelyn Jeaneth Bonifaz Ramos

TUTORA:

Ing. Sonia Lourdes Rodas Espinoza PhD.

Riobamba - Ecuador

AÑO 2020

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad del contenido de este proyecto de graduación corresponde exclusivamente a Evelyn Jeaneth Bonifaz Ramos como autora y a la Ing. Sonia Rodas Espinoza PhD. como Directora del Proyecto de Investigación; incluyendo tablas y graficas 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.



.....
Ing. Sonia Lourdes Rodas Espinoza PhD

C.I 060186412-7

Directora del proyecto de investigación



.....
Evelyn Jeaneth Bonifaz Ramos

C.I 060483916-7

Autora del proyecto de investigación

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. Sonia Lourdes Rodas Espinoza PHD, en calidad de tutor de tesis, cuyo tema es: “ELABORACIÓN DE BIOPELÍCULAS DE HARINA DE *Musa Acuminata* ACTIVADAS CON ACEITES ESENCIALES *Rosmarinus Officinalis* y *Eucalyptus Globulus* MEDIANTE TÉCNICA CASTING” , CERTIFICO; que el informe final del trabajo investigativo, ha sido revisado y corregido, razón por la cual autorizo al estudiante Evelyn Jeaneth Bonifaz Ramos, para que se presente ante el tribunal de defensa respectivo para que se lleve a cabo la sustentación de su Tesis.

Atentamente,



.....
Ing. Sonia Rodas Espinoza PHD

C.I 060186412-7

Tutora del proyecto de investigación



CALIFICACIONES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN – ESCRITO

Facultad: Ingeniería

Carrera: Ingeniería Agroindustrial

1. DATOS INFORMATIVOS DOCENTE TUTOR/MIEMBRO

Apellidos: Rodas Espinoza

Nombres: Sonia Lourdes

Cedula/Pasaporte: 060186412-7

Tutor/Miembro: Tutor

2. DATOS INFORMATIVOS DEL ESTUDIANTE

Apellidos: Bonifaz Ramos

Nombres: Evelyn Jeaneth

C.I / Pasaporte: 060483916-7

Título del Proyecto de Investigación: ELABORACIÓN DE BIOPELÍCULAS DE HARINA DE *Musa Acuminata* ACTIVADAS CON ACEITES ESENCIALES *Rosmarinus Officinalis* Y *Eucalyptus Globulus* MEDIANTE TÉCNICA CASTING

Dominio Científico: Desarrollo territorial, productivo y hábitat sustentable para mejorar la calidad de vida.

Línea de Investigación: Seguridad de los alimentos y otros productos obtenidos a través de procesos agroindustriales.

3. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO ESCRITO DE INVESTIGACIÓN

Aspectos	Puntajes	Calificación
1. TÍTULO		
a) Contiene las variables del problema de investigación. Claro y conciso (aproximadamente entre 15 y 20 palabras) y refleja la integridad del tema.	0.5/0.5	0,5
b) El título refiere de manera general las variables del problema. Claro y extenso (>20 palabras).	0.3/0.5	
2. RESUMEN		
c) Tiene no más de 250 palabras y palabras clave.	1.0/1.0	1,0
d) Tiene más de 250 palabras y palabras clave.	0.5/1.0	
3. INTRODUCCIÓN		
e) Se basa en antecedentes de conocimientos previos, presenta el problema con sustento, la hipótesis es coherente con el problema y objetivos.	0.5/0.5	0,5
f) Se basa en antecedentes de conocimientos previos, el problema no está bien sustentado o la hipótesis no es coherente con el problema y/o objetivos.	0.3/0.5	
4. OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFOS		
g) a) Tienen relación con el tema de investigación, para alcanzar los resultados deseados.	0.5/0.5	0,5
h) b) No tienen relación con el tema de investigación, para alcanzar los resultados deseados.	0.3/0.5	



5. MARCO TEORICO RELACIONADO A LA TEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN:		
i) La bibliografía consultada es actualizada y no mayor a 10 años, se relaciona a la temática investigada.	1.5/1.5	1,5
j) La bibliografía consultada no es actualizada y no tiene mucha relación a la temática investigada	1.0/1.5	
6. METODOLOGÍA		
k) Es adecuada y plantea un diseño apropiado a la solución del problema.	1.0/1.0	1,0
l) No es adecuada y no plantea un diseño apropiado a la solución del problema.	0.5/1.0	
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		
m) Presenta los resultados en forma sistemática en función de las variables del problema e incluye pruebas estadísticas, figuras y tablas de acuerdo a las normas internacionales y discute cada uno de los resultados para probar su validez y contrasta con las pruebas estadísticas mencionadas en los resultados. Busca generalizaciones y establecer las posibles implicancias de los nuevos conocimientos.	3.0/3.0	3,0
n) Presenta los resultados en forma sistemática en función de las variables del problema. No incluye pruebas estadísticas, figuras y tablas de acuerdo a las normas internacionales. Discute algunos resultados para probar su validez y no contrasta con las pruebas estadísticas mencionadas en los resultados. No busca generalizaciones.	1.5/3.0	
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		
o) Formula conclusiones lógicas y emite recomendaciones viables.	1.0/1.0	1,0
p) No formula conclusiones lógicas o no emite recomendaciones viables.	0.5/1.0	
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		
q) Presentan citas justificables y asentadas de acuerdo a un solo sistema de referencia bibliográfica reconocido internacionalmente y actualizado.	0.5/0.5	0,5
r) No presenta citas justificables que están asentadas de acuerdo a un solo sistema de referencia bibliográfica reconocido internacionalmente	0.3/0.5	
10. APÉNDICE Y ANEXOS		
s) Presentar valores ordenados sistemáticamente de acuerdo a las normas internacionales.	0.5/0.5	0,5
t) Presentar valores desordenados, pero de acuerdo a las normas internacionales.	0.3/0.5	
CALIFICACIÓN DEL INFORME FINAL		10,0

Riobamba, 12 de enero del 2021

Ing. Sonia Rodas PHD
DOCENTE TUTOR



CALIFICACIONES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN - ESCRITO

Facultad: Ingeniería

Carrera: Ingeniería Agroindustrial

1. DATOS INFORMATIVOS DOCENTE TUTOR/MIEMBRO

Apellidos: Mejía López

Nombres: Ana Hortencia

Cedula/Pasaporte: 0601948813

Tutor/Miembro: Miembro

2. DATOS INFORMATIVOS DEL ESTUDIANTE

Apellidos: Bonifaz Ramos

Nombres: Evelyn Jeaneth

C.I / Pasaporte: 060483916-7

Título del Proyecto de Investigación: ELABORACIÓN DE BIOPELÍCULAS DE HARINA DE *Musa Acuminata* ACTIVADAS CON ACEITES ESENCIALES *Rosmarinus Officinalis* Y *Eucalyptus Globulus* MEDIANTE TÉCNICA CASTING

Dominio Científico: Desarrollo territorial, productivo y hábitat sustentable para mejorar la calidad de vida.

Línea de Investigación: Seguridad de los alimentos y otros productos obtenidos a través de procesos agroindustriales.

3. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO ESCRITO DE INVESTIGACIÓN

Aspectos	Puntajes	Calificación
1. TITULO		
a) Contiene las variables del problema de investigación. Claro y conciso (aproximadamente entre 15 y 20 palabras) y refleja la integridad del tema.	0.5/0.5	0,5
b) El título refiere de manera general las variables del problema. Claro y extenso (>20 palabras).	0.3/0.5	
2. RESUMEN		
c) Tiene no más de 250 palabras y palabras clave.	1.0/1.0	1,0
d) Tiene más de 250 palabras y palabras clave.	0.5/1.0	
3. INTRODUCCIÓN		
e) Se basa en antecedentes de conocimientos previos, presenta el problema con sustento, la hipótesis es coherente con el problema y objetivos.	0.5/0.5	0,5
f) Se basa en antecedentes de conocimientos previos, el problema no está bien sustentado o la hipótesis no es coherente con el problema y/o objetivos.	0.3/0.5	
4. OBJETIVOS GENERAL Y ESPECIFICOS		
g) a) Tienen relación con el tema de investigación, para alcanzar los resultados deseados.	0.5/0.5	0,5
h) b) No tienen relación con el tema de investigación, para alcanzar los resultados deseados.	0.3/0.5	



5. MARCO TEORICO RELACIONADO A LA TEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN:		
i) La bibliografía consultada es actualizada y no mayor a 10 años, se relaciona a la temática investigada.	1.5/1.5	1,5
j) La bibliografía consultada no es actualizada y no tiene mucha relación a la temática investigada	1.0/1.5	
6. METODOLOGÍA		
k) Es adecuada y plantea un diseño apropiado a la solución del problema.	1.0/1.0	1,0
l) No es adecuada y no plantea un diseño apropiado a la solución del problema.	0.5/1.0	
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		
m) Presenta los resultados en forma sistemática en función de las variables del problema e incluye pruebas estadísticas, figuras y tablas de acuerdo a las normas internacionales y discute cada uno de los resultados para probar su validez y contrasta con las pruebas estadísticas mencionadas en los resultados. Busca generalizaciones y establecer las posibles implicancias de los nuevos conocimientos.	3.0/3.0	3,0
n) Presenta los resultados en forma sistemática en función de las variables del problema. No incluye pruebas estadísticas, figuras y tablas de acuerdo a las normas internacionales. Discute algunos resultados para probar su validez y no contrasta con las pruebas estadísticas mencionadas en los resultados. No busca generalizaciones.	1.5/3.0	
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		
o) Formula conclusiones lógicas y emite recomendaciones viables.	1.0/1.0	1,0
p) No formula conclusiones lógicas o no emite recomendaciones viables.	0.5/1.0	
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		
q) Presentan citas justificables y asentadas de acuerdo a un solo sistema de referencia bibliográfica reconocido internacionalmente y actualizado.	0.5/0.5	0,5
r) No presenta citas justificables que están asentadas de acuerdo a un solo sistema de referencia bibliográfica reconocido internacionalmente	0.3/0.5	
10. APÉNDICE Y ANEXOS		
s) Presentar valores ordenados sistemáticamente de acuerdo a las normas internacionales.	0.5/0.5	0,5
t) Presentar valores desordenados, pero de acuerdo a las normas internacionales.	0.3/0.5	
CALIFICACIÓN DEL INFORME FINAL		10,0

Riobamba, 22 de noviembre del 2020

Mgs. Ana Mejía López
DOCENTE MIEMBRO



CALIFICACIONES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN – ESCRITO

Facultad: Ingeniería

Carrera: Ingeniería Agroindustrial

1. DATOS INFORMATIVOS DOCENTE TUTOR/MIEMBRO

Apellidos: Moposita Vásquez

Nombres: Diego David

Cedula/Pasaporte: 0201972593

Tutor/Miembro: Miembro

2. DATOS INFORMATIVOS DEL ESTUDIANTE

Apellidos: Bonifaz Ramos

Nombres: Evelyn Jeaneth

C.I / Pasaporte: 060483916-7

Título del Proyecto de Investigación: ELABORACIÓN DE BIOPELÍCULAS DE HARINA DE *Musa Acuminata* ACTIVADAS CON ACEITES ESENCIALES *Rosmarinus Officinalis* Y *Eucalyptus Globulus* MEDIANTE TÉCNICA CASTING

Dominio Científico: Desarrollo territorial, productivo y hábitat sustentable para mejorar la calidad de vida.

Línea de Investigación: Seguridad de los alimentos y otros productos obtenidos a través de procesos agroindustriales.

3. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO ESCRITO DE INVESTIGACIÓN

Aspectos	Puntajes	Calificación
1. TITULO		
a) Contiene las variables del problema de investigación. Claro y conciso (aproximadamente entre 15 y 20 palabras) y refleja la integridad del tema.	0.5/0.5	0,5
b) El título refiere de manera general las variables del problema. Claro y extenso (>20 palabras).	0.3/0.5	
2. RESUMEN		
c) Tiene no más de 250 palabras y palabras clave.	1.0/1.0	1,0
d) Tiene más de 250 palabras y palabras clave.	0.5/1.0	
3. INTRODUCCIÓN		
e) Se basa en antecedentes de conocimientos previos, presenta el problema con sustento, la hipótesis es coherente con el problema y objetivos.	0.5/0.5	0,5
f) Se basa en antecedentes de conocimientos previos, el problema no está bien sustentado o la hipótesis no es coherente con el problema y/o objetivos.	0.3/0.5	
4. OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFOS		
g) a) Tienen relación con el tema de investigación, para alcanzar los resultados deseados.	0.5/0.5	0,5
h) b) No tienen relación con el tema de investigación, para alcanzar los resultados deseados.	0.3/0.5	



5. MARCO TEORICO RELACIONADO A LA TEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN:		
i) La bibliografía consultada es actualizada y no mayor a 10 años, se relaciona a la temática investigada.	1.5/1.5	1,5
j) La bibliografía consultada no es actualizada y no tiene mucha relación a la temática investigada	1.0/1.5	
6. METODOLOGÍA		
k) Es adecuada y plantea un diseño apropiado a la solución del problema.	1.0/1.0	1,0
l) No es adecuada y no plantea un diseño apropiado a la solución del problema.	0.5/1.0	
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		
m) Presenta los resultados en forma sistemática en función de las variables del problema e incluye pruebas estadísticas, figuras y tablas de acuerdo a las normas internacionales y discute cada uno de los resultados para probar su validez y contrasta con las pruebas estadísticas mencionadas en los resultados. Busca generalizaciones y establecer las posibles implicancias de los nuevos conocimientos.	3.0/3.0	3,0
n) Presenta los resultados en forma sistemática en función de las variables del problema. No incluye pruebas estadísticas, figuras y tablas de acuerdo a las normas internacionales. Discute algunos resultados para probar su validez y no contrasta con las pruebas estadísticas mencionadas en los resultados. No busca generalizaciones.	1.5/3.0	
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		
o) Formula conclusiones lógicas y emite recomendaciones viables.	1.0/1.0	1,0
p) No formula conclusiones lógicas o no emite recomendaciones viables.	0.5/1.0	
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		
q) Presentan citas justificables y asentadas de acuerdo a un solo sistema de referencia bibliográfica reconocido internacionalmente y actualizado.	0.5/0.5	0,5
r) No presenta citas justificables que están asentadas de acuerdo a un solo sistema de referencia bibliográfica reconocido internacionalmente	0.3/0.5	
10. APÉNDICE Y ANEXOS		
s) Presentar valores ordenados sistemáticamente de acuerdo a las normas internacionales.	0.5/0.5	0,5
t) Presentar valores desordenados, pero de acuerdo a las normas internacionales.	0.3/0.5	
CALIFICACIÓN DEL INFORME FINAL		10,0

Riobamba, 05 de Enero del 2021.

Ing. Diego Moposita MgS
DOCENTE MIEMBRO



DICTAMEN FAVORABLE DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Facultad: Ingeniería
Carrera: Ingeniería Agroindustrial

1. DATOS INFORMATIVOS DOCENTE TUTOR/MIEMBRO

Apellidos: Rodas Espinoza
Nombres: Sonia Lourdes
Cedula/Pasaporte: 060186412-7
Tutor/Miembro: Tutor

2. DATOS INFORMATIVOS DEL ESTUDIANTE

Apellidos: Bonifaz Ramos **Nombres:** Evelyn Jeaneth
C.I / Pasaporte: 060483916-7
Título del Proyecto de Investigación: ELABORACIÓN DE BIOPELÍCULAS DE HARINA DE *Musa Acuminata* ACTIVADAS CON ACEITES ESENCIALES *Rosmarinus Officinalis* Y *Eucalyptus Globulus* MEDIANTE TÉCNICA CASTING
Dominio Científico: Desarrollo territorial, productivo y hábitat sustentable para mejorar la calidad de vida.
Línea de Investigación: Seguridad de los alimentos y otros productos obtenidos a través de procesos agroindustriales.

3. CONFORMIDAD PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Aspectos	Conformidad Si/No	Observaciones
1. Título	Si	
2. Introducción	Si	
3. Planteamiento del problema	Si	
4. Objetivos: General y Específicos	Si	
5. Estado del arte relacionado a la temática de investigación	Si	
6. Metodología	Si	
7. Resultados y discusión	Si	
8. Conclusiones y Recomendaciones	Si	
9. Bibliografía Con norma APA, VANCOUVER, IEEE, ISO o según determine la Facultad con resolución.	Si	
10. Anexos	Si	

Fundamentado en las observaciones realizadas y el contenido presentado, **SI** es favorable el dictamen Proyecto de Investigación Escrito, autorizando su empastado.

Riobamba, 12 de enero del 2021

Ing. Sonia Rodas PHD
DOCENTE TUTOR



Facultad: Ingeniería
Carrera: Ingeniería Agroindustrial

1. DATOS INFORMATIVOS DOCENTE TUTOR/MIEMBRO

Apellidos: Mejía López
Nombres: Ana Hortencia
Cedula/Pasaporte: 0601948813
Tutor/Miembro: Miembro

2. DATOS INFORMATIVOS DEL ESTUDIANTE

Apellidos: Bonifaz Ramos
Nombres: Evelyn Jeaneth
C.I / Pasaporte: 060483916-7
Título del Proyecto de Investigación: ELABORACIÓN DE BIOPELÍCULAS DE HARINA DE *Musa Acuminata* ACTIVADAS CON ACEITES ESENCIALES *Rosmarinus Officinalis* Y *Eucalyptus Globulus* MEDIANTE TÉCNICA CASTING
Dominio Científico: Desarrollo territorial, productivo y hábitat sustentable para mejorar la calidad de vida.
Línea de Investigación: Seguridad de los alimentos y otros productos obtenidos a través de procesos agroindustriales.

3. CONFORMIDAD PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Aspectos	Conformidad Si/No	Observaciones
1. Título	SI	
2. Introducción	SI	
3. Planteamiento del problema	SI	
4. Objetivos: General y Específicos	SI	
5. Estado del arte relacionado a la temática de investigación	SI	
6. Metodología	SI	
7. Resultados y discusión	SI	
8. Conclusiones y Recomendaciones	SI	
9. Bibliografía Con norma APA, VANCOUVER, IEEE, ISO o según determine la Facultad con resolución.	SI	
10. Anexos	SI	

Fundamentado en las observaciones realizadas y el contenido presentado, **SI** es favorable el dictamen Proyecto de Investigación Escrito, autorizando su empastado.

RIOBAMBA, 6 DE ENERO 2021:

Mgs. Ana Mejía López
DOCENTE MIEMBRO



DICTAMEN FAVORABLE DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Facultad: Ingeniería

Carrera: Ingeniería Agroindustrial

1. DATOS INFORMATIVOS DOCENTE TUTOR/MIEMBRO

Apellidos: Moposita Vásquez

Nombres: Diego David

Cedula/Pasaporte: 0201972593

Tutor/Miembro: Miembro

2. DATOS INFORMATIVOS DEL ESTUDIANTE

Apellidos: Bonifaz Ramos

Nombres: Evelyn Jeaneth

C.I / Pasaporte: 06048391 6-7

Título del Proyecto de Investigación: ELABORACIÓN DE BIOPELÍCULAS DE HARINA DE *Musa Acuminata* ACTIVADAS CON ACEITES ESENCIALES *Rosmarinus Officinalis* Y *Eucalyptus Globulus* MEDIANTE TÉCNICA CASTING

Dominio Científico: Desarrollo territorial, productivo y hábitat sustentable para mejorar la calidad de vida.

Línea de Investigación: Seguridad de los alimentos y otros productos obtenidos a través de procesos agroindustriales.

3. CONFORMIDAD PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Aspectos	Conformidad Si/No	Observaciones
1. Título	SI	
2. Introducción	SI	
3. Planteamiento del problema	SI	
4. Objetivos: General y Específicos	SI	
5. Estado del arte relacionado a la temática de investigación	SI	
6. Metodología	SI	
7. Resultados y discusión	SI	
8. Conclusiones y Recomendaciones	SI	
9. Bibliografía Con norma APA, VANCOUVER, IEEE, ISO o según determine la Facultad con resolución.	SI	
10. Anexos	SI	

Fundamentado en las observaciones realizadas y el contenido presentado, **SI** es favorable el dictamen Proyecto de Investigación Escrito, autorizando su empastado.
Riobamba, 05 de Enero del 2021.

Ing. Diego Moposita MgS
DOCENTE MIEMBRO

DEDICATORIA

A mi madre Nancy por ser mi guía, haberme brindado su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida, por sus consejos, el gran esfuerzo que realizó hoy en día se ve reflejado en la persona que me convertí al seguir adelante y cumplir mis metas.

A mis abuelitos Ángel y Mariana por ser las personas más importantes en mi vida, por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo, valentía con sus consejos, valores, apoyo y motivación para luchar por mis sueños.

A mis tíos Mauro, Sonia, Orlando e Ilda por el apoyo que siempre me han brindado, por sus consejos, palabras necesarias para continuar y no rendirme a lo largo de este camino.

A Rafael por su apoyo y confianza que me brindo, por su ayuda en los momentos que más necesitaba para continuar y no rendirme.

A mi hermano Cesar, a mis primos que son una dicha de tenerlos, por su cariño y deseo que en mi tengan un ejemplo de superación y constancia.

Evelyn Jeaneth Bonifaz Ramos

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por permitirme culminar con éxito mi carrera universitaria, por bendecirme en cada momento hasta cumplir mis metas.

Gracias a la Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ingeniería y al grupo INVAGRO (Investigación vegetal Agroindustrial), por haberme brindado la oportunidad de formar parte de ellos y ha sido para fundamental en el desarrollo de esta investigación.

De igual manera a mi tutora de tesis Ing. Sonia Rodas PhD, al Ing. Diego Moposita Vásquez MgS, Dra. Ana Mejía López MsC. E Ing. Alexandra Marcatoma MsC, quienes con su experiencia y conocimientos me orientaron en la elaboración de este trabajo de titulación.

También agradezco a todos los docentes quienes impartieron sus conocimientos, sabiduría y motivación para poder desarrollarme como persona y profesional.

Evelyn Jeaneth Bonifaz Ramos

ÍNDICE

CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PROBLEMA	1
1.2. ANTECEDENTES.....	3
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	6
1.4. OBJETIVOS: GENERAL Y ESPECÍFICOS.....	7
1.4.1 Objetivo general.....	7
1.4.2 Objetivos específicos.....	7
CAPÍTULO II.....	8
2. ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO	8
2.1. ESTADO DEL ARTE	8
2.2. MARCO TEÓRICO.....	10
2.2.1. Banano (<i>Musa acuminata</i>).....	10
2.2.2. Harina de banano	10
2.3. Biopelículas degradables.....	11
2.3.1. Ventajas de los biopelículas	11
2.4 Componentes de las biopelículas	12
2.4.1 Gelificantes Carboximetilcelulosa (CMC).....	12
2.4.2 Polisacáridos.....	12
2.4.3 Plastificantes.....	12
2.4.4 Aceites esenciales	13
2.4.4.1 Aceite esencial de Eucalipto.....	13
2.4.4.2 Aceite esencial de Romero	14
2.5 Propiedades físicas de las biopelículas	14
2.5.1 Propiedades mecánicas de las biopelículas.....	15
2.6 Estudio de factibilidad.....	15
2.6.1 Indicadores Financiero.....	16
CAPÍTULO III	18
3. METODOLOGÍA.....	18
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	18
3.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	18
3.2.1. Unidad Estadística	18
3.2.2. Población y tamaño de la muestra	18
3.2.3. Materiales, equipos y reactivos.....	18

3.2.4. Formulación para la elaboración de biopelículas.....	20
3.2.5. Proceso de elaboración de biopelículas con harina de banano con aceites esenciales.....	20
3.2.5.1. Descripción del proceso elaboración de las biopelículas.....	21
3.3 Técnica de recolección de datos.....	22
3.4. Variables.....	22
3.5 Técnicas de análisis.....	23
3.5.1. Técnicas estadísticas	23
3.5.2. Técnicas de elaboración de biopelículas	24
3.5.3. Métodos de análisis	24
3.5.4. Software estadístico	25
CAPITULO IV.....	26
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
4.1 RESULTADOS	26
4.1.1. Características físico mecánicas	26
4.1.2. Estudio exploratorio	26
4.1.3. Contraste de Normalidad.....	28
4.1.4. Modelo estadístico.....	29
4.1.4.1. Comprobación de supuestos variable humedad	30
I. Normalidad	30
I. Homocedasticidad	31
II. Independencia	32
4.1.5. Selección del mejor tratamiento.....	32
4.1.6. Comparación de medias para muestras no paramétricas	34
4.2. Análisis de factibilidad en relación a beneficio costo.	35
4.2.1. Segmentación del mercado	35
4.2.2. Demanda.....	36
4.2.2.1. Demanda Objetiva.....	36
4.2.3 Indicadores de evaluación financiera	36
4.3. DISCUSIÓN	37
CAPÍTULO V	40
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
5.1 CONCLUSIONES	40
5.2 RECOMENDACIONES	40
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis proximal de la harina de banano.....	10
Tabla 2. Equipos	19
Tabla 3. Materiales	19
Tabla 4. Reactivos	19
Tabla 5. Formulación para la elaboración de las biopelículas (1500 ml de agua).....	20
Tabla 6. Variable en estudio	22
Tabla 7. Características físico mecánicas	26
Tabla 8. Resultado del análisis exploratorio de datos.....	26
Tabla 9. Normalidad de las biopelículas según los aceites esenciales	29
Tabla 10. Diseño completo al azar de las biopelículas según los aceites esenciales.....	30
Tabla 11: Supuesto de normalidad de los residuos	31
Tabla 12: Homogeneidad de las varianzas	31
Tabla 13: Independencia de los residuos.....	32
Tabla 14. Comparación de datos no paramétricos.....	34
Tabla 15. Segmentación del mercado.....	35
Tabla 16. Demanda Objetiva	36
Tabla 17. Indicadores financieros.....	36

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Elaboración de las biopelículas con aceites esenciales	46
Anexo 2: Análisis físico mecánicas de las biopelículas.....	47
Anexo 3: Gráficos de probabilidad de las biopelículas según los aceites esenciales.....	48
Anexo 4: Elaboración de biopelículas en bicapa	49
Anexo 5: Encuesta de aceptabilidad del producto	50
Anexo 6: Estructura de costos.....	51

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Diagrama de elaboración de las biopelículas (monocapa)	20
Gráfico 2. Análisis exploratorio de datos para cada variable analizada.	28
Gráfico 3. Medias para la elección del mejor tratamiento.....	33

RESUMEN

En el Ecuador existe gran cantidad de desechos plásticos que no son manejados adecuadamente para su degradación, por lo se realizó este estudio experimental para la elaboración de biopelículas a base de harina de banano activadas con aceite esencial de romero (*Rosmarinus officinalis*) y aceite esencial eucalipto (*Eucalyptus globulus*) mediante técnica Casting; como una alternativa para sustituir los polímeros sintéticos. Se elaboraron 6 tratamientos (AEE₁, AEE₂, AEE₃, AER₄, AER₅, AER₆) a diferentes concentraciones de aceites esenciales, se realizaron análisis físico mecánicos (pH, contenido de humedad, resistencia al agua, espesor) por triplicado, determinando estadísticamente la mejor formulación. Finalmente, se concluye que el tratamiento AEE₃, presentó mejores propiedades, un contenido de humedad de 0,12%, un pH de 7,12; en cuanto a los análisis mecánicos de resistencia al agua mostró un tiempo máximo de 17.33 min y un espesor de 0,31 mm. De acuerdo a la evaluación financiera, el proyecto es factible para su ejecución y elaboración de empaques biodegradables para frutos secos; sus indicadores financieros son favorables y su beneficio costo es de \$ 1.26, se gana \$0,26 ctvs. por cada dólar invertido en los empaques.

Palabras claves: Harina, aceite esencial, biopelículas, biodegradación.

ABSTRACT

In Ecuador there is a large amount of plastic waste that is not properly managed for its degradation, so this experimental study was carried out for the elaboration of biofilms based on banana flour activated with essential oil of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) and essential oil eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) using the Casting technique; as an alternative to replace synthetic polymers. Six treatments (AEE₁, AEE₂, AEE₃, AER₄, AER₅, AER₆) were elaborated at different concentrations of essential oils, mechanical physical analyzes (pH, moisture content, water resistance, thickness) were performed in triplicate, statistically determining the best formulation. Finally, it concluded that the AEE₃ treatment presented better properties, a moisture content of 0.12%, a pH of 7.12; regarding the mechanical analysis of resistance to water, it showed a maximum time of 17.33 min and a thickness of 0.31 mm. According to the financial evaluation, the project is feasible for its execution and elaboration of biodegradable packaging for nuts; its financial indicators are favorable and its cost benefit is \$ 1.26, it earns \$ 0.26 ctvs. for every dollar invested in packaging.

Keywords: Flour, essential oil, biofilm, biodegradation.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. PROBLEMA

En los últimos años los residuos constituyen uno de los grandes problemas ambientales por el uso excesivo de recipientes plásticos derivados del petróleo, con diferentes impactos a nivel global y local por la contaminación y por su difícil degradación. (Grupo de Investigación de Economía Ecológica, 2016). Los plásticos representan entre el 20 y 40 % en volumen de los desechos sólidos en los países industrializados, convirtiéndose de esta forma en uno de los principales generadores de desechos no orgánicos responsables de la contaminación del aire, suelos y océanos del mundo. (FAO, 2019). Según datos de la Organización de Naciones Unidas (2018), alrededor de 13 millones de toneladas de plásticos son vertidas en los océanos cada año, afectando la biodiversidad, la economía y potencialmente nuestra salud, pero si no se toman las medidas correspondientes para el año 2050 existirán cerca de 13.000 millones de toneladas de desechos plásticos repartidos en vertederos y en el océano. (ONU, 2018)

Generalmente las industrias al diversificar e innovar los envases de sus productos, debido a que el consumidor busca alimentos con alta calidad e inocuidad, generan mayor producción empaques, de esta forma contaminan aún más el medio ambiente por el desperdicio de estos plásticos. Actualmente el interés por materiales biodegradables y de fuentes naturales, se ha incrementado ya que en su mayoría son de origen natural lo cual facilita su degradación, reciclaje, por ejemplo se puede encontrar envases biodegradables, bolsas de compras, cubiertos desechables, materiales de embalaje entre otros, los cuales tienen un 60,3 % de la participación en el mercado. (Jovic, 2017)

Por otra parte, de la cadena bananera se obtiene el 25% de banano que es rechazado por no cumplir con los parámetros de calidad para ser exportado (Lalaleo, 2017), este banano rechazado es manipulado de manera incorrecta, exponiéndose en lugares abiertos o en botaderos. (Abarca-Guerrero, 2016), por lo que la descomposición del banano de forma natural ocasiona daños al medio ambiente por la emanación de gases perjudiciales y de efecto

invernadero (Afanador, 2005); por tal razón se busca obtener harina de banano y aprovechar el rechazo, lo que permite minimizar las pérdidas y generar nuevas plazas de trabajo.

El objetivo de esta investigación es reducir el exceso de producción de polímeros plásticos mediante la elaboración de biopelículas biodegradables con harina de banano, también es importante acotar que este trabajo beneficia a los productores de banano, al aprovechar el rechazo generado y a las grandes industrias al utilizar las fundas biodegradables.

La investigación está orientada a resolver la siguiente pregunta:

¿Será posible utilizar biopelículas de harina de *Musa acuminata* activadas con aceites esenciales *Rosmarinus Officinalis* y *Eucalyptus globulus* mediante Técnica Casting como alternativa al uso de los plásticos sintéticos?

1.2. ANTECEDENTES

En la década de los 50 apareció diversos materiales de plásticos, desde entonces su producción ha crecido inevitablemente, por sus características como la versatilidad y bajo costo ha aumentado de manera significativa, sin embargo, se ha convertido en un problema de contaminación ambiental. El 40% de los plásticos producidos anualmente son desechados principalmente en basureros y menos del 3% de estos plásticos son reciclados. (Malathi et al, 2014). Todos los plásticos que se desechan de una u otra manera afectan a los diversos ecosistemas por ser un producto que tarda entre 150 años en biodegradarse. (UNAM Global, 2020). En el año 2005, PNUMA (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente), ha asegurado que por cada kilómetro cuadrado se hallan unas trece mil partículas plásticas flotando o a su vez en el fondo del mar, conjuntamente con los PET, los cuales han aumentado en las últimas décadas unas 100 veces. (PNUMA, 2005). Además, estos tipos de plásticos contaminan el aire por medio de las toxinas que arrojan cuando son incinerados, esto se realiza en muchas partes del mundo supuestamente por querer reducir la cantidad de plásticos. (Gomez, 2016).

El uso de los plásticos se ha convertido en algo normal en nuestros días y se han expandido por todo el mundo (Coppini, 2018), de manera veloz y en grandes magnitudes sin embargo las consecuencias que generan al ambiente están a la vista y las autoridades en los últimos años comienzan a concientizar a la gente mediante campañas de reutilización para tratar de frenar el uso inadecuado. Según un informe emitido por el Ministerio de Ambiente de Ecuador MAE (2018), cada persona produce 0,75 kilos de residuos promedio al día, lo que suma un estimado de 4'139.512 Tm/año en promedio, de los cuales el 11 % corresponde a plásticos. (Ministerio del Ambiente Ecuador, 2018). El plástico en el medio ambiente se ha convertido en un factor de difícil manejo no solo en nuestro país sino para el mundo entero, donde el 9 % de plásticos producido hasta la actualidad se ha reciclado, el 12 % se ha incinerado y el 79 % ha terminado en vertederos o en el medio ambiente. (UNEP, 2018)

Ante esta problemática del uso excesivo de plásticos, en los países desarrollados a principios del siglo XXI, se inició la producción de plásticos biodegradables, donde las primeras investigaciones se orientaron hacia la búsqueda de sustitutos de los plásticos procedentes del petróleo que presenten propiedades similares. (Díaz & Hurtatiz, 2012). También se han

desarrollado polímeros flexibles y elásticos con cualidades similares a un PET de los residuos de la industria agroalimenticia. (Rosales, 2016).

En Ecuador, en los últimos años se ha desarrollado estudios para el desarrollo de los biopolímeros considerados como una alternativa a los plásticos derivados del petróleo, entre las opciones se ha presentado la fabricación de plásticos a base de almidón de maíz, papa, yuca y suero de leche. (López et al, 2017). En el Centro de Investigación Aplicada a Polímeros (CIAP) de la Escuela Politécnica Nacional trabajan en un proyecto para la elaboración de láminas de bioplástico a base de almidón de achira, planta que se cultiva en el sur del país, en estos films se analiza la consistencia y la resistencia mecánica de los compuestos, una propuesta similar se desarrolla en la Universidad Salesiana de Guayaquil, en donde se creó plástico biodegradable a partir de los desechos de cáscaras de banano. Según Fernández (2015), el uso de productos naturales como material para revestimiento o recubrimientos comestibles abundan en el medio ambiente y son renovables. Los recubrimientos basados en polisacáridos son una alternativa versátil a las aplicaciones en la industria alimentaria. (Fernandez et al, 2015). Dentro de los agentes plastificantes más utilizados se hallan ácidos grasos, ceras, sorbitol, glicerol, polietilenglicol, aceites, etc., donde el glicerol y el sorbitol, ayudan a mejorar las propiedades mecánicas, como la permeabilidad, vapor de agua, propiedades térmicas y a veces el color. (Solano et al., 2018).

Dentro del desarrollo del proceso de conservación de los alimentos se han realizado investigaciones con la finalidad de buscar medios para prologar la vida útil de los productos contra los microorganismos. (Dobre et al, 2013), por lo que los aceites esenciales han sido utilizados porque poseen un fuerte potencial antimicrobiano, antioxidante para inhibir el crecimiento de bacterias patógenas, como *Listeria monocytogenes*. (Ceballos et al, 2018). Según la Comisión Europea como FDA registran que los aceites esenciales por su composición pueden utilizarse como aditivos alimentarios al ser seguros para el consumo y la salud del consumidor.

En el Ecuador la producción de banano se centra en las provincias de Manabí, Guayas, Los Ríos, Esmeraldas y El Oro. (ProEcuador, 2015). Según el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (MAGAP), existen alrededor de 162, 039 hectáreas para la producción de banano, donde el 12% pertenece a banano orgánico y el 88% es banano convencional. Según Trade Map, a nivel mundial los principales productores de harina de

banano son Estados Unidos, Japón, Chile, Colombia, Canadá, Reino Unido, y Bélgica, mientras que en otros países consumen esta harina por su alto potencial de vitaminas y porque no contiene gluten. En el Ecuador la producción de banano es muy alta, en el 2011 exportó 285 toneladas métricas de harina de banano. (Trade Map, 2013)

Con el fin de ayudar a reducir el problema de contaminación ambiental por el uso excesivo de plásticos, se establece elaborar biopelículas de harina de (*Musa Acuminata*) activadas con aceites esenciales romero (*Rosmarinus Officinalis*) y eucalipto (*Eucalyptus Globulus*) mediante Técnica Casting. Para el desarrollo de las biopelículas se vierte una solución en un molde hasta su gelificación; para luego evaluar las propiedades físico – mecánicas como pH, contenido de humedad, espesor y resistencia al agua, posterior estadísticamente se determinará la mejor formulación y seleccionará el mejor tratamiento para ser usado como un empaque biodegradable de frutos secos, finalmente se evaluará si el proyecto es factible mediante un plan de negocios para calcular el beneficio costo de las biopelículas elaboradas.

1.3. JUSTIFICACIÓN

En los últimos años las investigaciones sobre biopelículas biodegradables tiene como fin ayudar a solucionar problemas de contaminación ambiental por el uso excesivo de polímeros sintéticos denominados plásticos, para constituir una vía factible y reemplazar a los plásticos de uso habitual. Nuestro país posee ventajas al tener un gran volumen de producción de banano, por lo tanto, el propósito de esta investigación es generar películas biodegradables mediante el uso de harina de banano proveniente del rechazo, el cual se acumula en botaderos no autorizados, a cielo abierto, expuesto a la degradación natural. (García Y. , 2018). El banano de rechazo, por sus particularidades lignocelulósicas (cáscara) y amiláceas (pulpa), es una materia prima óptima para conseguir bioproductos mediante procesos físicos, químicos y enzimáticos. (Danmaliki, 2016). En el Ecuador la producción de banano es muy alta, pero es poco utilizada para la elaboración de harina de esta forma se busca dar un valor agregado al producto.

En la actualidad el uso los biopelículas o recubrimientos comestibles han tomado gran importancia debido a que tiene la ventaja de ser degradables y son elaboradas con materias primas renovables como almidones, ceras, entre otras que ofrecen transparencia, flexibilidad y dureza al permitir alargar la vida útil de un alimento y reducir el uso de materiales de embalaje no degradables en los productos alimenticios. (Fernandez et al, 2015). Para elaborar las biopelículas se incorporaron harina, agua, glicerol, CMC como plastificante, aceites esenciales de romero y eucalipto debido que el uso de los aceites esenciales, en combinación con polímeros estructurales o biopelículas, son una fuente prometedora no solo por su efectividad como compuestos antimicrobianos sino también por sus propiedades antioxidantes. (Atares et al., 2010)

Para evitar el uso excesivo de plásticos que influyen y afectan al medio ambiente, se busca generar plásticos biodegradables utilizando materiales procedentes del agro como la harina obtenida a partir del rechazo de banano en unión con los aceites esenciales de romero y eucalipto en diferentes concentraciones. Por lo tanto, las películas podrán ser una alternativa útil a los plásticos sintéticos, por sus múltiples beneficios (Cazon et al, 2017) y pueden ayudar a mejorar la calidad de los alimentos y reemplazar a los empaques plásticos.

1.4. OBJETIVOS: GENERAL Y ESPECÍFICOS

1.4.1 Objetivo general

Elaborar biopelículas de harina de banano *Musa acuminata* activadas con aceites esenciales romero *Rosmarinus officinalis* y eucalipto *Eucalyptus globulus* mediante la Técnica Casting.

1.4.2 Objetivos específicos

- Desarrollar la formulación óptima de las biopelículas activadas con aceites esenciales de romero (*Rosmarinus officinalis*) y eucalipto (*Eucalyptus globulus*).
- Ejecutar análisis físicos y mecánicos a las biopelículas desarrolladas.
- Comprobar la factibilidad financiera mediante el cálculo del beneficio costo de las biopelículas desarrolladas como sustituto de un empaque plástico para frutos secos.

CAPÍTULO II

2. ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO

2.1. ESTADO DEL ARTE

En la investigación de “Caracterización física de películas comestibles a base de cáscara de plátano (*Musa Paradisiaca*)”, realizado por Katherine Anchundia en su trabajo elaboró harina de cáscara de plátano y películas a partir de la misma donde evaluó la permeabilidad al vapor de agua, opacidad, solubilidad, resistencia a la tensión y espesor, donde en la harina de cáscara de plátano se halló un contenido de almidón ($38.11\% \pm 3.9$) y amilosa de ($42.22\% \pm 2.18$), determinando que la cascara de plátano es uno de los materiales adecuados para la elaboración de recubrimientos comestibles. (Anchundia et al., 2016)

La investigación con el título “Recubrimientos activos procedentes de recursos infrautilizados y residuos de la industria para su aplicación en agroalimentación”, siendo autor Arancibia Mirari, menciona que la resistencia al agua de las películas desarrolladas con residuos de crustáceos activas con proteína de soja demostraron una alta resistencia al agua y maleabilidad, lo que las hace adecuadas para su uso en condiciones ambientales extremas y al usar el aceite esencial de canela inhiben eficazmente a *Listeria monocytogenes* y a los microorganismos del deterioro durante la conservación de langostinos crudos en estado refrigerado. (Arancibia, 2014)

Con la investigación titulada “Estudio del efecto de un recubrimiento comestible a base de aceite esencial de eucalipto (*Eucalyptus glóbulos*), sobre los atributos físico-químicos y el tiempo de vida útil de la papaya andina (*Carica pubescens*) mínimamente procesada”, realizado por Mamami Gustavo utiliza el recubrimiento a base de aceite esencial de eucalipto en concentraciones de 0,5; 1; 1,5%; donde se realizaron los análisis fisicoquímicos como acidez titulable, pH, color (Método CIE L*, a*, b*), sólidos solubles, firmeza y pérdida de peso. (Mamami, 2019)

De acuerdo a la investigación titulada “Utilización de harina de plátano (*Musa balbisiana*), en el desarrollo de películas biodegradables activas”, realizado por Gabriel Moreno diseñó películas según la metodología descrita por Arancibia et al. (2014), utilizando la técnica

casting en bicapa a partir de harina plátano (*Musa balbisiana*), usando dos tipos de aceite esencial de geranio y eucalipto (*Eucalyptus globulus*), en concentraciones de 0,5; 1,0 y 1,5 % donde evaluó las propiedades físicas y mecánicas de las mismas. Las películas biodegradables activas con aceite esencial de eucalipto (*Eucalyptus globulus*), con concentración de 1,5 % p/p, tuvieron mejores características fisicoquímicas con respecto a las biopelículas con aceite esencial de geranio. (Moreno, 2015)

En la investigación “Biopelícula activa a base de almidón de mandioca (*Manihot Esculenta*) aceite esencial de romero (*Rosmarinus officinalis*) reforzado con organoarcillas”, según las autoras Jackeline Sánchez – Linda Valdez, desarrollaron biopelículas según el método casting a base de almidón de mandioca usando aceite esencial de romero (0,1; 0,2, 0,3 g/100g), en la cual caracterizaron las propiedades mecánicas de las biopelículas como la actividad antimicrobiana (*enterobacterias* y *Staphylococcus aureus*), fuerza de ruptura , elongación, solubilidad y PVA. El aceite esencial de romero que incorporaron en las biopelículas ayudó a potenciar la actividad antimicrobiana contra las enterobacterias y *Staphylococcus Aureus*, a mayor contenido de aceite esencial de 0,3 g/100g la inhibición de microorganismos es mejor. (Sánchez & Valdez , 2019)

Con la investigación “Evaluación de biopelículas formuladas a partir de almidón de banano verde (*Musa paradisiaca*) y yuca (*Manihot esculenta*) con gel de sábila (*Aloe vera*).”, realizado por Danixa Zapata desarrolló películas biodegradables por el método de Casting a partir de mezclas de almidón de banano verde y yuca a concentraciones de 3% y 4% con quitosano comercial al 1%, gel de sábila a una concentración del 5%; incorporando glicerina como plastificante, en las biopelículas evaluaron las propiedades fisicoquímicas, mecánicas, concluyendo que al espesor, está directamente relaciona con la concentración. (Zapata, 2019).

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Banano (*Musa acuminata*)

Es una fruta considerada como un alimento de primera necesidad, este producto se cultiva en las zonas tropicales y tiene múltiples usos en la industria alimenticia, su principal aplicación la exportación y posterior para su consumo fresco al natural. (FAO, La economía mundial del banano, 2004)

El cultivo de banano de acuerdo con el Ministerio de Comercio Exterior (2017) está concentrado en mayor porcentaje en la región costa por su clima cálido, donde destacan las provincias de El Oro 41%, Guayas 34% y Los Ríos 16%, sin embargo, en la región sierra hay zonas tropicales donde su clima se presta para la producción. Los principales países productores de banano son Ecuador, Filipinas, Costa Rica y Colombia, siendo Ecuador un país líder en exportación de banano en el mundo, logrando un nivel de participación de alrededor de 30% frente al total de los países exportadores. (Santacruz & Quitiguiña, 2012)

2.2.2. Harina de banano

Puede definirse como el producto obtenido luego del secado de cereales, frutas, raíces, semillas y demás bajo condiciones controladas de temperatura y tiempo. (Bajaña, 2015). La harina de banano posee diversas propiedades nutricionales, físico químicas que hacen viable el uso en la industria de los alimentos.

El rechazo de banano usada para obtener harina es un material a considerar para la elaboración de películas comestibles ya que tiene importantes cantidades de almidón y amilosa aparente a pesar de su baja solubilidad y poder de hinchamiento. (Anchundia et al., 2016).

Tabla 1. Análisis proximal de la harina de banano

Parámetros	Cantidad
Acidez	0,30
pH	5,98
Humedad	6,70
Cenizas	3,07
Grasa	3,34
Fibra	3,09
Proteína	3,67

Fuente: (Urquizo, 2020)

2.3. Biopelículas degradables

Son un tipo de plásticos biodegradables obtenidos a partir de materias primas orgánicas, llegando a ser biodegradados por microorganismos como bacterias, hongos, algas, entre otros. (Charro, 2015). Los bioplásticos se convierten en una solución para disminuir la contaminación al medio ambiente por plásticos derivados de petróleo por ser una alternativa para preservar la calidad, la frescura y prolongar la vida útil de un producto, mediante una barrera semipermeable a gases y al vapor de agua, que reduce la respiración y la deshidratación de los productos recubiertos. (Chiumarelli, 2011).

Se considera un recubrimiento ideal por que puede prolongar la vida de almacenamiento de frutas y hortalizas frescas sin causar contaminación por microorganismos y reduce la descomposición sin afectar su calidad. (Carrillo et al, 2013). Las biopelículas son consideradas para el uso en alimentos tanto comestibles como no comestibles ya que protegen los alimentos, aun si estos alimentos no contaran con un empaque adicional por lo que son elaborados con materias primas comestibles y por estas características ayudan a contribuir con el medio ambiente.

Las propiedades que presentan las biopelículas dependen del tipo de material utilizado al momento de su formulación, tipo de plastificante, velocidad de evaporación del disolvente y de su espesor. (Velázquez, 2017). La aplicación de películas y cubiertas comestibles representa una alternativa para la conservación de productos hortofrutícolas frescos, al reducir significativamente la pérdida de peso, agua y el intercambio de gases, así como retrasar el envejecimiento y mejorar la calidad sensorial de éstos. (Salinas & et., 2015)

2.3.1. Ventajas de los biopelículas

Según Falguera (2011), las biopelículas y recubrimientos presentan ciertas funciones que permiten controlar y aminorar las causas de alteración de los alimentos a recubrir tenemos:

- Son libres de tóxicos y seguros para la salud.
- Son simples en su elaboración.
- Tienen a ser protectores de la acción química, mecánica y física.
- Mejoran las propiedades mecánicas y preservan la textura de los alimentos.

- Prolongan la vida útil de alimentos a través del control del desarrollo de microorganismos.

2.4 Componentes de las biopelículas

2.4.1 Gelificantes Carboximetilcelulosa (CMC)

Es un polímero que forma una película al solidificarse, actúa como espesante y estabilizante (Girard, 2002); además, produce materiales transparentes, lo que es una cualidad importante en los recubrimientos, pues permite mantener la apariencia de los productos.

El CMC tiene propiedades como ser hidrofílica, poseer alta viscosidad en soluciones diluidas, utilizada como bioadhesivos, es sensible a cambios de pH, no es tóxica, es biocompatible y debido a su viscosidad tiene la capacidad para formar geles. (Javanbakht & Shaabani, 2019). Dentro de la formación de las biopelículas el CMC permite la formación de largas cadenas de moléculas aumentando la elasticidad, pero las propiedades mecánicas se reducen al aumentar el contenido de humedad de las mismas.

2.4.2 Polisacáridos

Los polisacáridos son derivados de la celulosa, pectinas, derivados del almidón, Alginatos, quisano y gomas, capaces de constituir una matriz estructural, permitiendo obtener recubrimientos comestibles transparentes y homogéneos. (Eum et al, 2009). Los recubrimientos a base de polisacáridos son los más utilizados para el recubrimiento de frutos, debido a sus propiedades mecánicas de adherencia y flexibilidad. (Meza, 2006)

2.4.3 Plastificantes

Un plastificante es un material que se incorpora a un polímero para facilitar su proceso y mejorar su flexibilidad. (ASTM D883, 2019). La función principal en los materiales plásticos consiste en adaptar la flexibilidad y elasticidad a los requisitos de su utilización. Dentro de los plastificantes encontramos el glicerol, sorbitol, polietilén glicol, aumentan la flexibilidad de las películas debido a su capacidad para reducir los enlaces de hidrógeno internos entre las cadenas de los polímeros mientras aumentan el espacio molecular.

- **Glicerol**

El Glicerol ($C_3H_8O_3$) también conocido comercialmente como glicerina es un líquido viscoso incoloro, inodoro, higroscópico absorbe agua del aire, se funde a $17.8^{\circ}C$, es miscible con agua y etanol. (Zapata, 2019). La glicerina se utilizada en la formulación de biopelículas por sus propiedades plastificantes dando mayor flexibilidad, resistencia a la rotura, reduciendo la fragilidad, mayor estabilidad y compatibilidad con las cadenas biopoliméricas. El glicerol se asocia fisicoquímicamente con la estructura del biopolímero reduciendo la cohesión e interfiriendo con la asociación de las cadenas poliméricas facilitando su deslizamiento por lo que aumenta la flexibilidad de la biopelícula. (Abdollahi et al., 2012)

Las películas biodegradables a base de biopolímeros no tienen muy buena flexibilidad comparada con los materiales sintéticos como los plásticos. Por esto, la adición de un plastificante a la matriz polimérica es indispensable para obtener una película con buenas propiedades mecánicas.

2.4.4 Aceites esenciales

Los AE son una mezcla de componentes volátiles, producto del metabolismo secundario de las plantas. Las esencias son mezclas complejas en cuya composición se encuentran terpenos, alcoholes, ésteres, aldehídos y compuestos fenólicos, los cuales son los responsables del aroma que caracterizan a los aceites esenciales. (Bakkali et al, 2008)

Los aceites esenciales son los responsables de la mayoría de olores y sabores de las plantas, utilizados desde la antigüedad por el hombre y actualmente tiene gran importancia en la industria alimentaria, por su efecto antimicrobiano, antifúngica y antioxidante. (Arancibia, 2014). Los aceites esenciales son actualmente usados en recubrimientos comestibles, los cuales funcionan como agentes antimicrobianos y antioxidantes (Garrigues et al., 2017)

2.4.4.1 Aceite esencial de Eucalipto

Es un agente natural, su mayor componente activo es el Cineol llamado también Eucaliptol (Cardenas et al., 2019), tiene la función de disminuir el uso de conservadores químicos para un producto. Los recubrimientos incorporados con aceite esencial de eucalipto son una buena alternativa tecnológica para la conservación de productos, por su propiedad antifúngica contra hongos. (Trejo et al., 2015). El aceite esencial de romero (AER) está constituido por

derivados terpénicos; cineol (32 %), borneol (18 %), alcanfor (12 %), pineno, canfeno, acetato de bornilo y dipenteno, entre otros.

2.4.4.2 Aceite esencial de Romero

Se extrae de la planta de romero, su nombre oficial y científico es *Rosmarinus officinalis* y se obtiene mediante la destilación de las hojas de romero. (Patiño et al, 2014). Según estudios realizados con el aceite esencial de romero han comprobado que posee un efecto contra microorganismos resistentes, Gram-negativos, Gram-positivos. Según (Jiang et al, 2011), demostraron la actividad antimicrobiana del aceite esencial de *R. officinalis* sobre tres bacterias Gram-positivas: *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus* y *Bacillus subtilis*. La actividad antibacteriana, antifúngica y antioxidante del aceite esencial de romero ha permitido ser utilizado como conservante alimentario en diversos productos.

2.5 Propiedades físicas de las biopelículas

- **Contenido de humedad**

Es la relación que existe entre el peso de agua contenida en la muestra en estado natural y el peso de la muestra después de ser secada en el horno a una temperatura entre los 105°-110° C. Se expresa de forma de porcentaje, puede variar desde cero cuando está perfectamente seco hasta un máximo determinado que no necesariamente es el 100%.

El método se basa en el secado de una muestra en un horno y su determinación por diferencia de peso entre el material seco y húmedo, se calcula mediante:

$$\% \text{ de humedad} = \frac{\text{Pérdida de peso (g)} * 100}{\text{peso de la muestra}}$$

- **pH**

El pH es la medida de acidez o alcalinidad de un alimento, un factor determinante para controlar el crecimiento bacteriano. en los alimentos están dentro de un rango del 1 al 14, y se considera el 7 como valor neutro. Si el nivel de pH en un alimento es mayor a 7, se dice que este es alcalino; en cambio, un valor menor a 7 indica un alimento ácido. (Chavarrias, 2013).

El pH presente en un alimento es el resultado de los sistemas amortiguadores naturales que predominen en el mismo, estos sistemas también conocidos como buffers son mezclas de ácidos (o bases) débiles y sus sales. La capacidad buffer se ha definido como la resistencia al cambio de pH que muestra una solución cuando se le somete a ganancia o pérdida de ácido. (Norma Mexicana F-102-5, 1978)

- **Resistencia al agua**

Es una propiedad de barrera que muestra la tasa de transferencia de agua en la película, por unidad de área, a un determinado espesor, con una diferencia de presión entre los dos lados de la misma. Los recubrimientos elaborados a partir de polímeros naturales, tales como los polisacáridos almidón y derivados de la celulosa, alginatos, pectinas, así como aquellos a base de proteínas, muestran una baja resistencia al agua y poseen pobres propiedades de barrera como consecuencia de su naturaleza hidrofílica. (Yang & Paulson, 2000)

2.5.1 Propiedades mecánicas de las biopelículas

- **Espesor de las biopelículas**

Se define como el grosor donde se calcula la distancia perpendicular entre dos superficies del material. Cuando se conoce el espesor es posible conocer la resistencia mecánica y propiedades de vapor de agua del material. (Trujillo, 2014). El espesor de una película depende en gran medida de la naturaleza y la composición de la materia prima utilizada, la mayoría de los recubrimientos tienen relación entre la permeabilidad al vapor de agua y el espesor a medida que aumenta el espesor incrementa la resistencia a la transferencia de masa a través del recubrimiento. (Solís, 2016).

2.6 Estudio de factibilidad

El estudio de factibilidad se base en la toma de decisiones para la aprobación de las inversiones, atendiendo a los valores de los indicadores como es el Período de recuperación (PR), Valor Actual Neto (VAN) y Tasa interna de retorno (TIR) para establecer la estrategia de ejecución de las inversiones en función de las prioridades según los indicadores y las fuentes de financiamiento disponibles. (Castro, 2001)

La evaluación financiera está basada en los siguientes indicadores:

VAN = valor actual neto

TIR = Tasa interna de retorno

B/C = Beneficio costo

2.6.1 Indicadores Financiero

Valor actual neto (VAN). - El VAN representa la rentabilidad en términos absolutos de un proyecto de inversión, según este criterio la decisión de inversión se apoya en el siguiente razonamiento:

- Si el $VAN > 0$, la inversión debe llevarse a cabo ya que es rentable para la empresa.
- Si el $VAN < 0$, la inversión no debe llevarse a cabo, porque no es rentable para la empresa.
- Si el $VAN = 0$, es igual que la inversión se realice o no ya que no modifica el patrimonio de la empresa. (García I. , 2012)

Tasa Interna de Retorno (TIR). - Es aquella tasa en el cual el VAN es igual a cero. Es la tasa de rentabilidad del proyecto comparando los flujos de fondos con la inversión que se requiere. Es la rentabilidad obtenida sobre el capital mientras esté invertido, según este criterio la decisión de inversión se apoya en el siguiente razonamiento:

- Si la $TIR > d$, la inversión puede realizarse porque la rentabilidad que nos ofrece el proyecto es mayor que la que nos ofrece el mercado.
- Si la $TIR < d$, no interesa llevar a cabo la inversión porque la rentabilidad que nos ofrece el proyecto es menor que la que nos ofrece el mercado.
- Si la $TIR = d$, la situación es de indiferencia. Según este criterio, sería preferible aquella inversión con un mayor TIR.

Beneficio costo (B/C). - Este método consiste en relacionar el Valor actual de los ingresos con el valor actual de los egresos totales que durante su horizonte el proyecto percibirá y desembolsará respectivamente. Una relación costo beneficio cuyo resultado supere la unidad, significa que los ingresos exceden a los costos del proyecto, permitiendo entonces

emitir una opinión favorable acerca de la viabilidad financiera del proyecto. Si la relación costo beneficio es menor que la unidad, se infiere que no se está recuperando la inversión efectuada.

Para la toma de decisiones sobre el B/C se debe considerar:

- Si el $B/C > 1$, se acepta.
- Si el $B/C < 1$, se rechaza.
- Si el $B/C = 1$, es indiferente. (Giron, 2012)

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación planteada fue de tipo cuantitativa y experimental ya que se elaboraron biopelículas a partir de harina de banano (*Musa acuminata*), en función de dos tipos de aceites esenciales romero (*Rosmarinus officinalis*) y eucalipto (*Eucalyptus globulus*), a los que se realizaron pruebas físico-mecánicas, en el Laboratorio de la Universidad Nacional de Chimborazo, Carrera de Ingeniería Agroindustrial y Grupo de Investigación Vegetal (INVAGRO).

3.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.2.1. Unidad Estadística

Harina de banano, aceite esencial de romero y aceite esencial de eucalipto.

3.2.2. Población y tamaño de la muestra

La población fue de 20 kg de materia prima banano (*Musa acuminata variedad Cavendish*) que fue adquirida en la provincia del Guayas, cantón El Triunfo para la elaboración de las biopelículas. Una vez deshidratado el banano y obtenida la harina se elaboraron 6 lotes con 50 biopelículas a diferente concentración de aceite esencial tanto para eucalipto al 0,5; 1; 1,5% y aceite de romero al 0.3; 0.6; 0.9%.

Mientras que los aceites esenciales de romero y eucalipto, fueron adquiridos en la empresa “LABSUPPLY” ubicada en la ciudad de Guayaquil. La muestra se constituye por la misma cantidad de información al tratarse de un colectivo infinito.

3.2.3. Materiales, equipos y reactivos

Tabla 2. Equipos

Balanza analítica	MODEL TD6002A
Deshidratador	THERMO MODEL ST-42 LP- BORTEX ST -02
Thermomix	31-AC-VOR WERK TYPE 156
pH-metro de mesa	MILWAUKEE, Mi 151, HANNA
Calibrador digital	MODEL 0-200MM
Mufla Thermolyne	Thermo Scientific FB1414M, China
Estufa	Memmert 1428900, Mexico

Fuente: Bonifaz. E, (2020)

Tabla 3. Materiales

Espátula	Acero inoxidable V2A (1.4301)
Probeta de vidrio	SKU: MULPRB1000
Vaso de precipitación	SKU: 211060804
Varilla de vidrio	SKU: PSVA122 / 14 513 5
Vidrio reloj	SKU: 512.02.453N / LRL105901300JL
Termómetro	SKU: 059.02.003
Caja petri	Plastico, Marienfeld
Papel aluminio	200SQ-FT
Fundas herméticas	ZIP-ZAP

Fuente: Bonifaz. E, (2020)

Tabla 4. Reactivos

Ácido cítrico	concentración 95%
Alcohol potable	concentración 96%, grado químico
Aceite esencial de eucalipto	concentración del 99,9% (PA)
Aceite esencial de romero	concentración del 99,9% (PA)
Glicerina	concentración 99, 7% (PA)
Carboxi dimeil celulosa (CMC)	Grado alimenticio al 6% (PA)
Agua destilada	pH 5.4 (PA)

Fuente: Bonifaz. E, (2020)

3.2.4. Formulación para la elaboración de biopelículas

La formulación de biopelículas de harina de banano activadas con aceites esenciales de romero y eucalipto se presenta en la tabla 3.

Tabla 5. Formulación para la elaboración de las biopelículas (1500 ml de agua)

TRATAMIENTOS						
	AEE ₁	AEE ₂	AEE ₃	AER ₄	AER ₅	AER ₆
H ₂ O (ml)	0,5%	1%	1,5%	0,3%	0,6%	0,9%
	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Harina de banano (g)	75	75	75	75	75	75
CMC (g)	15	15	15	15	15	15
Glicerol (g)	50	50	50	50	50	50
Aceite esencial (ml)	7,5	15	22,5	4,5	9	13,5

Fuente: Bonifaz. E, (2020)

Donde:

#	Tratamientos	Descripción
1	AEE ₁	Aceite esencial eucalipto al 0,5%
2	AEE ₂	Aceite esencial eucalipto al 1%
3	AEE ₃	Aceite esencial eucalipto al 1,5 %
4	AER ₄	Aceite esencial romero al 0,3%
5	AER ₅	Aceite esencial romero al 0,6
6	AER ₆	Aceite esencial romero al 0,9%

Fuente: Bonifaz. E, (2020)

3.2.5. Proceso de elaboración de biopelículas con harina de banano con aceites esenciales.

cc

Gráfico 1. Diagrama de elaboración de las biopelículas (monocapa)

Fuente: (Bonifaz. E, 2020)

3.2.5.1. Descripción del proceso elaboración de las biopelículas

Recepción de la materia prima: Una vez adquirida la materia prima se procedió a la obtención de la harina de banano mediante el método utilizado por Ortega (2016), mediante un deshidratador (THERMO MODEL ST-42 LP- BORTEX-MIXER: ST -02) a 60°C por 5 horas.

Tamizado: La harina de banano obtenida se tamizó mediante un tamiz N° 80 (177 μ) y tamiz N° 100 (149 μ).

Pesado I: Mediante una balanza analítica TD (MODEL TD6002A), se pesaron 15g de CMC y 75 g de harina de banano.

Cocción I: En el Thermomix 31-AC-VOR WERK TYPE 156, se colocó 15g de CMC y se diluyó con 750ml de agua destilada a 30°C manteniendo una agitación constante durante 15 min.

Adición I: Posterior se adicionó la harina de banano previamente pesada con 750 ml de agua destilada en el Thermomix 31-AC-VOR WERK TYPE 156.

Cocción II: La solución incorporada se calentó a 70°C durante 30 minutos.

Adición II: Pasado el tiempo se disminuyó la temperatura a 30°C y se añadió 50g de glicerol.

Homogenización: Incorporado el glicerol a la solución en el thermomix se mantiene una agitación constante durante 5 minutos.

Incorporación: Se incorporó en diferentes concentraciones el aceite esencial de eucalipto al 0.5; 1; 1.5% y aceite esencial de romero al 0.3; 0.6; 0.9%.

Pesado II: Se pesaron y vertieron cuidadosamente 15 g de solución en una placa Petri de 56,75 cm².

Secado: Posterior las cajas petri se colocaron en un deshidratador a 70 °C durante 4 horas.

Almacenamiento: Una vez secas las biopelículas se almacenaron a temperatura ambiente en fundas herméticas a 70% HR, separadas las biopelícula por lotes en papel aluminio dentro de una caja de cartón a temperatura ambiente de (15 °C) en un lugar fresco y seco. (Anexo 1)

3.3 Técnica de recolección de datos

Para la recolección de datos se utilizó una bitácora, en la cual se registró los valores obtenidos de cada uno de los tratamientos tanto para los análisis físicos como mecánicos de las biopelículas activadas con aceites esenciales de eucalipto y romero.

3.4. Variables

Tabla 6. Variable en estudio

VARIABLE	DESCRIPCIÓN	CATEGORÍA
Aceite esencial	Son concentrados de materia prima vegetal, intensamente aromáticos, no grasos, volátiles y ligeros obtenidos directamente de plantas, raíces, flores, hojas entre otras.	1. AER 2. AEE
Concentración de aceite	El aceite esencial utilizado tiene una concentración del 99,9%.	1. AEE al 0.5, 1 y 1.5%. 2. AER al 0.3, 0.6 y 0.9%.
Porcentaje de humedad	Es el porcentaje de saturación de un volumen específico, donde se realiza mediante la determinación de pérdida de masa al ser sometida a una combinación de tiempo y temperatura.	
pH	Considerada como una medida de acidez o alcalinidad que indica la	

cantidad de iones de hidrógeno presentes en una solución o sustancia.

Espesor (mm)

Es la relación entre la permeabilidad al vapor de agua y el espesor a medida que aumenta el espesor incrementa la resistencia a la transferencia de masa a través del recubrimiento.

Resistencia al agua (min)

Es una propiedad mecánica adecuada para determinar su resistencia y rigidez de los recubrimientos que pueden soportar antes de su ruptura.

Fuente: Bonifaz. E, (2020)

3.5 Técnicas de análisis

3.5.1. Técnicas estadísticas

- **ANOVA**

Se constituye en una herramienta básica para el estudio del efecto de uno o más factores, sobre la media de una variable continua. (Amat, 2016). Por lo cual, este test estadístico se usa para comparar las medias de dos o más grupos, también para estudiar los posibles efectos de los factores sobre la varianza de una variable.

Prueba la hipótesis de que las medias de dos o más poblaciones son iguales.

El ANOVA evalúa la importancia de uno o más factores al comparar las medias de la variable de respuesta en los diferentes niveles de los factores. La hipótesis nula establece que todas las medias de la población son iguales, mientras que la hipótesis alternativa establece que al menos una es diferente.

- **Levene**

Usado para la verificación del supuesto de homogeneidad de las varianzas de los residuos de los diferentes tratamientos.

- **Anderson – Darling**

Con este estadístico permitió verificar la normalidad de los tratamientos estudiados.

- **Rachas**

Este contraste permitió analizar la independencia entre los residuos obtenidos de los tratamientos.

- **Kruskal - Wallis**

Esta prueba se utilizó para analizar datos no paramétricos de un grupo de datos proviene de la misma población.

3.5.2. Técnicas de elaboración de biopelículas

- **Moldeo Técnica Casting**

Es una técnica también conocida como la del vaciado en placa o “casting”, definida como la deshidratación de una solución filmogénica, de volumen específico, sobre una placa petri de diámetro conocido a humedad y temperatura controlada (Arrieta et al, 2014). Una vez realizada la disolución de los componentes para la elaboración de las películas, se evapora el disolvente a temperatura y humedad controlada, esto provoca la formación de la película. (Escobar, 2009)

En este caso para la elaboración biopelículas de harina de banano activadas con aceite esencial de romero y eucalipto se modificó la técnica Casting porque las biopelículas desarrollados en bicapa por acción del aceite esencial se cuartearon, solo se realizó en mono capa utilizando la glicerina como agente plastificante, en una caja petri se vertió 15 g de solución preparada, posterior se realizó la evaporación del solvente a temperatura y humedad controlada en un deshidratador (THERMO scientific Model LP- BORTEX-MIXER), dando formación a la biopelícula.(Anexo 4)

3.5.3. Métodos de análisis

Para el contenido de humedad se utilizó la NTE INEN 1462 Granos y cereales, este análisis se realizó conforme al método de arbitraje, se pesó 1 g de muestra en una cápsula de porcelana, posterior se secó en un desecador hasta obtener peso constante. El pH realizo bajo la NTE INEN 526, 2013, con una solución de búfer preparada en *H2O* destilada con un pH-metro de mesa (MILWAUKEE Mi 151).

Para el espesor se utilizó un micrómetro digital (SYNTEK - EO150MM -) con una exactitud de 0,025 mm, se tomó las mediciones en 9 zonas elegidas al azar, mientras que para la resistencia al agua las biopelículas fueron fijadas en la abertura de vasos plásticos con un área (16 cm²), se vertió 5ml de agua destilada sobre la biopelícula, se registró la deformación de la biopelícula, el tiempo en que el agua comienza a filtrarse a través de la biopelícula y el tiempo que tarda la película en romperse.

3.5.4. Software estadístico

- Paquete estadístico IBM SPSS.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS

4.1.1. Características físico mecánicas

Tabla 7. Características físico mecánicas

Características	Método de ensayo	Unidad	Límites de referencia
Contenido de humedad	NTE INEN 1462	%	Max. 13,5
pH	NTE INEN 526, 2013	-	Min. pH 5 Max. pH 7.5
Espesor (mm)	INEN-ISO 4593:2014	mm	Min. 0,10 Max. 0,27
Resistencia al agua	Blanco Pascual et al. (2013)	horas	Max: 72 horas irrompible

Fuente: Bonifaz. E, (2020)

4.1.2. Estudio exploratorio

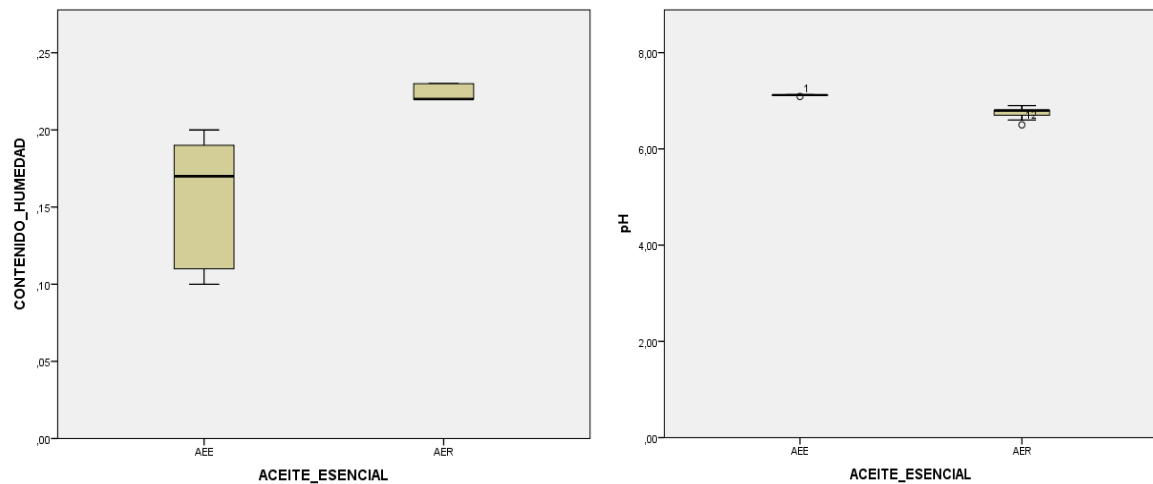
A continuación, se muestra el estudio exploratorio de datos de las características físico mecánicas de las biopelículas elaboradas a partir de harina de banano con aceites esenciales de romero y eucalipto.

Tabla 8. Resultado del análisis exploratorio de datos

VARIABLES	Unidad	Media	Desv. estándar.	Mínimo	Máximo
Humedad AEE	%	0,1578	0,6160	0,10	--
Humedad AER	%	0,2244	0,0527	0,23	--
pH AEE	--	7,1144	0,01130	7,09	--
pH AER	--	6,7333	0,12247	6,50	--
Resistencia AEE	min	14,4422	2,50232	12,01	18,01
Resistencia AER	min	4,6344	0,43333	4,22	5,45
Espesor AEE	mm	0,3144	0,01014	--	0,31
Espesor AER	mm	0,2967	0,0866	0,27	0,28

Fuente: Bonifaz. E, (2020)

En la tabla N ° 8 se presentó las características físico mecánicas para cada variable, para ello se elaboraron 18 biopelículas en las que se contrastó el porcentaje de humedad según el tipo de aceite esencial, dentro del AEE se evidenció un promedio de humedad del 0,15% frente al 0,22% hallado en AER, las variaciones de humedad mayores se visibilizaron con el AER; sin embargo, el valor mínimo de humedad se encontró en las biopelículas AEE. El pH promedio encontrado en las biopelículas de harina de banano activadas con AEE es de 7.09; en relación a las biopelículas con AER es de 6.50; la mayor variación de pH se presentó en la biopelícula de AER, a la vez se halló que las biopelículas de AEE tiene un valor máximo de pH, que corresponde a ligeramente básico o alcalino, esto se debe a que el aceite esencial de eucalipto que posee un pH mayor a 7. En las biopelículas activadas con AEE se halló que el promedio de resistencia al agua es de 14,44% con un máximo de 18 minutos 01 segundos, frente a 4 min con 22 segundos de las biopelículas AER, la mayor variación de resistencia al agua presentó las biopelículas con AEE dando como resultado que estas biopelículas son más resistentes al agua en este parámetro. Dentro del análisis del espesor se realizó 9 mediciones al azar en las biopelículas encontrando un promedio con AER de 0,27 mm y de AEE de 0,31 mm; la mayor variación de espesor se halló las biopelículas de AEE, a la vez se evidenció que el valor máximo de espesor en relación de las biopelículas de los dos tipos de aceites esenciales usados no tiene diferencia mayor.



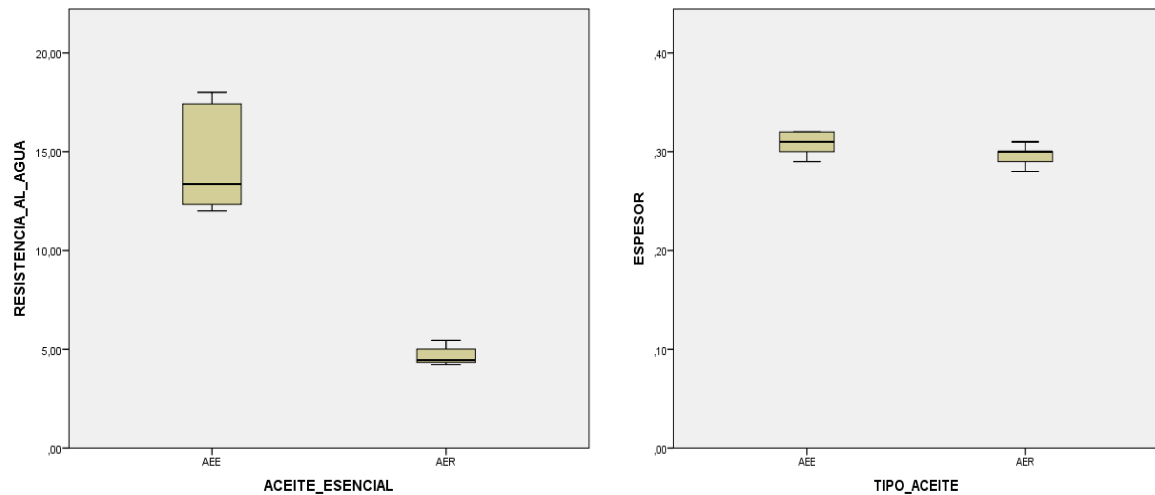


Gráfico 2. Análisis exploratorio de datos para cada variable analizada.

Fuente: Bonifaz. E, (2020)

Interpretación: En los gráficos N° 2 se identificó el contenido de humedad, pH, resistencia al agua y el espesor en función de los aceites utilizados (AEE y AER), donde el porcentaje de humedad presentó una distribución asimétrica positiva $M_e = 0,13$; en cuanto al pH se evidencio una $M_e = 7,12$ con una distribución asimétrica positiva; un espesor con una $M_e = 0,31$ mm con una distribución asimétrica positiva y una resistencia al agua con una distribución asimétrica negativa.

4.1.3. Contraste de Normalidad

Para los datos se realizó un contraste de normalidad, mediante la prueba de Shapiro – Wilk para las variables de humedad, pH y resistencia por tener una muestra menor a 50 y para los datos de normalidad se analizaron mediante la prueba de Kolmogorov con la corrección de Lilliefors por tener una muestra mayor a 50. (Anexo 3)

A. Hipótesis

H_0 : Las variables siguen una ley normal.

H_1 : Las variables no siguen una ley normal.

B. Nivel de significancia

$\alpha = 5\%$

C. Calculo Estadístico

Tabla 9. Normalidad de las biopelículas según los aceites esenciales

Porcentaje de humedad		
Tratamientos	Valor de probabilidad	Decisión
AEE	0,133	Normal
AER	0,00	No se ajusta a una ley normal
pH		
AEE	0,286	Normal
AER	0,106	Normal
Resistencia al agua		
AEE	0,032	No se ajusta a una ley normal
AER	0,087	Normal
Espesor		
AEE	0,000	No se ajusta a una ley normal
AER	0,000	No se ajusta a una ley normal

Fuente: Bonifaz. E, (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 °9 se evidenció dentro de los tratamientos analizados de las biopelículas según los aceites esenciales (AEE, AER), 4 cumplen con una ley normal, debido a que el valor de probabilidad es mayor a 0,05 de significancia, mientras que la variable espesor y humedad (AER) no se ajustan a una ley normal, debido a que el valor de probabilidad es menor a 0,05 de significancia.

4.1.4. Modelo estadístico

El modelo matemático utilizada para la comprobación de igualdad de medias de los tratamientos fue el diseño completo al azar (DCA), para las características que se ajustaron a una ley normal.

$$Y_{ij} = \mu_i + T_i + \epsilon_{ij}$$

A. Hipótesis

H_0 : Todos los promedios de los tratamientos son iguales.

H_1 : Al menos uno de los promedios de los tratamientos es diferente.

B. Nivel de significancia

$$\alpha = 5$$

C. Estadístico de prueba

Tabla 10. Diseño completo al azar de las biopelículas según los aceites esenciales

Porcentaje de humedad		
Tratamientos	Valor de probabilidad	Decisión
AEE	0,149	Los promedios son diferentes
pH		
AEE	0,202	Los promedios son diferentes
AER	0,021	Los promedios son diferentes
Resistencia al agua		
AER	0,001	Los promedios son diferentes

Fuente: Bonifaz. E, (2020)

D. Decisión

En la tabla N °11 se evidenció que las biopelículas de harina de banano activadas con los dos tipos de aceites esenciales presentaron diferencias significativas en el promedio de los tratamientos de las variables analizadas.-

4.1.4.1. Comprobación de supuestos variable humedad

I. Normalidad

A. Hipótesis

H_0 : Los residuos del modelo siguen una distribución normal.

H_1 : Los residuos del modelo no siguen una distribución normal.

B. Nivel de significancia

$$\alpha = 5\%$$

C. Estadístico de prueba

Tabla 11: Supuesto de normalidad de los residuos

Supuesto de Normalidad			
Tratamientos	Estadístico	Shapiro-Wilk	
		gl	Sig.
Residuo humedad de AEE	0,805	9	0,052
Residuo pH AEE	0,922	9	0,408
Residuo pH AER	0,978	9	0,951
Residuo resistencia AER	0,912	9	0,333

Fuente: Bonifaz. E, 2020

D. Decisión

Conforme la tabla N °12 se puede observar que todos los residuos de los tratamientos AEE, AERR siguen una distribución normal en sus datos.

I. Homocedasticidad**A. Hipótesis**

H_0 : Todas las variables son iguales.

H_1 : Al menos una variable es diferente.

B. Nivel de significancia

$\alpha = 5\%$

C. Estadístico de prueba**Tabla 12:** Homogeneidad de las varianzas

Pruebas de homogeneidad de varianzas				
Tratamientos	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Humedad AEE	0,283	2	6	0,136
pH AEE	2,400	2	6	0,171
pH AER	0,364	2	6	0,709
resistencia AER	4,549	2	6	0,063

Fuente: Bonifaz. E, (2020)

D. Región de rechazo

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

E. Decisión

Conforme la tabla N °13, los residuos del modelo presentaron varianzas homogéneas, por tanto, no se rechaza la hipótesis nula.

II. Independencia

A. Hipótesis

H_0 : Existe aleatoriedad en los residuos.

H_1 : No existe aleatoriedad en los residuos.

B. Nivel de significancia

$\alpha = 0,05$

C. Estadístico de prueba

Tabla 13: Independencia de los residuos

Supuesto de Normalidad			
Tratamientos	Valor de prueba	Casos totales	Sig.
Residuo humedad de AEE	0,0000	9	0,968
Residuo pH AEE	0,0000	9	0,504
Residuo pH AER	0,0000	9	0,951
Residuo resistencia AER	0,0000	9	0,445

Fuente: Bonifaz. E, (2020)

D. Región de rechazo

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

E. Decisión

Conforme la tabla N °14, los residuos de los tratamientos de humedad, pH AEE - AER, resistencia AER no se rechaza la hipótesis nula.

4.1.5. Selección del mejor tratamiento

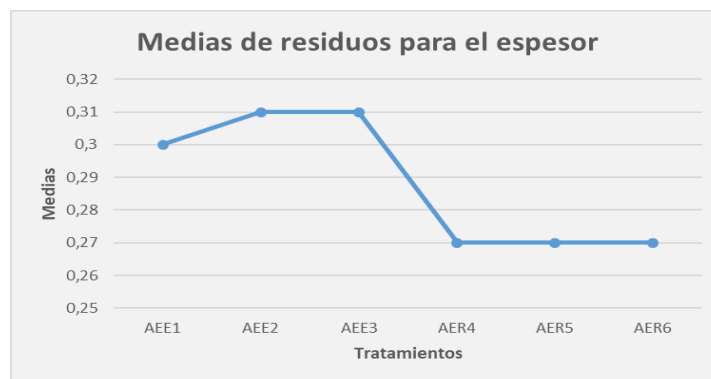
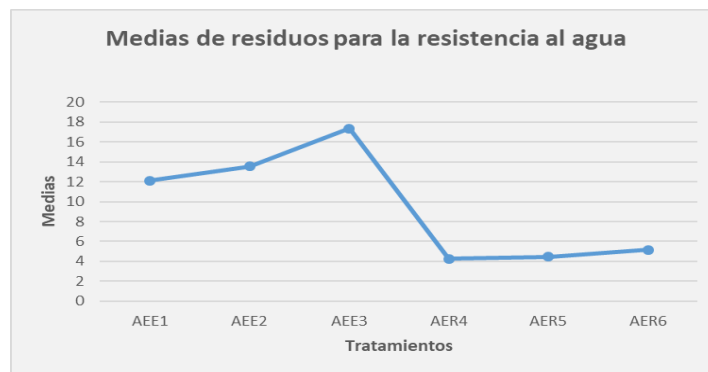
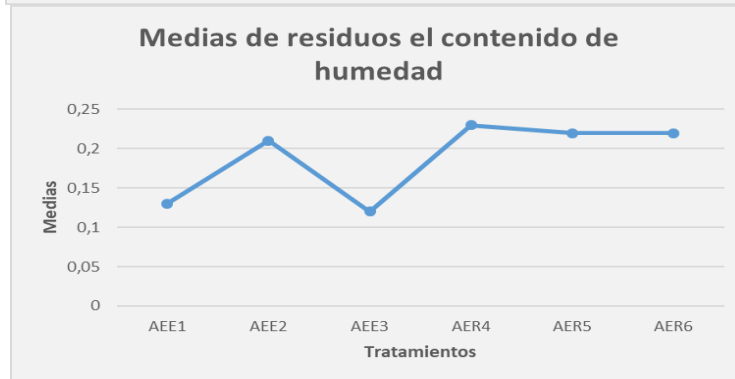
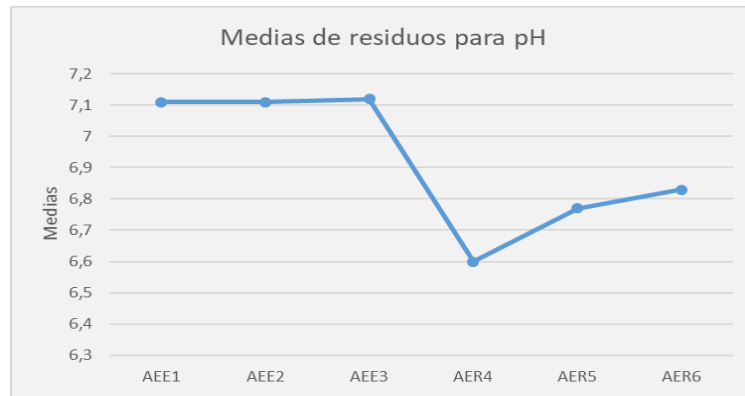


Gráfico 3. Medias para la elección del mejor tratamiento

Fuente: Bonifaz. E, (2020)

Interpretación: En la gráfica N °3, según los datos obtenidos de los diferentes análisis realizadas a las biopelículas de harina de banano con AEE y AER, para la elección del mejor tratamiento se tomó en cuenta principalmente el tiempo de resistencia al agua, donde el AEE₃ obtuvo un tiempo máximo de 17,33 minutos, un pH de 7,12; espesor de 0,31 mm y un bajo contenido de humedad de 0,13 con respecto de los demás tratamientos.

4.1.6. Comparación de medias para muestras no paramétricas

A. Planteamiento de hipótesis

H_0 : Las variables siguen una ley normal.

H_1 : Las variables no siguen una ley normal.

Tratamientos	Kruskal – Wallis	gl	Sig.
Humedad AER	0,800	2	0,670
Resistencia AEE	7,200	2	0,027
Espesor AEE	3,557	2	0,169
Espesor AER	52,464	2	0,000

B. Nivel de significancia

$\alpha = 5\%$

Prueba de Kruskal – Wallis

C. Estadístico de prueba

Tabla 14. Comparación de datos no paramétricos

Tratamientos	Kruskal – Wallis	gl	Sig.
Humedad AER	0,800	2	0,670
Resistencia AEE	7,200	2	0,027
Espesor AEE	3,557	2	0,169
Espesor AER	52,464	2	0,000

Fuente: Bonifaz. E, (2020)

Según la tabla N °14 se observó que, dentro de los 4 tratamientos analizados, de dos tratamientos no se rechaza H_0 , (Humedad AER, Espesor AER), mientras que para los demás tratamientos se rechaza la hipótesis nula.

4.2. Análisis de factibilidad en relación a beneficio costo.

Posterior a la elaboración de las biopelículas de harina de banano activadas con los aceites esenciales de romero y eucalipto se pretende utilizar como empaque biodegradable para frutos secos.

En el análisis financiero se determinó la Inversión Inicial, Presupuestos ingresos y egresos, Estados Financieros Proyectados, Flujo de Fondos Proyectados, obteniendo como resultado final la viabilidad Financiera del proyecto. Se calculó el Punto de Equilibrio, para la evaluación financiera se utilizaron herramientas de VAN (Valor Actual Neto), TIR (Tasa Interna de Retorno).

4.2.1. Segmentación del mercado

Para la segmentación del mercado se tomó como referencia 5 parroquias urbanas de mayor población de la Ciudad de Cuenca, según datos del censo 2010 se obtiene una población de 188.550 con una tasa de crecimiento de 1.56%. Por tal motivo nuestros posibles consumidores están en hombres y mujeres en edades 18 a 65, que cuentan con una economía media y media alta que posean un estilo de vida saludable y estén dispuestos a consumir productos innovadores que sean de buena calidad e ino cuos dentro del mercado.

Tabla 15. Segmentación del mercado

Parroquias Urbanas de Cuenca	Nº de Habitantes	Porcentaje (%)
Cuenca (urbano)	140258	74%
Valle	18692	10%
Ricaurte	14006	7%
Tarqui	8902	5%
Turi	6692	4%
TOTAL	188550	100%

Fuente: Bonifaz. E, (2020)

4.2.2. Demanda

4.2.2.1. Demanda Objetiva

Se calculó de acuerdo al número de hogares que estarían dispuestos a adquirir el producto, dando como resultado 41380 hogares, una demanda proyectada para cinco años, mediante la demanda objetiva se logró determinar la cantidad de consumo que existe en la ciudad de Cuenca basándonos en la aceptabilidad del producto, con una aceptación del 69%. (Anexo 5).

Tabla 16. Demanda Objetiva

N	Año	Proyección
1	2021	375610,56
2	2022	381470,08
3	2023	387421,02
4	2024	393464,79
5	2025	399602,84

Fuente: Bonifaz. E, (2020)

De acuerdo a la tabla N °16 la demanda estimada en 5 años es 399602,84 empaques para los frutos secos.

4.2.3 Indicadores de evaluación financiera

Tabla 17. Indicadores financieros

Indicadores	Valor
Inversión	\$ 161.402,79
TMAR	14,25%
VAN	\$ 10.469,72
TIR	23,95%
B/C	1,26

Fuente: Bonifaz. E, (2020)

En la tabla N °17 para los indicadores financieros se considera una herramienta que mide la relación entre beneficio y costo con respecto al proyecto, se considera beneficioso si el B/C es mayor a 1 y desfavorable si es menor a 1, el B/C del proyecto es de \$ 1,26. esto nos indica que por dólar invertido hay una ganancia de \$ 0,26. (Anexo 6)

4.3. DISCUSIÓN

Dentro de la investigación realizada se obtuvo los siguientes resultados de acuerdo a la elaboración de biopelículas con harina de banano activadas con aceite de romero y eucalipto según la técnica casting (Arancibia, 2014) en bicapa, este método se modificó y se trabajó en monocapa con la unión de la solución y de los aceites esenciales, motivo porque las biopelículas en bicapa no se compactaron y presentaron pequeñas fisuras y orificios a lo largo de su estructura lo cual dificultó seguir con los análisis físico mecánicos, por ende se elaboró las biopelículas en monocapa.

Se efectuaron los análisis físico mecánicos a los 6 tratamientos con distintas formulaciones de AEE y AER, los cuales se realizaron luego de 7 días posteriores a su elaboración, los resultados obtenidos de cada análisis fueron comparados con investigaciones previamente realizadas lo que nos ayudó a determinar si nuestras biopelículas cumplían o no con los parámetros requeridos.

En la determinación del contenido de humedad, los resultados que se obtuvo en esta investigación para los tratamientos AEE₁ (0,13%), AEE₂ (0,21%), AEE₃ (0,12%), AER₄ (0,23%), AER₅ (0,22%) y AER₆ (0,22%); según (Carolina Coello, 2017) expresó un porcentaje de humedad de 0,23%; según (Gabriel Toaza, 2015) reveló un porcentaje de 18%; (Danixa Zapata, 2019) en su investigación obtuvo un 3% de contenido de humedad, por lo que se evidencia dentro de lo reportado en la (NTE INEN 1462) establece como máximo 13,5%; por lo que los datos obtenidos están dentro de los parámetros requeridos.

Al añadir los aceites esenciales con la matriz polimérica disminuyó significativamente el contenido de humedad de las biopelículas, esto se produjo por el aumento de hidrofobicidad que es la capacidad que tiene un material para repeler agua. (ATRIA, 2019).

Para la determinación del pH en las biopelículas de harina de banano de AEE y AER según la NTE INEN 526, 2013, se obtuvo un pH en el AEE₁ (7.11), AEE₂ (7.11), AEE₃ (7.12), AER₄ (6.60), AER₅ (6.77) y AER₆ (6.83); mientras que (Mamami, 2019) en la elaboración de un recubrimiento comestible a base de aceite esencial de eucalipto obtuvo un pH de (5.2 a 7.15), evidenciando que las biopelículas son de carácter ácidos lo cual inhibe la proliferación, estas variaciones de pH se debe a los componentes utilizados para la

elaboración de la biopelícula harina de banano, CMC, glicerol y aceite esencial, se encuentra dentro de los parámetros establecidos.

De acuerdo con la resistencia a las biopelículas, según el método descrito por Blanco Pascual et al. (2013), se halló los siguientes tiempos de resistencia para los tratamientos AEE₁ (12.13min), AEE₂ (13.54 min), AEE₃ (17.33 min), AER₄ (4.26 min), AER₅ (4.45 min) y AER₆ (5.16 min); según Moreno (2015), en la utilización de harina de plátano en el desarrollo de películas biodegradables activas obtuvo rangos de 46 a 72 horas catalogando como irrompible, mientras que nuestro resultado se encuentra en el rango de máximo para AEE₃ de 17:33 minutos lo cual no cumple tiempo estimado, según (González et, 2017) un factor que puede afectar es el espesor debido que normalmente este parámetro puede afectar tanto las propiedades físico mecánicas como de barrera de las biopelículas elaboradas.

Dentro de los resultados obtenidos del espesor de las biopelículas de harina de banano con las distintas formulaciones de aceites esenciales de acuerdo al método descrito por la INEN-ISO 4593, 2014, se obtuvo en AEE₁ (0,31 mm), AEE₂ (0,31 mm), AEE₃ (0,31 mm), AER₄ (0,27 mm), AER₅ (0,27 mm) y AER₆ (0,27 mm), también (Gabriel Moreno 2015), al elaborar películas biodegradables obtuvo un espesor de $0,27 \pm 0,04$ mm espesores similares a AER₃, AER₄, AER₅; otro estudio realizado por Embuscado y Huber (2009) datos de espesor de 0.3mm; (Chaupel, Reyes;2019) en su estudio obtuvo un espesor máximo de 0,32 mm similar a los tratamiento de AEE. El espesor se puede ver afectado por los cambios de humedad y de temperatura, donde estas variaciones de espesor hacen relación a la cantidad de aceites esenciales (AE) incorporado.

Según a los análisis físicos mecánicos realizados en las biopelículas de harina de banano se optó por el tratamiento AEE₃ (1,5 %) como mejor formulación, ya que presentó mejores parámetros dentro de la resistencia con un tiempo máximo de 17,33 minutos, esto se debe al uso de plastificaciones que interfieren en las cadenas de polímeros, facilitando su deslizamiento, lo cual permite el aumento de flexibilidad. (García et al, 2011), mejorando las propiedades mecánicas de las películas; espesor de 0,31 mm, bajo la Norma INEN-ISO 4593:2014 para Plásticos. Películas y hojas de plástico. Determinación del espesor por medición directa con micrómetro, el espesor de una película no puede exceder los 0,27 mm ya que sería llamado lamina, así mismo ésta no debería ser inferior a 0,10 mm porque no sería ni lamina ni película por su fragilidad, el espesor está directamente relacionado con la

concentración de la matriz polimérica al colocar mayor concentración de AE en los tratamientos aumenta significativamente el espesor. (Sanchez et al, 2010), se eligió el espesor del tratamiento AEE₃ por su mayor grosor puede resistir mejor a los usos destinados como empaque de frutos secos; finalmente posee un bajo contenido de humedad de 0,12%; con respecto de los demás tratamientos, al aumentar la concentración del AEE el contenido de humedad se reduce lo que implica el aumento de la resistencia y rigidez de las biopelículas. (Delville et al, 2002), al existir un mínimo contenido de humedad en las películas favorecerá para ser usadas como empaques biodegradables; además se obtuvo un pH ideal de 7.12 lo que favorece a la conservación del producto y al crecimiento de microorganismos. al estar unido con el aceite esencial de eucalipto que tiene propiedades antibacterianas para combatir las bacterias Gram negativas *Escherichia coli* y Gram positivas *Staphylococcus aureus* sbsp. *aureus* (Morocho, 2018).

Posterior a la elección del mejor tratamiento de las biopelículas, se realizó un estudio de factibilidad con la película que estaba destinada a usarse como empaque de frutos secos de 50 g de contenido. Para el estudio se basó en la población de la Ciudad de Cuenca con las 5 parroquias urbanas más pobladas, según datos del (censo 2010) se obtiene una población de 188.550 con una tasa de crecimiento de 1.56%, por tal motivo nuestros posibles consumidores están en hombres y mujeres en edades 18 a 65, que cuentan con una economía media y media alta que posean un estilo de vida saludable y estén dispuestos a consumir productos innovadores que sean de buena calidad e inocuos dentro del mercado. La demanda proyectada se realizó para cinco años, basándonos en la aceptabilidad del producto, con una aceptación del 69%. Para la ejecución del proyecto se requiere una inversión de \$ 161.402,79, con el 70 % de aporte propio; con un TMAR del 14,25%, TIR de 23,95% y con un VAN positivo de \$ 10.469,72; el precio de venta unitario será \$ 0,65 ctvs; lo cual es proyecto es factible para su ejecución. (Bonifaz. E, 2020)

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se elaboró biopelículas a base de harina de banano (*Musa Acuminata*) activadas con aceite esencial de romero (*Rosmarinus officinalis*) y eucalipto (*Eucalyptus globulus*) mediante la técnica casting en monocapa, ya que al realizarse en bicapa no presentó buenas características por la diferencia de temperatura al moldear se observó roturas y fisuras a lo largo de las biopelículas, impidiendo realizar los análisis físico mecánicos en bicapa.
- Según los resultados de los análisis físico - mecánicos obtenidos las biopelículas elaboradas con AER y AEE, las biopelículas que presentaron mejores propiedades son las elaboradas con aceite esencial de eucalipto, donde se optó por el tratamiento AEE₃ al 1,5% (1500ml H₂O, 75g harina de banano, 15g CMC, 50g glicerol, 22,5ml aceite esencial de eucalipto), que presentó mejores propiedades, un contenido de humedad de 0,12% lo cual es útil para el empaque biodegradable; un pH de 7,12; en cuanto a los análisis mecánicos de resistencia al agua mostró un tiempo máximo de 17.33 min y un espesor de 0,31 mm.
- De acuerdo a la evaluación financiera, el proyecto es factible para su ejecución y elaboración de empaques biodegradables para frutos secos; sus indicadores financieros muestran un VAN positivo de \$ 10.469,72, TIR del 23,95%, TMAR de 14,25 % y un beneficio costo de \$ 1.26, en el cual se gana \$0,26 ctvs. por cada dólar invertido.

5.2 RECOMENDACIONES

- Es recomendable utilizar diversos plastificantes para la elaboración de películas biodegradables que aumenten la resistencia de las mismas.
- También elaborar biopelículas de harina de banano activadas con aceites esenciales a diferentes concentraciones en monocapa y bicapa.
- Fomentar a los consumidores a adquirir productos en empaques biodegradables para poder contrarrestar el impacto ambiental que causa por dando desecho plástico botado en medio ambiente

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abarca-Guerrero, L. (2016). Evaluación del impacto ambiental de los desechos sólidos. *Revista Tecnología En Marcha*, 17.
- Abdollahi et al., 1. (2012). *Improvement of active chitosan film properties with rosemary*. Iran: International Journal of Food Science and Technology. doi:<https://scihub.tw/https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02917.x>
- Afanador, C. (2005). El Banano Verde De Rechazo En La Producción De Alcohol. *Revista EIA*.
- Amat, J. (2016). *ANOVA análisis de varianza para comparar múltiples medias*. Obtenido de https://www.cienciadedatos.net/documentos/19_anova
- Anchundia et al., 1. (2016). *Caracterización física de películas comestibles a base de cáscara de plátano (Musa Paradisiaca)* (Vol. 43). Manabí: SCIELO. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182016000400009>
- Arancibia, M. (2014). *Recubrimientos activos procedentes de recursos infrautilizados y residuos de la industria para su aplicación en agroalimentación*. Madrid: SCIELO. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/cittes?codigo=98614>
- Arrieta et al. (2014). *Functional properties of sodium and calcium caseinate antimicrobial active films containing carvacrol*. Portugal: Journal of Food Engineering. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.08.015>
- ASTM D883, 1. (2019). *Standard Terminology Relating to Plastics*. Obtenido de <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/astm?c=102384>
- Atares et al., 1. (2010). *Characterization of sodium caseinate-based edible films incorporated with cinnamon or ginger essential oils*. (R. d. alimentaria, Ed.) Journal of FoodEngineering. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.05.018>
- ATRIA, I. (2019). Hidrofobicidad de materiales. Obtenido de <https://www.atriainnovation.com/hidrofobicidad-materiales/#:~:text=La%20hidrofobicidad%20es%20la%20capacidad,propiedad%20de%20atraer%20el%20agua>.
- Bajaña, S. (2015). *Sustitución Parcial de la Harina de Trigo por Harina de Banano y su Efecto en las Propiedades Físicoquímicas del Pan Tipo Molde*. (E. S. LITORAL, Ed.) Guayaquil. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/88451/D-88115.pdf>
- Bakkali et al, 1. (2008). Biological effects of essential oils. *Elsevier*, 446-475. doi:<https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106>
- Cardenas et al., 1. (2019). *Efecto de cineol y esparteína en el control biológico de Aphis fabae S. y Trichogonia costata S. en Sambucus nigra L. y Buddleja*. Huancayo: Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente.
- Carrillo et al, 1. (2013). Vida útil de los alimentos. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, ISSN 2007-9990.
- Castro, M. (2001). *El valor actual neto (VAN) como criterio fundamental de evaluación de negocios*. Revista Economía y Desarrollo.
- Cazon et al, 1. (2017). Polysaccharide-based films and. *Food Hydrocolloids*, 136.
- Ceballos et al, 1. (2018). ACEITES ESENCIALES EN LA CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS. *Science Direct*.
- Charro, M. (2015). *OBTENCIÓN DE PLÁSTICO BIODEGRADABLE A PARTIR DE ALMIDÓN DE PATATA*. Quito, Universidad central del Ecuador.
- Chavarrias, M. (2013). *El pH de los alimentos y la seguridad alimentaria*. España: Revista Consumer.

- Chiumarelli, M. (2011). *Fresh cut 'Tommy Atkins' mango pre-treated with citric acid and coated with cassava (Manihot esculenta Crantz) starch or sodium alginate* (Vol. 12). ScienceDirect. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ifset.2011.02.006>
- Coppini, M. (2018). Consecuencias del uso de plástico en nuestra vida cotidiana. *Geoinnova*.
- Danmaliki, G. (2016). *Bioethanol Production from Banana Peels*. Journal of Environmental Science. Recuperado el 02 de Julio de 2020, de https://www.researchgate.net/profile/Shamsuddeen_Ahmad2/publication/309722051_Bioethanol_Production_from_Banana_Peels/links/5823999608ae7ea5be720965/Bioethanol-Production-from-Banana-Peels.pdf
- Delville et al, 1. (2002). Solid state photocrosslinked starch based films; a new family of homogeneous modified starches. *Carbohydrate Polymers*, 49.
- Díaz & Hurtatiz, 1. (2012). *PLAN DE NEGOCIO DISEÑO, FABRICACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE BOLSAS BIODEGRADABLES*. Bogotá: Facultad de postgrados, Especialización en gerencia de proyectos, Universidad EAN.
- Dobre et al, 1. (2013). Preliminary studies on the antimicrobial activity of essential oils against food borne bacteria and toxigenic fungi. *Food Technology*, 16.
- Escobar. (2009). *Películas biodegradables y comestibles desarrolladas en base a aislado de proteínas de suero lácteo: estudio de dos métodos de elaboración y del uso de sorbato de potasio como conservador*. Uruguay: REVISTA DEL LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY. Recuperado el 01 de Julio de 2020
- Eum et al, 1. (2009). Influence of edible coating on quality of plum (*Prunus salicina*). *European Food Research and Technology*.
- Falguera et al. (2011). *Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use* (Vol. 22). Trends in Food Science & Technology. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.02.004>
- FAO. (2004). *La economía mundial del banano*. Roma.
- FAO. (2019). ORGANIZACIÓN DE LA NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. Obtenido de <http://www.fao.org/3/I9183ES/i9183es.pdf>
- Fernandez et al, 1. (2015). *Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa favorable en la conservación poscosecha de frutas y hortalizas*. Cuba: Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542015000300008
- García et al, 1. (2011). Oxidación del almidón nativo de plátano para su uso potencial en la fabricación de materiales de empaque biodegradables: caracterización física, química, térmica y morfológica. *Iberoamericana de Polímero*.
- García, I. (2012). *“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACION DE UNA EMPRESA QUE*. Sangolquí.
- García, Y. (2018). *OBTENCIÓN DE PRODUCTOS CON VALOR AGREGADO A PARTIR DE BANANO DE RECHAZO EN EL CONTEXTO ECUATORIANO*. Colombia. Obtenido de <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/2807/Tesis%20Yadira%20Vargas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Garrigues et al., 1. (2017). *APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES A BASE DE ACEITES ESENCIALES EN ACEITUNAS DE MESA COMERCIALIZADAS SIN LÍQUIDO DE GOBIERNO*. Valencia: UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE.

- Girard, e. a. (2002). *Emulsifying Properties of Whey Protein Carboxymethylcellulose Complexes*. Journal of Food Science. Obtenido de <https://scihub.tw/10.1111/j.1365-2621.2002.tb11369.x>
- Giron, E. (2012). “*LA TASA INTERNA DE RETORNO Y EL VALOR ACTUAL NETO COMO HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN FINANCIERA, EN PROYECTOS PARA PLANTACIONES DE MADERA TECA*”. Guatamala. Obtenido de http://www.biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03_4056.pdf
- Gomez, J. (2016). *DIAGNÓSTICO DEL IMPACTO DEL PLÁSTICO - BOTELLAS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE. UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS*.
- González et, E. (2017). *Efecto de la Adición de Goma Gelana sobre las Propiedades de Barrera y Físico Mecánicas de Biopelículas Binarias*. Colombia: Revista SCIELO. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642017000100014>
- Grupo de Investigación de Economía Ecológica, 1. (2016). *La basura: consecuencias ambientales y desafíos*. Argentina: Universidad Nacional de Mar del Plata. Obtenido de <https://eco.mdp.edu.ar/institucional/eco-enlaces/1611-la-basura-consecuencias-ambientales-y-desafios#:~:text=Adem%C3%A1s%20de%20la%20contaminaci%C3%B3n%20del%20medio%20ambiente%20en%20general>
- Javanbakht & Shaabani, 1. (2019). *Carboxymethyl cellulose-based oral delivery systems* (Vol. 55). Obtenido de <https://scihub.tw/https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.04.079>
- Jiang et al, 1. (2011). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of Rosemary. *Environmental toxicology and pharmacology*.
- Jovic, M. (2017). *For a Greener Future: Biodegradable Packaging Materials*. Recuperado el 01 de Julio de 2020, de <https://www.prescouter.com/2017/04/biodegradable-packaging-materials/>
- Lalaleo, D. (2017). *Caracterización reológica de suspensiones elaboradas a partir harina y*. Ambato: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO. Recuperado el 01 de Julio de 2020, de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24739/1/AL%20621.pdf>
- López et al, 1. (2017). *EVALUACIÓN DE PROPIEDADES MECÁNICAS DE PELÍCULAS BIODEGRADABLES A BASE DE ALMIDÓN DE PAPA, ALMIDÓN DE YUCA Y PROTEÍNA DE SUERO DE LECHE. Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*. Obtenido de <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume2/3/10/95.pdf>
- Malathi et al, 1. (2014). Recent trends of Biodegradable polymer: : Biodegradable films for Food Packaging and application of Nanotechnology in Biodegradable. *Current Tends in Technology and Science*.
- Mamami, G. (2019). *ESTUDIO DEL EFECTO DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE ACEITE ESENCIAL DE EUCALIPTO (Eucalyptus glóbulos), SOBRE LOS ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS Y EL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE LA PAPAYA ANDINA (Carica pubescens) MÍNIMAMENTE PROCESADA*. (U. N. ALTIPLANO, Ed.) PERÚ: SCIELO. Obtenido de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/12118/Mamani_Mamani_Gustavo_Hernan.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Meza, A. (2006). *Desarrollo de películas o recubrimientos comestibles con potencial para el recubrimiento de frutas frescas. Proyecto de especialización en biotecnología. Universidad Autónoma Metropolitana– Iztapalapa, 76*.
- Ministerio del Ambiente Ecuador, (. (2018). *La gestión de los residuos sólidos en los municipios*. Quito. Obtenido de <https://www.ambiente.gob.ec/la-gestion-de-los>

- residuos-solidos-en-los-municipios-un-proyecto-prioritario-para-el-gobierno-nacional/
- Moreno, G. (2015). *UTILIZACIÓN DE HARINA DE PLÁTANO (Musa balbisiana), EN EL DESARROLLO DE PELÍCULAS BIODEGRADABLES ACTIVAS*. Ambato: SCIELO. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/11979/1/AL%20572.pdf>
- Morocho, M. (2018). EFECTO ANTIMICROBIANO IN VITRO DEL ACEITE ESENCIAL DE EUCALIPTO (Eucalyptus spp.) SOBRE CEPAS CERTIFICADAS DE Escherichia coli Y Staphylococcus aureus. *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO*.
- Norma Mexicana F-102-5, 1. (1978). *Determinacion De Acidez Titulable De Frutas Y Hortalizas*. Mexico.
- ONU. (2018). *O nos divorciamos del plástico, o nos olvidamos del planeta*. Indonesia. Recuperado el 01 de Julio de 2020, de <https://news.un.org/es/story/2018/06/1435111>
- Patiño et al, 1. (2014). Extracción por arrastre de vapor de aceite esencial del romero. *Ciencias Tecnológicas y Agrarias*.
- PNUMA, 1. (2005). Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- ProEcuador. (2015). Producción nacional de banano. *El Productor*.
- Rodriguez. (2002). *Evaluación de biopelículas formuladas a partir de almidón de*. Obtenido de <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1586/IND-ZAP-CRI-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rosales, A. (2016). *Obtención de biopolímero plástico a partir del almidón de malanga (Colocasia esculenta), por el método de polimerización por condensación*. Managua. Recuperado el 01 de Julio de 2020, de <https://repositorio.unan.edu.ni/2687/1/28212.pdf>
- Salinas & et., V. (2015). *Propiedades físicas, mecánicas y de barrera de películas comestibles a base de mucílago de Nopal como alternativa para la aplicación en frutos*. México. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/813/81343176007.pdf>
- Sánchez & Valdez . (2019). *Biopelícula activa a base de almidón de mandioca (Manihot Esculenta) aceite esencial de romero (Rosmarinus officinalis) reforzado con organoarcillas*. Lima. Obtenido de https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/1768/Jackeline_Tesis_Licenciatura_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Sanchez et al, 1. (2010). Physical properties of edible chitosan films containing bergamot essential oil and their inhibitory action on Penicillium italicum. *Carbohydrate Polymers*, 246.
- Santacruz & Quitiguiña, 1. (2012). *Obtención de jarabe de glucosa a partir de la hidrólisis ENZIMÁTICA DE ALMIDÓN DE BANANO, MUSA CAVENDISH*. Quito: SCIELO. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-54602012000100005
- Solano et al., 1. (2018). *Películas y recubrimientos comestibles funcionalizados*. Mexico: Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. doi:<https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2018.0.153>
- Solís, S. (2016). *ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PELÍCULAS COMESTIBLES ELABORADAS CON HIDROXIPROPILMETILCELULOSA (HPMC)*. México: Universidad Autónoma del Estado de México. Obtenido de <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/65172/Elaboraci%C3%B3n+de+pel%C3%ADculas+comestibles+HPMC.pdf?sequence=1>

- Trade Map, 1. (2013). Exportacion de harino de banano. Obtenido de <https://www.trademap.org/Index.aspx>
- Trejo et al., T. (2015). *EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE EUCALIPTO Y SU APLICACIÓN COMO AGENTE ANTIFÚNGICO EN UN ENVASE ACTIVO PARA CONSERVACIÓN DE FRAMBUESA* (Vol. 16). Mexico: Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha.
- Trujillo, C. (2014). *OBTENCIÓN DE PELÍCULAS BIODEGRADABLES A PARTIR DE ALMIDÓN DE YUCA (Manihot esculenta Crantz) DOBLEMENTE MODIFICADO PARA USO EN EMPAQUE DE ALIMENTOS*. Peru: UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS. Obtenido de <http://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/UNAMAD/65/004-2-1-013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- UNAM Global, 1. (2020). ¿Por qué el plástico tarda tanto tiempo en degradarse? *Revista El Financiero*, 23. Obtenido de <https://www.fundacionaquae.org/cuanto-tiempo-tardan-degradarse-desechos/>
- UNEP, P. d. (2018). *Defendemos la educacion, sostemos al mundo*. Recuperado el 01 de Julio de 2020, de https://cme-espana.org/wp-content/uploads/2020/01/Material_Complementario_-_Profesorado_RescatemosLosOceanos_SAME_2020.pdf
- Urquiza, K. (2020). *OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN FUNCIONAL DE HARINA Y ALMIDÓN DE BANANO (Musa acuminata variedad Cavendish), A PARTIR DEL RECHAZO OBTENIDO DE LA INDUSTRIA BANANERA*. Riobamba. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/6553/1/OBTENCI%c3%93N%20Y%20CARACTERIZACI%c3%93N%20FUNCIONAL%20DE%20HARINA%20Y%20ALMID%c3%93N%20DE%20BANANO.pdf>
- Velázquez, A. &. (2017). *Investigaciones recientes en recubrimientos comestibles aplicados en alimentos*. (T. S. Alimentos, Ed.) Obtenido de <https://tsia.udlap.mx/investigaciones-recientes-en-recubrimientos-comestibles-aplicados-en-alimentos/>
- Yang & Paulson, 1. (2000). *Mechanical and water vapour barrier properties of edible gellan films*. Canada: Food Research International. Obtenido de [https://sci-hub.tw/https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(00\)00092-2](https://sci-hub.tw/https://doi.org/10.1016/S0963-9969(00)00092-2)
- Zapata, D. (2019). *Evaluación de biopelículas formuladas a partir de almidón de banano verde (Musa paradisiaca) y yuca (Manihot esculenta) con gel de sábila (Aloe vera)*. Peru: UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA. Obtenido de <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1586/IND-ZAP-CRI-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Zapata, D. (2019). *Evaluación debiopelículas formuladas a partir de almidón de banano verde (Musa paradisiaca) y yuca (Manihot esculenta) con gel de sábila (Aloe vera)*. Obtenido de <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1586/IND-ZAP-CRI-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

7. ANEXOS

Anexo 1: Elaboración de las biopelículas con aceites esenciales

A



B



C



D



E



F



Fuente: Bonifaz. E, (2020)

Interpretación:

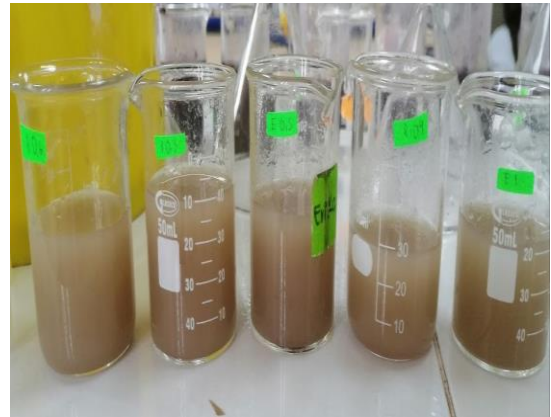
A: Adición y cocción de la harina de banano, CMC y glicerol en el Thermomix. **B:** Incorporación del AEE (0.5, 1, 1.5%). **C:** Moldeado de la solución en la caja petri 15 ml. **D:** Secado de la matriz polimérica en un desecador. **E:** Desmoldeo de las biopelículas. **F:** Almacenamiento de las biopelículas en un lugar fresco y seco.

Anexo 2: Análisis físico mecánicas de las biopelículas

A



B



C



D

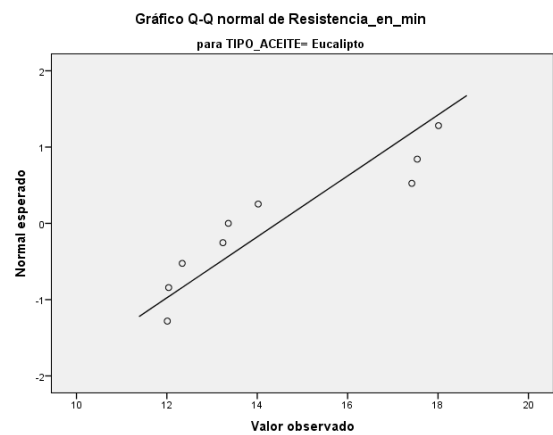
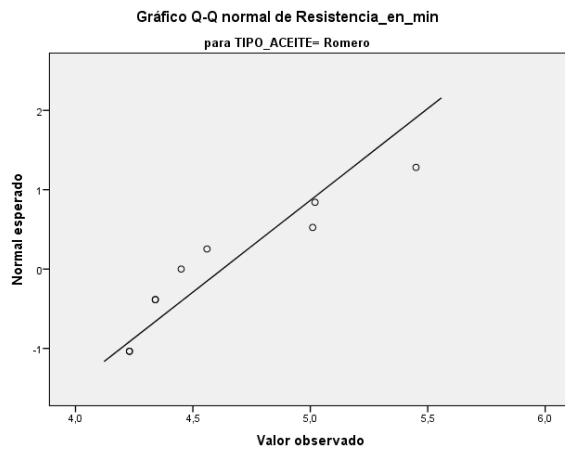
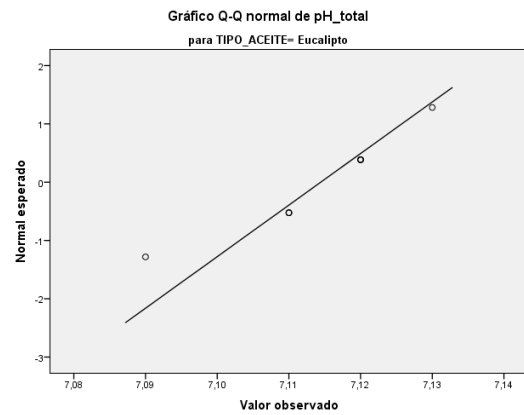
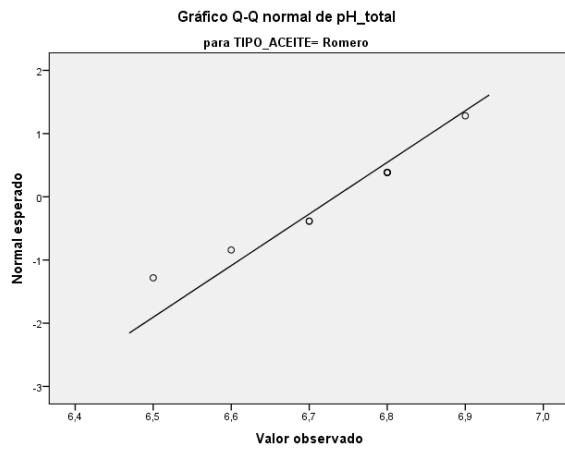
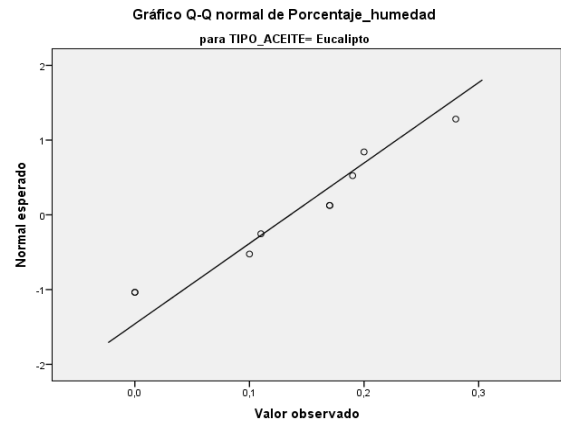
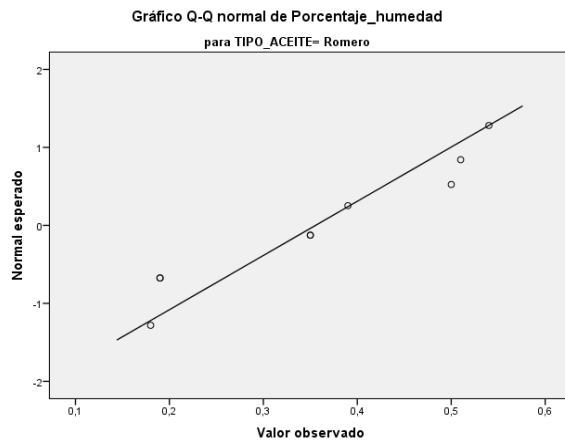


Fuente: Bonifaz. E, (2020)

Interpretación:

A: Contenido de humedad. **B:** pH **C:** Resistencia al agua. **D:** Medición del espesor.

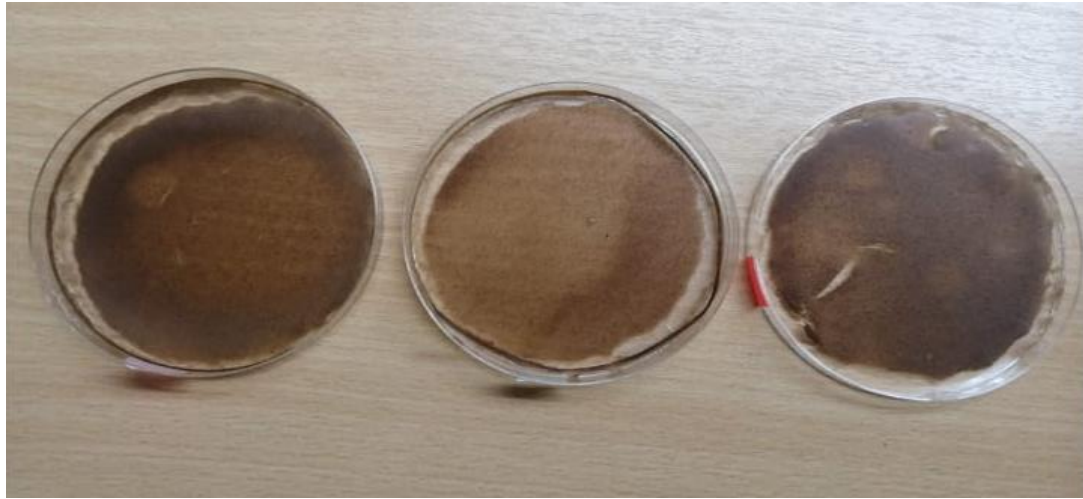
Anexo 3: Gráficos de probabilidad de las biopelículas según los aceites esenciales



Fuente: Bonifaz. E, (2020)

Interpretación: Según las gráficas de Q-Q normal ratifican que, de las 3 variables (pH, contenido de humedad, resistencia) cumplen una ley de normalidad propuesta por Shapiro Wilk.

Anexo 4: Elaboración de biopelículas en bicapa



Fuente: Bonifaz. E, (2020)

Interpretación: Las biopelículas desarrollados con las distintas en bicapa por acción del aceite esencial se cuartearon. (AEE₁, AEE₂, AEE₃, AER₄, AER₅ y AER₆)

Anexo 5: Encuesta de aceptabilidad del producto

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



ENCUESTA

Objetivo: Identificar a los posibles consumidores de frutos secos en empaques biodegradables a base de harina de banano.

Marque con una X según corresponda

1. ¿Consumen usted los siguientes productos?

Frutos secos	SI (<input type="checkbox"/>)	NO (<input type="checkbox"/>)
Galletas	SI (<input type="checkbox"/>)	NO (<input type="checkbox"/>)
Cafe	SI (<input type="checkbox"/>)	NO (<input type="checkbox"/>)

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

Frutos secos	diario (<input type="checkbox"/>)	semanal (<input type="checkbox"/>)
Galletas	diario (<input type="checkbox"/>)	semanal (<input type="checkbox"/>)
Cafe	diario (<input type="checkbox"/>)	semanal (<input type="checkbox"/>)

3. ¿Estaría dispuesto a consumir frutos secos empacados con material biodegradable a base de harina de banano?

SI () NO ()

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

50 g. (<input type="checkbox"/>)	250 g. (<input type="checkbox"/>)
500 g. (<input type="checkbox"/>)	750 g. (<input checked="" type="checkbox"/>)

5. ¿En qué lugar le gustaría adquirir los frutos secos empacada con material biodegradable?

Ferias de emprendimiento	(<input type="checkbox"/>)
Tiendas de barrio	(<input type="checkbox"/>)
Supermercados	(<input type="checkbox"/>)
Otros	(<input type="checkbox"/>)

6. ¿Por qué razón consumiría estos productos?

Cuidado del medio ambiente	(<input type="checkbox"/>)
Material innovador	(<input type="checkbox"/>)
Otro	(<input type="checkbox"/>)

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

Anexo 6: Estructura de costos

Costo Total			
Expresado en dolares			
Concepto	Fijo	Variable	Total
1. Costos de Produccion			\$ 139.184,79
Costos Directos			\$ 121.990,89
Materia Prima y M. directos			
Banano de rechazo		\$ 909,86	
Glicerina		\$ 10.091,24	
CMC		\$ 671,68	
aceite esencial de eucalipto		\$ 110.160,00	
Cartones		\$ 135,22	
Etiquetas		\$ 22,89	
Mano de Obra	\$ 12.366,40		\$ 12.366,40
Costos Indirectos de Fabricacion			\$ 4.827,50
Arriendo de la planta	\$ 3.600,00		
Depreciacion	\$ 537,50		
Amortizacion	\$ 350,00		
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	\$ 39.411,90	\$ 121.990,89	\$ 161.402,79

Fuente: Bonifaz. E, (2020)