

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

“APLICACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO A BASE DE CÁSCARA DE PIÑA (*Ananas comosus*) Y ACEITE ESENCIAL DE SEMILLA DE AGUACATE (*Persea americana*) PARA CONSERVAR QUESO FRESCO”

Autor(es): Lizbeth Tatiana Chamba Cumbicos
Talía Lizeth Niauñay Chávez

Tutora: Dra. Ana Mejía López

Riobamba – Ecuador

Año 2019

REVISIÓN DEL TRIBUNAL

Los miembros del tribunal de Graduación del Proyecto de Investigación de título; "APLICACIÓN DE UNRECUBRIMIENTO A BASE DE CÁSCARA DE PIÑA (*Ananas comosus*) Y ACITE ESENCIAL DE SEMILLA DE AGUACATE (*Persea americana*) PARA CONSERVAR QUESO FRESCO". Presentado por Chamba Cumbicos Lizbeth Tatiana y Niauñay Chávez Talia Lizeth, dirigida por la Dra. Ana Mejía López MsC.

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

Para constancia de lo expuesto firman:

Dr. Mario Salazar Vallejo MsC.

Presidente del Tribunal



Firma

Dra. Ana Mejía López MsC.

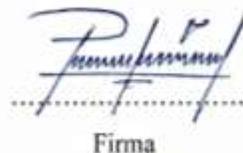
Directora del Proyecto de Investigación



Firma

Ing. Paúl Ricaurte Ortiz MgS.

Miembro del Tribunal



Firma

Ing. Diego Moposita Vásquez MgS

Miembro del Tribunal

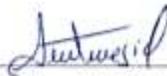


Firma

CETIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Dra. Ana Mejía López en calidad de tutora de tesis, cuyo tema es: “APLICACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO A BASE DE CÁSCARA DE PIÑA (*Ananas comosus*) Y ACÉITE ESENCIAL DE SEMILLA DE AGUACATE (*Persea americana*) PARA CONSERVAR QUESO FRESCO”, certifico que el informe final del trabajo investigativo, ha sido revisado y corregido, razón por la cual autorizo a la estudiante Lizbeth Tatiana Chamba Cumbicos y Talía Lizeth Niauñay Chávez, para que se presenten ante el Tribunal de defensa respectivo para que se lleve a cabo la sustentación de su tesis.

Atentamente,



Dra. Ana Mejía López MsC

Tutora del proyecto

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

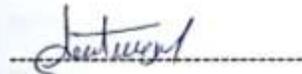
La responsabilidad del contenido del proyecto de Grado denominado “APLICACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO A BASE DE CÁSCARA DE PIÑA (*Ananas comosus*) Y ACEITE ESENCIAL DE SEMILLA DE AGUACATE (*Persea americana*) PARA CONSERVAR QUESO FRESCO”, corresponde exclusivamente a Lizbeth Tatiana Chamba Cumbicos y Talia Lizeth Niauñay Chávez, las autoras; como también a la directora del proyecto Dra. Ana Mejía López, incluyendo todas las tablas, figuras y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.



Lizeth Tatiana Chamba Cumbicos
C.I 1900482215
Autora del proyecto



Talia Lizeth Niauñay Chávez
C.I 0650164395
Autora del proyecto



Dra. Ana Mejía López MsC.
C.I 0601948813
Directora del Proyecto de Investigación

AGRADECIMIENTO

Agradecida con nuestro Padre celestial por guiarme y dado las fuerzas necesarias para seguir adelante, este trabajo de tesis ha sido una gran bendición en todo sentido y te lo agradezco padre, y no cesan mis ganas que es gracias a ti que este objetivo de vida está cumplido. Agradezco a mis padres Rodrigo Chamba e Hilda Cumbicos, especialmente a mi amada madre por ser mi mayor apoyo en este proceso de formación profesional como de vida y a su pareja Edgar Maza por brindarme su cariño y consejos. A mis queridos hermanos quienes con sus palabras de aliento no me dejaban de caer para que siga adelante y siempre cumpla con mis ideales, gracias por siempre estar en las buenas y malas. A mi compañero de vida Alex Tierra no ha sido un camino fácil, pero has estado brindándome comprensión, cariño y amor.

Lizbeth Tatiana Chamba Cumbicos

Agradezco a Dios principalmente por darme la vida a mi padre Patricio Niauñay y mi madre María Chávez por enseñarme ejemplos, enseñanzas, luchar por lo que deseo y muchas cosas más; a mi compañero, amigo de vida Diego Meneses por estar ahí conmigo apoyándome en las buenas y en las malas en todo este trayecto de mi formación profesional; a mi Karen Niauñay por estar ahí sacándome una sonrisa a pesar de que este triste, los disgustos que tenemos y por último a mi amiga Irma Andrade que a pesar de los tropiezos ha estado ahí apoyándome diciendo que tu si puedes y eres una luchadora.

Talia Lizeth Niauñay Chávez

Agradecidas con la Universidad Nacional de Chimborazo, maestros, compañeros especialmente a nuestra tutora Dra. Ana Mejía y a todos los docentes que supieron guiarnos, tener paciencia y por compartir sus conocimientos e hicieron que finalmente esta etapa de formación concluyera con éxito.

Lizbeth y Talia

DEDICATORIA

Mathias Tierra, hijito mío eres mi orgullo y mi gran motivación, libras mi mente de todas las adversidades que se presentan y me impulsas a cada día superarme para ofrecerte algo mejor.

A toda mi familia por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes, me han motivado constantemente para alcanzar mis anhelos.

A mis compañeros, amigos presentes y pasados quienes sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos, alegrías, tristezas y a todas aquellas personas que estuvieron a mi lado apoyándome y logrando que este sueño se haga realidad.

Lizbeth Tatiana Chamba Cumbicos

A toda a mi familia por estar ahí apoyándome en todo este trayecto de mi vida y principalmente a mis padres y a mi compañero de vida Diego Meneses y familia por ser mi motor e inspiración para ser lo que soy ahora y todos sus consejos que día a día me han hecho ser la persona que soy actualmente.

Talia Lizeth Niauñay Chávez

ÍNDICE GENERAL

REVISIÓN DEL TRIBUNAL	ii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	iii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA.....	vi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I.....	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1 PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN.....	2
1.2 OBJETIVOS	3
1.2.1 Objetivo General.....	3
1.2.2 Objetivos Específicos	3
CAPITULO II	4
MARCO TEÓRICO	4
2.1 Queso Fresco.....	4
2.2 Semilla de aguacate (<i>Persea americana</i>).....	4
2.3 Recubrimientos Comestibles	5
2.3.1 Componentes de un recubrimiento comestible.....	6
2.4 Microorganismos	8
2.4.1 Aerobios mesófilos	8
2.4.2 <i>Escherichia coli</i>	8
2.4.3 <i>Staphylococcus aureus</i>	9

2.5 Pruebas físico-químicas y mecánicas.....	9
2.5.1 pH.....	9
2.5.2 Solubilidad (SR)	9
2.5.3 Permeabilidad al vapor de agua (PVA)	10
2.5.4 Espesor.....	10
2.5.5 Textura.....	10
CAPITULO III.....	11
METODOLOGÍA.....	11
3.1 Tipo y Diseño de Investigación	11
3.2 Técnicas de recolección de Datos	11
3.3 Procedimientos.....	11
3.5.1 Obtención de la materia prima.....	11
3.5.2 Obtención del aceite esencial de semilla de aguacate (<i>Persea americana</i>).....	12
3.5.3 Elaboración de los recubrimientos.....	13
3.4 Procedimientos de las pruebas físico-químicas de los recubrimientos.....	14
3.4.1 pH.....	14
3.4.2 Solubilidad (SR)	14
3.4.3 Permeabilidad al vapor de agua (PVA)	14
3.4.4 Espesor.....	15
3.5 Procedimientos de las pruebas mecánicas de los recubrimientos.....	15
3.5.1 Textura.....	15
3.6 Procedimientos de los análisis microbiológicos de los tratamientos	15
3.7 Análisis estadístico.....	16
CAPITULO IV	17
DISCUSIÓN Y RESULTADOS	17

4.1 Pruebas físico-químicas	17
4.1.1 pH.....	17
4.1.2 Solubilidad (SR)	18
4.1.3 Permeabilidad al vapor de agua (PVA)	18
4.1.4 Espesor.....	19
4.2 Pruebas mecánicas	20
4.2.1 Textura.....	20
4.3 Análisis microbiológicos	21
4.3.1 Aerobios mesófilos	21
4.3.2 Escherichia coli.....	22
4.3.3 Staphylococcus aureus.....	23
4.4 Pruebas organolépticas.....	24
4.4.1 Olor	24
4.4.2 Color	25
4.4.3 Sabor	25
4.4.4 Textura.....	25
CAPITULO V	27
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	27
5.1 Conclusiones.....	27
5.2 Recomendaciones	27
Referencias Bibliografía	28
ANEXOS	33
Anexo 1.....	33
Anexo 2.....	35

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Composición química de la semilla de aguacate (<i>Persea americana</i>)	5
Tabla 2 Ingredientes para la elaboración del recubrimiento	13
Tabla 3 Formulación con cáscara de piña (<i>Ananas comosus</i>) y semilla de aguacate (<i>Persea americana</i>)	13
Tabla 4 Control microbiológico.....	15
Tabla 5 ANOVA del pH	17
Tabla 6 Estadísticos descriptivos del pH	17
Tabla 7 ANOVA de Solubilidad.....	18
Tabla 8 Estadísticos descriptivos de Solubilidad.....	18
Tabla 9 ANOVA de Permeabilidad	19
Tabla 10 Estadísticos descriptivos de Permeabilidad	19
Tabla 11 ANOVA del Espesor	20
Tabla 12 Estadísticos descriptivos del Espesor	20
Tabla 13 ANOVA de la Fuerza de punción.....	20
Tabla 14 Estadísticos descriptivos de la Fuerza de punción.....	21
Tabla 15 ANOVA de Aerobios mesófilos	21
Tabla 16 Estadísticos descriptivos de Aerobios mesófilos	22
Tabla 17 ANOVA de Escherichia coli.....	22
Tabla 18 Estadísticos descriptivos de Escherichia coli.....	23
Tabla 19 ANOVA de Staphylococcus aureus.....	23
Tabla 20 Estadísticos descriptivos de Staphylococcus aureus.....	24
Tabla 21 Tabulación de datos referentes al olor	24
Tabla 22 Tabulación de datos referente al color.....	25
Tabla 23 Tabulación de datos referente al sabor	25
Tabla 24 Tabulación de datos referentes a la textura.....	26

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de Flujo para la elaboración de harinas.	12
Figura 2. UFC/g de Aerobios mesófilos	22
Figura 3. UFC/g de Escherichia Coli.....	23
Figura 4. UFC/g de Staphylococcus aureus.....	24

RESUMEN

En Ecuador existe una gran cantidad de desechos agroindustriales que pueden ser utilizados con otros fines, por esta razón se realizó estudios experimentales para la elaboración de recubrimientos con cáscaras de piña (*Ananas comosus*) y semillas de aguacate (*Persea americana*) en conservación de queso fresco. Se elaboraron 4 tratamientos (Q2, Q3, Q4, Q5) utilizando recubrimientos elaborados a base de almidón de yuca y las harinas de los desechos, los mismos que fueron comparados con un blanco (Q1). Se realizó la cuantificación de 3 microorganismos; (Aerobios mesófilos, *Escherichia. coli* y *Staphylococcus aureus*) durante 17 días, tiempo máximo de consumo del queso. Estadísticamente para el recuento de UFC/g, de los tres microorganismos patógenos no existieron diferencias significativas, ninguna de los recubrimientos retardó el crecimiento microbiológico. Las pruebas físico-químicas y mecánicas de los recubrimientos a utilizar fueron todas estadísticamente diferentes, siendo el tratamiento Q4 de mejores características. En las pruebas organolépticas Q2 y Q4 fueron los más agradables porque ayudo a mantener las características propias del queso fresco mientras que el tratamiento Q5 el olor y sabor fue muy desagradable por las características propias de la semilla de aguacate (*Persea americana*). Se concluye que una parte de almidón de yuca se puede reemplazar por los desechos estudiados y pueden servir como empaque biodegradable.

Palabras claves: harina, aceite esencial de semilla de aguacate, cáscara de piña, espesor.

Abstract

In Ecuador there is a large amount of agroindustrial waste that can be used for other purposes, for this reason experimental studies were carried out for the production of coatings with pineapple shells (*Ananas comosus*) and avocado seeds (*Persea americana*) in preservation of fresh cheese. Four treatments (Q2, Q3, Q4, and Q5) were developed using coatings made from cassava starch and the flours of wastes, which were compared to a target (Q1). The quantification of 3 microorganisms was performed; (Aerobic mesophilic, *Escherichia. Coli* and *Staphylococcus aureus*) for 17 days, maximum cheese consumption time. Statistically for the UFCL/g count, of the three pathogenic microorganisms there were no significant differences, none of the coatings retarded microbiological growth. The physical-chemical and mechanical tests of the coatings to be used were all statistically different, with the Q4 treatment having better characteristics. In the Q2 and Q4 organoleptic tests, they were the most pleasant because it helped to maintain the characteristics of the fresh cheese while the Q5 treatment the smell and taste was very unpleasant due to the characteristics of the avocado seed (*Persea americana*). As a result, it could be mentioned that a part of cassava starch can be replaced by the wastes studied and can serve as biodegradable packaging.

Keywords: Flour, avocado seed, pineapple peel, thickness.

Reviewed by: Granizo, Sonia

Language Center Teacher



INTRODUCCIÓN

Actualmente las industrias alimentarias se ha interesado por obtener productos saludables y benéficos para nuestra salud; además se está realizando investigaciones para obtener alimentos sanos, amigables al medio ambiente, inocuos y puedan resistir ataques microbiológicos, de esta manera extendemos la vida útil de los alimentos (Juárez, 2017).

En estos últimos años una de las alternativas es el uso de recubrimientos comestibles-biodegradables, porque no existe un buen manejo de desechos no reciclables en nuestro país; este es un tipo de material delgado que se usa para el envolvimiento en los distintos alimentos para extender la vida de anaquel (Gulzar, Nayik, Ishrat, & Varun, 2015). Ayuda a retardar la deshidratación, modificar el intercambio gaseoso (CO₂ y O₂) y prevenir la pérdida de sustancias aromáticas (Moreno, 2015).

Los almidones permiten mejorar sus propiedades mecánicas, permeabilidad de vapor de agua y prolongar la vida de anaquel (Ramos, Margarita, & Romero , 2018). Es un polisacárido utilizando en la Industria Alimentaria por su costo relativamente bajo, este se utiliza como agentes espesantes, aumentar la viscosidad y agentes estabilizantes en geles (Zúñiga, 2019).

El aspecto de un aceite esencial es líquido aceitoso aromático obtenido por material vegetal como: flores, semillas, hojas, ramas, corteza y frutos; estos se utilizan principalmente en la industria de sabores y fragancias; en los últimos años se han utilizados ya que tienen propiedades antioxidantes y antibacterianas ya que en estudios se han demostrados estas propiedades por sus compontes que poseen (Arancibia, 2014) .

Dentro de los agentes plastificantes utilizados más frecuentemente se encuentran: glicerol, polietiléngricol, sorbitol, aceites, ácidos grasos, ceras, etc., siendo el glicerol uno de los más utilizados; el glicerol es ligeramente dulce y de baja toxicidad (Sofía, 2012).

Por lo anterior la presente investigación tienen como objetivo evaluar el efecto de un recubrimiento elaborado a base de cáscara de piña (*Ananas comosus*) con aceite esencial de semilla de aguacate (*Persea americana*) para alargar la vida útil del queso fresco.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

Desde hace mucho tiempo Ecuador ha obtenido ingresos económicos directamente de la agricultura, por lo cual las diferentes industrias han generado una gran cantidad de residuos agrícolas, dificultando su control.

La mayor cantidad de residuos de la piña producidos son considerados desechos, siendo estos incinerados, arrojados a quebradas o simplemente abandonados, convirtiéndose en un problema medioambiental. La piña al ser consumida en los hogares o ser procesada, es aprovechada solamente su parte comestible es decir la pulpa, descartando el corazón, cáscara y corona, que teóricamente constituyen un aproximado del sesenta por ciento de la fruta, los cuales son desechados, generando de esta manera acidificación de los suelos, convirtiéndose también en un foco para roedores e insectos ocasionando grandes perjuicios. (Bazurto & Adolfo, 2016). Para (Guarner & Malagelada, 2002), la cáscara de piña es un subproducto poco conocido por su aporte nutricional, la cual representa alternativas de investigación e industrialización, impidiendo así que sea desechada y origine un impacto negativo en el medio ambiente.

Por otra parte la cadena agroindustrial del aguacate genera residuos con una gran vialidad de aprovechamiento, las semillas por su capacidad colorante y los mesocarpios no aptos para comercialización que contienen un alto contenido de ácidos grasos insaturados, estos coproductos tienen un alto valor biológico los cuales pueden ser usados para la creación de nuevos productos. (Ramos L. H., 2017).

La mayor cantidad de residuos producidos por la industria alimentaria, además de ser una gran pérdida de materiales valiosos, también plantea graves problemas de gestión, tanto desde el punto de vista económico como ambiental. Sin embargo, muchos de estos residuos pueden ser reutilizados en otros sistemas de producción. (Mirabella, Castellani, & Sala, 2014). Se han registrado diversos factores como causantes de modificaciones en las propiedades del queso fresco (microestructura, propiedades físico-químicas, texturales, reológicas y sensoriales), entre ellos la formulación, las condiciones del proceso, almacenamiento y las alteraciones provocadas

por microorganismos, por esta razón la vida útil del queso fresco no es favorable para las Empresas queseras y consumidores. (Ramírez & Vélez, 2012).

Así mismo en el Ecuador tenemos una gran producción lechera, aproximadamente 5,1 millones de litros diarios la cual de esa producción también se destina para derivados lácteos y uno de ellos es el queso fresco o criollo, el más popular por factores tradicionales y económicos por ende es el más consumido por la población en Ecuador, pero la durabilidad en percha o conservación de este producto es muy corta por lo tanto este trabajo de investigación busca la manera de prolongar la vida útil de queso fresco con la utilización de desechos provenientes de la piña y aguacate, para ello se realizó la elaboración de recubrimientos activos tanto de la cáscara de piña (*Ananas comosus*), semilla y aceite esencial del aguacate (*Persea americana*) con el propósito de bajar la cantidad microbiana de los siguientes microorganismos; Aerobios mesófilos, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. Con el fin de conservar o darle una mayor oportunidad de vida útil al queso fresco ayudando a las empresas.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

- Evaluar el efecto de un recubrimiento elaborado a base de cáscara de piña (*Ananas comosus*) con aceite esencial de semilla de aguacate (*Persea americana*) para alargar la vida útil de queso fresco.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Elaborar recubrimientos a base de cáscara de piña y aceite esencial de semilla de aguacate con diferentes concentraciones.
- Realizar análisis fisicoquímicos, mecánicos y organolépticos a los recubrimientos con diferentes concentraciones de cáscara de piña y aceite esencial de la semilla de aguacate.
- Realizar análisis microbiológicos en los quesos aplicados con los diferentes recubrimientos para evaluar la vida útil del queso fresco.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Queso Fresco

Según la norma (NTE INEN 1528, 2012) define como queso fresco “al queso no madurado, ni escaldado, moldeado, de textura relativamente firme, levemente granular, preparado con leche entera, semidescremada, coagulada con enzimas y/ o ácidos orgánicos, generalmente sin cultivos lácticos. También se conoce como queso blanco”.

Los quesos frescos se consumen en un lapso de tiempo que va de 1 a 15 días, posee un alto contenido de humedad, estos son conservados a una temperatura menor a 4°C y 8°C; su textura es completamente blanda (Lema, 2017). De acuerdo a su composición y características físicas de producto se clasifican de acuerdo a la (NTE INEN 1528, 2012):

Según el contenido de humedad:

- Duro
- Semiduro
- Blando
- Semiblando

Según el contenido de grasa láctea:

- Rico en grasa
- Entero o graso
- Semidescremado o bajo en grasa
- Descremado o magro

2.2 Semilla de aguacate (*Persea americana*)

La semilla de aguacate es muy beneficioso para la salud, ya que contiene compuestos fenólicos que previene úlceras intestinales e infecciones bacterianas, ayuda a subir las defensas, previene la epilepsia y es un buen quemador de grasas (Martínez, 2019).

Según (Buenrostro, 2008) la semilla representa el 15% del peso de la fruta, la industrialización alimentaria actual desechan más de cien mil toneladas sin aprovechamiento alguno, esta semilla posee propiedades farmacológicas debido a la presencia ácidos grasos, compuestos polifenólicos y esteroides por la cual ha sido usada desde hace muchos años atrás contra padecimientos tales como dolores musculares, parásitos y micosis.

Las características químicas de la semilla de aguacate se indican en la Tabla 1:

Tabla 1
Composición química de la semilla de aguacate (Persea americana).

Componentes	Cantidad (%)
Agua (H_2O)	56,04 ± 2,58%
Lípidos	1,87 ± 0,31%
Proteínas	1,95 ± 0,16%
Ceniza	1,87 ± 0,24%
Fibra	5,10 ± 1,11%

Fuente: (Huamán, 2014)

En México existe una compañía “BIOFASE” que realiza popotes y cubiertos de semilla de aguacate, estas se degradan en 240 días y no como los plásticos en casi cien años; solamente estas semillas tiene un elemento que puede transformarse en plástico biodegradable o bioplástico; su mercado potencial es Estados Unidos, Canadá y Costa Rica (Nares, 2018). Busquemos nuevas alternativas para cuidar nuestro planeta Tierra, utilicemos productos biodegradables y fomentemos día a día un planeta más limpio.

Los polifenoles son los responsables de la calidad sensorial de un producto que (contribuyen al sabor, aroma y color) y nutricional de los alimentos que los contiene; es por ello que se usan en la industria alimentaria como colorantes y preservantes. (Huamán, 2014).

2.3 Recubrimientos Comestibles

La aplicación de recubrimientos comestibles es una tecnología y un método exitoso que está ganando importancia en la conservación de alimentos, ya que esta ayuda a extender la vida útil previniendo la deshidratación puesto que también retarda su descomposición, es una envoltura

protectora que puede ser ingerido junto con el alimento. (Segovia & Quezada, 2018). Los recubrimientos deben cumplir muchos requisitos involucrados en la comercialización de los alimentos entre los que mayor se destaca es el valor nutricional, alta calidad, sanidad, estabilidad y economía, mientras que sus funciones es contener el alimento protegerlo de la acción física, química, mecánica y microbiológica (Morales, 2011).

2.3.1 Componentes de un recubrimiento comestible.

- Almidón

Según (Guerrero, 2013) los almidones son polisacáridos predominantes en las plantas, se encuentran principalmente en los granos de cereales, tubérculos, frutas y varias legumbres, esta ayuda a mejorar la textura, viscosidad y estabilidad.

Los recubrimientos a base de almidón se utilizan para mejorar la textura y consistencia del alimento que se encuentra dentro de este recubrimiento, como también por su bajo costo, propiedades biodegradables y comestibles. (Rojas, 2018).

De acuerdo a (Trujillo, 2014) el almidón se añade a una solución acuosa y esta se calienta, los enlaces de hidrógeno se rompen, esta absorbe el agua se hincha, libera la amilosa ayuda que exista una viscosidad muy alta.

La amilosa debido a su lineación de moléculas es la principal formadora de películas o recubrimientos de almidón, esta necesita a su vez un plastificante como él (glicerol, sorbitol, polietilenglicol) para mejorar así su flexibilidad, si solamente se añadiera a la formulación almidón esta sería muy frágil (Trujillo, 2014).

Uno de los almidones utilizados es el de yuca (Trujillo, 2014) el almidón de yuca ((*Manihot esculenta* Crantz) es un polisacárido natural obtenido de la raíz de la yuca, está ganando gran interés en dar un aprovechamiento con un valor agregado formando películas o recubrimientos biodegradables.

- Cáscara de piña (*Ananas comosus*)

La cáscara corresponde al 19% de la fruta fresca, este desecho está formado principalmente por lignina, celulosa y hemicelulosa, harinas naturales presentes en los materiales vegetales. Se han encontrado elevados contenidos de fibra en algunas frutas tropicales como la piña (20%), en las cáscaras de piña se han encontrado valores de fibra dietética de 70,6%, asociado a un elevado contenido de miricetina principal antioxidante encontrada en este subproducto, reportó un contenido en fibra de 44,92% en cáscaras de piña.

La FD de la piña tiene actividad antioxidante, presenta propiedades de sabor y color neutro, lo que la hace apropiada para mejorar la aceptabilidad de un producto cuando es usada como suplemento de fibra dietética, varios autores identificaron que los subproductos de la piña son buena fuente de fibra dietética (>20% FD total), al tener un alto grado de FDI. La FD de piña ha sido empleada en forma efectiva en la producción de compuestos fenólicos a partir de la fermentación de la pulpa con el hongo *Rhizopus oligosporus* en la extracción de sus contenidos nativos y en la fabricación de harinas biodegradables para empaques (Cedeño & Johana, 2014).

- **Aceites esenciales**

Se estima que existen alrededor de tres mil aceites esenciales, que más doscientos están destinados en la industria de sabores y fragancias, en la industria alimentaria se han utilizado en materiales de envasado a base de harinas naturales como agentes conservantes por su efecto antimicrobiano y antioxidante; estos confieren sabores y olores intensos de esta manera modifica sus propiedades organolépticas (Arancibia, 2014).

Según (Rojas, 2018) la composición de un aceite esencial depende de las condiciones tanto ambientales como también de la temporada de cosecha, proceso de deshidratación y almacenamiento, todas estas pueden afectar a su composición química.

En esta investigación se utilizó el método de extracción por solventes porque no provoca la termo destrucción ni alteración química de los componentes del aceite esencial, para este método se necesita la muestra seca y molida los solventes a utilizar extraen ácidos grasos, ceras y pigmentos, etc. (Angulo, 2012). El aceite esencial de semilla de aguacate (*Persea americana*) extraído con solvente de hexano ha sido probado que es efectivo contra cepas de *M. tuberculosis*, este posee propiedades antimicrobianas y antioxidantes. Muestran importantes efectos inhibidores del

crecimiento bacteriano en Gram-positivas (*Staphylococcus aureus*) y bacterias Gram-negativas (*Escherichia coli*); una recomendación de la investigación es utilizar el aceite esencial de semilla de aguacate en un alimento ya que se sabe que inhibe las bacterias, hongos y levaduras sería un buen conservante en cualquier tipo de alimento (Osuntokun, 2017).

- **Glicerol**

El Glicerol ($C_3H_8O_3$) también conocido comercialmente como glicerina es un alcohol que poseen tres hidroxilos, es viscoso, incoloro y con un sabor dulce; en la industria alimentaria tiene diferentes usos debido a su dulzura como edulcorante de bebidas, tiene propiedades humectantes esto nos ayuda a que se mantengan frescos, es higroscópico; elaboración de dulces, licores ya que actúa como espesante, (Aranda, 2017).

Este está declarado desde 1959 como una sustancia segura para el consumo humano, las distintas calidades de la glicerina son:

- **Glicerina Cruda:** Contiene una gran cantidad de metanol, jabones agua y sales; tienen un contenido de glicerol del 40 y 88% en peso.
- **Glicerina grado técnico:** Posee una alta pureza con la mayoría de sus contaminantes completamente removidos su concentración no debe ser inferior al 98%.
- **Glicerina USP:** Esta es apta para es usos alimenticio, farmacéutico y cosmético, que posee una concentración del 99,7%. (Woloj, 2011).

2.4 Microorganismos

2.4.1 Aerobios mesófilos

Son microorganismos capaces de desarrollarse en presencia de oxígeno a una temperatura de 20-45 °C; principalmente refleja la calidad sanitaria de cualquier tipo de producto, indicando las condiciones higiénicas de la materia prima, la forma como fueron manipulados durante todo su proceso de elaboración. (Diaz, 2014).

2.4.2 *Escherichia coli*

Se caracteriza por ser bacilos Gram – de la familia enterobacterias cae.

Forma parte de la flora habitual del extracto digestivo de humanos que causan algunas cepas patógenas la diarrea, esto se debe a su interacción con la mucosa intestinal. Esta bacteria es la principal causante de al menos 20.000 casos de diarrea sanguinolenta y más de 200 muertes al año esto se debe a la insuficiencia renal que ocurre principalmente en niños pequeños y ancianos. (Rodríguez & Angeles, 2002).

2.4.3 *Staphylococcus aureus*

Es un microorganismo patógeno para el ser humano capaz causar una multitud de infecciones con un amplio rango de gravedad, desde infecciones localizadas de piel e intoxicaciones alimentarias, hasta infecciones invasoras y potencialmente mortales como neumonía. Su diversidad patogénica refleja su habilidad para colonizar exitosamente, adaptarse y sobrevivir en diferentes tejidos celulares durante la infección, todo esto podría contribuir a una progresión más rápida y complicada de la enfermedad. (Guillén, Carpinelli, Rodríguez, Castro, & Quiñónez, 2016).

2.5 Pruebas físico-químicas y mecánicas

2.5.1 pH

El desarrollo de patógenos en alimentos necesita de nutrientes, agua, temperatura adecuada y ciertos niveles de pH. Los valores de pH 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. La mayoría de los microorganismos patógenos crecen a un pH más bien neutro, entre 5 y 8. Es considerable controlar el pH para evitar la procreación de microorganismos patógenos y consecuentemente un mal olor. (Chavarrías, 2013).

2.5.2 Solubilidad (SR)

La solubilidad es una medida que indica la cantidad máxima de recubrimiento que se puede disolver en una cantidad de solvente y a una temperatura dada, es importante esta propiedad porque indica su funcionalidad es decir si se aplicará en alimentos con humedad alta o baja (Miramont, 2012).

2.5.3 Permeabilidad al vapor de agua (PVA)

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. Está influenciada por la cantidad de plastificante, por temperatura y humedad relativa. La importancia de esta propiedad radica en la aplicación de las películas, la cual es limitada por la característica hidrofília de los harinas usadas, afectando la eficiente propiedad de barrera (Valladares, 2017).

2.5.4 Espesor

La mayoría de los recubrimientos son de naturaleza hidrofílica según existe una relación entre la permeabilidad al vapor de agua y el espesor a medida q aumenta el espesor incrementa la resistencia a la transferencia de masa a través del recubrimiento. Termina la distancia que el permeato (vapor de agua y gases) debe correr para difundir de un lado a otro lado del recubrimiento. (Park & Chinan, 1995 citdo en Solis, 2016).

2.5.5 Textura

Textura o también conocida como fuerza de punción, expresada en Newtons (N), es una propiedad mecánica adecuada para determinar su resistencia y rigidez en recubrimientos. (Moreno, 2015).

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de Investigación

Para realizar este trabajo de investigación se realizó un diseño mediante tres etapas: recolección, medición y análisis de datos, de tipo experimental puesto que se realizó distintas formulaciones en el laboratorio para la obtención de recubrimientos aplicados a diferentes tratamientos, de tipo cuantitativo ya que los datos provienen de análisis cuantitativos los mismos que fueron tabulados estadísticamente.

El Diseño para la investigación se realizó considerando las siguientes unidades de análisis:

- ✚ **Q1:** Queso fresco sin recubrimiento.
- ✚ **Q2:** Queso fresco con recubrimiento a base de almidón de yuca.
- ✚ **Q3:** Queso fresco con recubrimiento a base de almidón de yuca y cáscara de piña.
- ✚ **Q4:** Queso fresco con recubrimiento a base de almidón de yuca y semilla de aguacate.
- ✚ **Q5:** Queso fresco con recubrimiento a base de almidón de yuca y cáscara de piña más aceite esencial de semilla de aguacate.

Todas las pruebas realizadas posteriormente descritas se realizaron por triplicado.

3.2 Técnicas de recolección de Datos

El proceso de la investigación se lo ejecutó en el laboratorio de control de calidad de la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Chimborazo donde se realizó pruebas fisicoquímicas, mecánicas, microbiológicas y la prueba de catación mediante encuestas y observación.

3.3 Procedimientos

Los procedimientos para cumplir los objetivos planteados fueron los siguientes:

3.5.1 Obtención de la materia prima

Las harinas de cáscara de piña (*Ananas comosus*) y semilla de aguacate (*Persea americana*) fueron procesadas en la Empresa “JAMBI KIWA”, el diagrama de la Figura 1 indica su proceso.

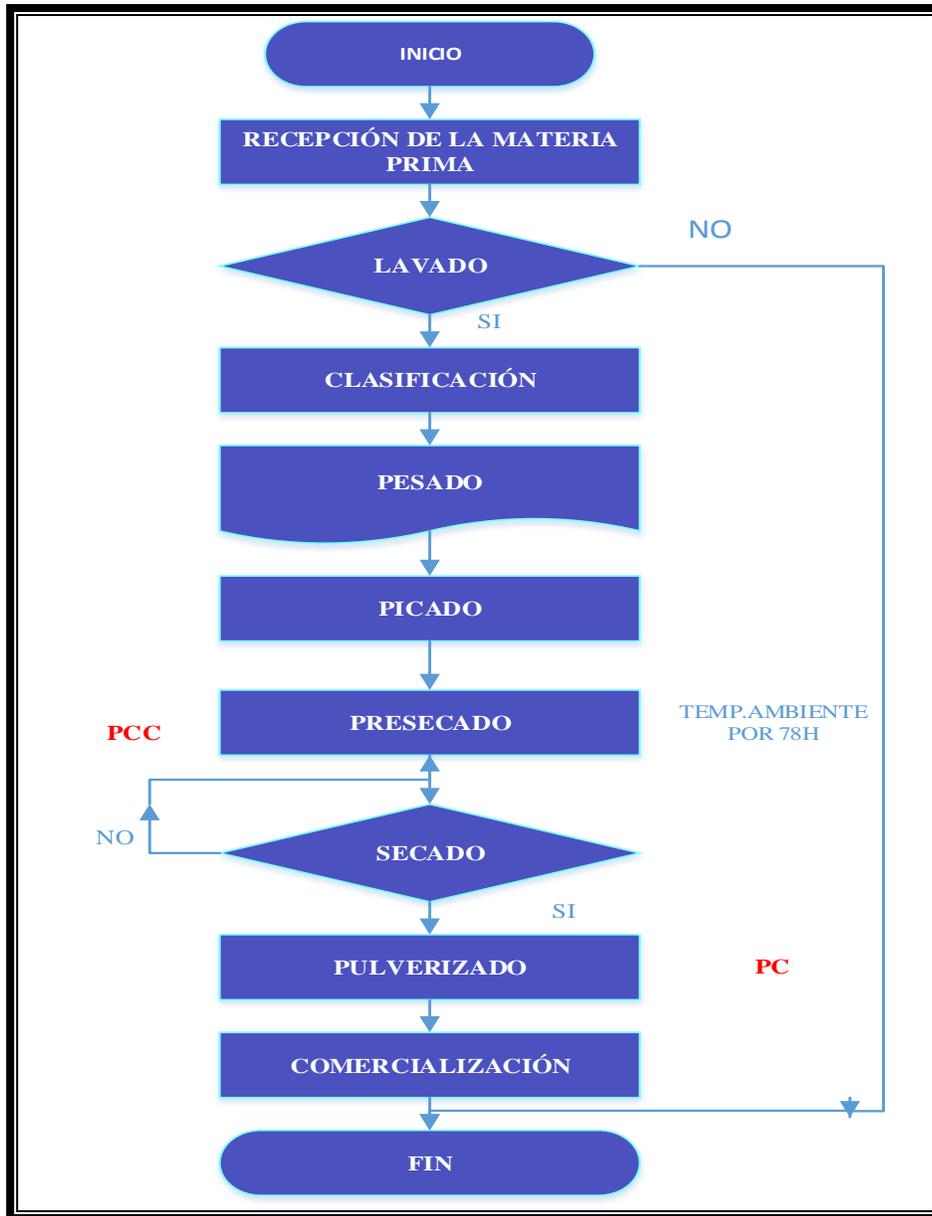


Figura 1. Diagrama de Flujo para la elaboración de harinas.

3.5.2 Obtención del aceite esencial de semilla de aguacate (*Persea americana*)

La extracción del aceite esencial de la semilla de aguacate (*Persea americana*) se realizó por el método directo por extracción de solventes en caliente.

1. Se colocó diferentes pesos de harinas en cartuchos.

2. Posteriormente se coloca en un vaso de fibra con n-hexano hasta que se cubra totalmente los cartuchos.
3. Se deja en maceración por 24 horas.
4. Se somete a reflujo por 1 hora y posteriormente se recupera el solvente (n-hexano) por destilación.

3.5.3 Elaboración de los recubrimientos

En la Tabla 2 se indica los porcentajes de los ingredientes para la elaboración del recubrimiento de almidón de yuca.

Tabla 2
Ingredientes para la elaboración del recubrimiento.

Ingredientes	(%)[m/v]
<i>H₂O</i>	92,95
Almidón de yuca	4,89
Glicerol	2,15

La formulación de recubrimiento a base de harinas de cáscara de piña (*Ananas comosus*) y semilla de aguacate (*Persea americana*), se presenta en la Tabla 3 se describe claramente los ingredientes en porcentajes de m/v.

Tabla 3
Formulación con cáscara de piña (Ananas comosus) y semilla de aguacate (Persea americana).

Ingredientes	(%)[m/v]
<i>H₂O</i>	92,95
Almidón de yuca	4,40
Harina de piña / semilla de aguacate	0,49
Glicerol	2,15

Para la elaboración de recubrimiento de almidón de yuca se realizó lo siguiente:

1. En una balanza analítica de precisión (SHIMADZU AUX 220) se pesó 4,9 g almidón de yuca.

2. Se diluyó con 95 ml de H_2O en un vaso de precipitación luego se procedió a calentar en una plancha magnética (BOECO MSH420) hasta alcanzar una temperatura de 85 °C durante 15 minutos con agitación constante.
3. Se dejó reposar hasta alcanzar los 65°C para añadir 2,2ml de glicerol.
4. Se agitó hasta obtener una mezcla homogénea y se filtró.
5. En cada caja petri de plástico (6cm diámetro) se colocó 7 ml de la mezcla preparada anteriormente y se secó en una estufa (MERMERT) durante 24 horas a 60°C.

Para la elaboración de recubrimiento de harina de cáscara de piña (*Ananas comosus*) o semilla de aguacate (*Persea americana*) se realizó lo siguiente:

1. Se pesa 4,5 g de almidón de yuca y 0,5 g de harina (cáscara de piña o de semilla de aguacate).
2. Se continúa desde el paso 2 del procedimiento anteriormente mencionado.

3.4 Procedimientos de las pruebas físico-químicas de los recubrimientos

3.4.1 pH

El pH se midió en una solución del 10% del recubrimiento preparada en H_2O destilada con la ayuda de un pH-metro de mesa (MILWAUKEE Mi 151).

3.4.2 Solubilidad (SR)

La solubilidad del recubrimiento se llevó a cabo según el método descrito por (Arancibia, 2014), que se procede así; se cortan en áreas de ($4cm^2$) colocando en un vaso de precipitación con 50ml de agua destilada a temperatura ambiente a 24 horas. Pasadas las 24 horas se procede a filtrar a través de un papel Whatman N° 45 para obtener los residuos restantes del recubrimiento sin disolver y se dejó por 24 horas a 105°C en la estufa.

3.4.3 Permeabilidad al vapor de agua (PVA)

Siguiendo el método descrito por (Arancibia, 2014). A 21 ± 1 °C en un desecador con agua destilada al 100% HR (Humedad relativa), se pesó las muestras cada 10 minutos durante una hora. Se calculó mediante la siguiente ecuación: $w * x * t^{-1} * A^{-1} * \Delta P^{-1}$, donde w es el peso ganado

(g), x es el espesor de la película (mm), t es el tiempo (h), A es el área del recubrimiento expuesto (cm^2), ΔP es la diferencia de presión parcial de vapor entre la atmósfera y el silica gel (2642 Pa 22°C). Los resultados se expresaron en $g \cdot mm \cdot h^{-1} \cdot cm^{-2} \cdot Pa^{-1}$.

3.4.4 Espesor

Con la ayuda de un micrómetro (STARRETT), se tomó las mediciones en nueve partes diferentes del recubrimiento elegidas al azar.

3.5 Procedimientos de las pruebas mecánicas de los recubrimientos

3.5.1 Textura

Se realizó con un analizador de textura (TexturePro CT V1.8 Build 31) los diferentes tratamientos con una medida de 50 x 50 mm fijadas en una celda de 25 mm de diámetro hasta el punto de ruptura, utilizando un embolo redondo de 30g (12,77mm) de acero inoxidable con una velocidad de 100mm/minuto. La fuerza de rotura (F, N), se determinó según (Sobral, et al., 2001).

3.6 Procedimientos de los análisis microbiológicos de los tratamientos

El análisis microbiológico se trabajó dentro de una cabina de flujo laminar con todos los materiales previamente esterilizados. Las muestras se prepararon, partiendo de una solución madre al 10% y posteriormente realizando diluciones sucesivas de 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} . El cultivo para cada uno de los microorganismos estudiados se representa en la Tabla 4:

Tabla 4
Control microbiológico.

	Aerobios mesófilos	<i>Escherichia coli</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
Medio de cultivo	Plate Count Agar	Agar Mac Conkey	Mannitol Salt Agar
Tipo de siembra	Profunda	Superficial	Superficial
T. de incubación	35°C	35°C	35°C
Tiempo de incubación	48 Horas	24 Horas	32 Horas

3.7 Análisis estadístico

El análisis estadístico se llevó a cabo mediante el programa SPSS (IBM SPSS Statistics Base 22) para todas las pruebas tanto físico químicas, mecánicas de los recubrimientos, estadísticamente $Sig. \leq 0,05$: indica que existe diferencias significativas entre tratamientos. De esta manera se comprueba si se acepta o rechaza la hipótesis:

$$H_0: Q3 = Q4 = Q5$$

$$H_1: Q3 \neq Q4 \neq Q5$$

Para el análisis microbiológico se plantea las hipótesis:

$$H_0: Q2 = Q3 = Q4 = Q5$$

$$H_1: Q2 \neq Q3 \neq Q4 \neq Q5$$

En el mismo programa SPSS (IBM SPSS Statistics Base 22), estadísticamente $Sig. \geq 0,05$ indica que no existe diferencias significativas entre tratamientos.

$$H_0 = \text{El crecimiento bacteriano es igual entre tratamientos}$$

$$H_1 = \text{El crecimiento bacteriano no es igual entre tratamientos}$$

Condiciones:

$Sig \leq 0,05$ Se rechaza H_0 y se acepta la H_1 .

$Sig \geq 0,05$ Se rechaza H_1 y se acepta la H_0 .

El recuento microbiológico de Aerobios mesófilos, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, se realizó durante un almacenamiento de diecisiete días; se evidenció el crecimiento bacteriano mientras transcurría el tiempo. Todos los recuentos microbiológicos se expresaron (log UFC/g).

CAPITULO IV

DISCUSIÓN Y RESULTADOS

4.1 Pruebas físico-químicas

Según los datos obtenidos de la Tabla 5 se indica que existe diferencias significativas entre tratamientos $\text{Sig.} \leq 0,005$ por tanto se rechaza H_0 y se acepta la H_1 es decir que todos los tratamientos son diferentes entre sí.

4.1.1 pH

Tabla 5
ANOVA del pH.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupo	3,243	3	1,081	234,161	,000
Dentro de grupos	,037	8	,005		
Total	3,280	11			

En la Tabla 6 se observa que los valores de pH de los tratamientos Q3 y Q4 son ligeramente ácidos debido a las características propias de la harina de piña (*Ananas comosus*) y semilla de aguacate (*Persea americana*) a diferencia del tratamiento Q2 y Q5 tiene un pH mayor a 6,5 en el caso de Q5 se debe a la presencia del aceite esencial que posee un pH de 7,4.

Tabla 6
Estadísticos descriptivos del pH.

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
Q2	3	,05	6,73	6,78	6,7500	,02646	,001
Q3	3	,03	5,45	5,48	5,4633	,01528	,000
Q4	3	,13	5,75	5,88	5,8133	,06506	,004
Q5	3	,23	6,41	6,64	6,5200	,11533	,013

4.1.2 Solubilidad (SR)

Los resultados obtenidos en la Tabla 7 indican que los tratamientos Q3, Q4, Q5 son diferentes al tratamiento Q2. El nivel de Sig. es menor a 0,005.

Tabla 7
ANOVA de Solubilidad.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupo	40,814	3	13,605	55,463	,000
Dentro de grupos	1,962	8	,245		
Total	42,776	11			

(Romero-Bastida & et, 2011) realizaron películas de almidón de plátano más aceite esencial de canela al 1,5% obteniendo como resultado (26,55% \pm 0,43), mientras que (Moreno, 2015) obtuvo (7,45% \pm 0,09) en películas de harina de plátano más aceite esencial de eucalipto al 1,5% esto se da porque el aceite ayuda a que sea de carácter hidrofóbico, es decir que interactúa con el agua. Por lo tanto, todos los tratamientos se encuentran dentro de estos rangos indicados anteriormente como se reporta en la Tabla 8.

Tabla 8
Estadísticos descriptivos de Solubilidad.

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
Q2	3	,98	17,49	18,48	17,8407	,55098	,304
Q3	3	,72	13,66	14,38	14,0733	,37140	,138
Q4	3	1,05	12,40	13,45	12,8383	,54748	,300
Q5	3	,95	14,55	15,51	15,0967	,48981	,240

4.1.3 Permeabilidad al vapor de agua (PVA)

De acuerdo a la prueba de permeabilidad al vapor de agua se observa en la Tabla 9, que el nivel de significancia 0,23 por lo tanto son diferentes al tratamiento Q2.

Los Aceite Esenciales también pueden provocar una mejora en los valores de permeabilidad al vapor de agua y gases (Rojas-Grau et., 2007 citado en Arancibia, 2014).

Tabla 9
ANOVA de Permeabilidad.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupo	4,458	3	1,486	5,551	,023
Dentro de grupos	2,142	8	,268		
Total	6,600	11			

La permeabilidad al vapor de agua en este estudio que se reporta en la Tabla 10 son menos permeables que las películas elaboradas a partir del quitosano y almidón de yuca (Valladares, 2017), que obtuvo $1,08 \times 10^{-7} \pm 1.23 \text{ g. mm. h}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-1} \cdot \text{cm}^{2-1}$. Los recubrimientos elaborados a base de quitosano (Arancibia, 2014), obteniendo resultados similares $4,52 \pm 0,20 \times 10^{-8} \text{ g. mm. h}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-1} \cdot \text{cm}^{2-1}$, estas dos investigaciones se elaboraron en monocapa.

Tabla 10
Estadísticos descriptivos de Permeabilidad.

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
Q2	3	1,29	4,09	5,38	4,6267	,67174	,451
Q3	3	,39	4,34	4,73	4,5233	,19604	,038
Q4	3	1,35	3,28	4,63	3,9300	,67639	,457
Q5	3	,67	5,23	5,90	5,6267	,35162	,124

4.1.4 Espesor

Estadísticamente presentan diferencias significativas entre tratamientos $\text{Sig.} \leq 0,044$ indicado en la Tabla 11. El espesor se controla al momento de adicionar la cantidad de sustancia en el molde.

Tabla 11
ANOVA del Espesor.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupo	,002	3	,001	4,288	,044
Dentro de grupos	,001	8	,000		
Total	,003	11			

Los valores de los tratamiento obtenidos en la Tabla 12 están dentro del valor moderado para obtener un espesor adecuado, Según (Moreno, 2015), al desarrollar películas biodegradables activas de harina de plátano (*Musa paradisiaca*) con un sistema de bicapa su espesor fue de $0,27 \pm 0,04$ mm. Tomando en cuenta que la presente investigación se realizó en un sistema de monocapa.

Tabla 12
Estadísticos descriptivos del Espesor.

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
Q2	3	,024	,215	,239	,23033	,01332	,000
Q3	3	,002	,237	,239	,23800	,00100	,000
Q4	3	,021	,238	,259	,25200	,01212	,000
Q5	3	,031	,244	,275	,26433	,01762	,000

4.2 Pruebas mecánicas

4.2.1 Textura

Las pruebas de punción fueron expresadas en (N), indica la resistencia antes de su rompimiento de cada uno de los recubrimientos en estudio. Como se muestra en la Tabla 13. Estadísticamente todos los recubrimientos comparados con el tratamiento Q2 son diferentes, de acuerdo a su Sig.

Tabla 13
ANOVA de la Fuerza de punción.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupo	8,557	3	2,852	26,693	,004
Dentro de grupos	,427	4	,107		
Total	8,985	7			

La fuerza de punción presentada en la Tabla 14, indica que todos los tratamiento de este estudio se asemeja a los encontrados por (Arancibia, 2014), desarrolló recubrimientos activos de quitosano con la incorporación de un concentrado proteico recuperado a partir de residuos de langostinos fue de $13,52N \pm 0,38$ se debe porque fueron elaboradas en monocapa pero comparando con la películas elaboradas por (Moreno, 2015) obtuvo una fuerza de punción de $(22,69N \pm 0,10)$.

Tabla 14
Estadísticos descriptivos de la Fuerza de punción.

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
Q2	3	,150	12,960	13,110	13,0350	,10607	,011
Q3	3	1,00	13,750	14,750	14,2500	,70711	,500
Q4	3	,320	14,580	14,900	14,7400	,22627	,051
Q5	3	,300	11,900	12,200	12,0500	,21213	,045

4.3 Análisis microbiológicos

4.3.1 Aerobios mesófilos

De acuerdo al análisis ANOVA reportado en la Tabla 15, todos los tratamientos no presentan diferencias significativas y los datos estadísticos descriptivos se encuentran en la Tabla 16.

Tabla 15
ANOVA de Aerobios mesófilos.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupo	,912	4	,228	,069	,991
Dentro de grupos	53,217	16	3,326		
Total	54,129	20			

Tabla 16
Estadísticos descriptivos de Aerobios mesófilos.

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
Q1	5	5,47	3,03	8,50	5,5520	2,07963	4,325
Q2	4	3,99	4,26	8,25	6,0325	1,67649	2,811
Q3	4	4,07	4,29	8,36	6,1400	1,72721	2,983
Q4	4	4,08	4,11	8,19	5,9350	1,71240	2,932
Q5	4	4,22	4,02	8,24	5,9150	1,80175	3,246

En la Figura 2 se observa que existe un crecimiento bacteriano acelerado en todos los tratamientos en estudio.

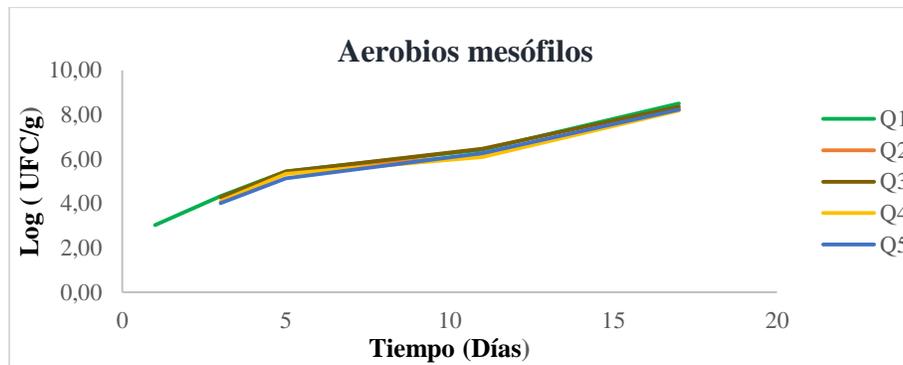


Figura 2. UFC/g de Aerobios mesófilos

4.3.2 *Escherichia coli*

En la Tabla 17 se verifica que para el crecimiento bacteriano *Escherichia coli* Sig. $\geq 0,948$ no existe diferencias significativas entre cada uno de ellos y en la Tabla 18 se evidencia el análisis estadístico de cada uno de los tratamientos.

Tabla 17
ANOVA de Escherichia coli.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupo	1,396	4	,349	,176	,948
Dentro de grupos	31,813	16	1,988		
Total	33,209	20			

Tabla 18

Estadísticos descriptivos de Escherichia coli.

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
Q1	5	4,59	2,92	7,51	5,6720	1,92085	3,690
Q2	4	2,57	4,47	7,04	5,6950	1,05149	1,106
Q3	4	3,13	4,44	7,57	6,2975	1,34728	1,815
Q4	4	2,70	4,46	7,16	5,7525	1,10488	1,221
Q5	4	2,98	3,83	6,81	5,5375	1,24229	1,543

Como se observa en la Figura 3 los tratamientos Q1 y Q3 sigue creciendo, comparando con los tratamientos Q2, Q4, Q5 los cuales bajan y retarda su crecimiento bacteriano a partir del día 5 hasta el día 11, que comienza su crecimiento lento.

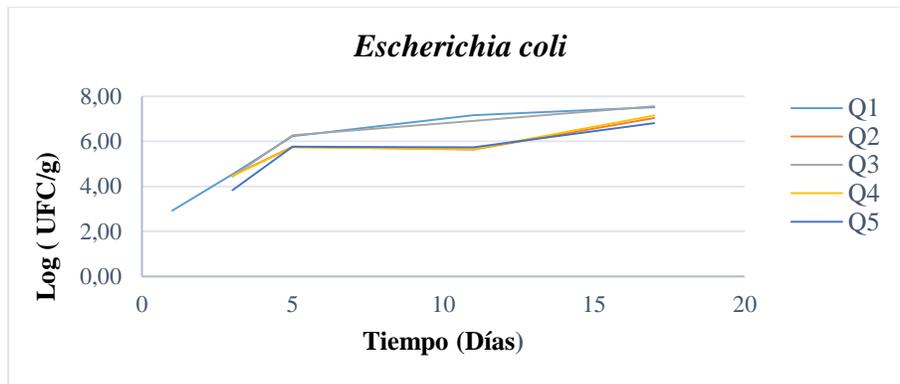


Figura 3.UFC/g de Escherichia Coli

4.3.3 Staphylococcus aureus

El comportamiento según el crecimiento de los *Staphylococcus aureus*, estadísticamente son iguales Aerobios mesófilos y *Escherichia coli* como se evidencia en la tabla 19 y 20.

Tabla 19

ANOVA de Staphylococcus aureus.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupo	2,169	4	,542	1,323	,304
Dentro de grupos	6,560	16	,410		
Total	8,728	20			

Tabla 20
Estadísticos descriptivos de *Staphylococcus aureus*.

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
Q1	5	1,72	4,08	5,80	4,9240	,71080	,505
Q2	4	1,32	3,70	5,02	4,4925	,60977	,372
Q3	4	1,36	3,81	5,17	4,7425	,63673	,405
Q4	4	1,09	3,65	4,74	4,1700	,47350	,224
Q5	4	1,44	3,04	4,48	4,1125	,71514	,511

El tratamiento Q4 detiene el crecimiento de este microorganismo comparando con el tratamiento Q1, como se observa en la Figura 4.

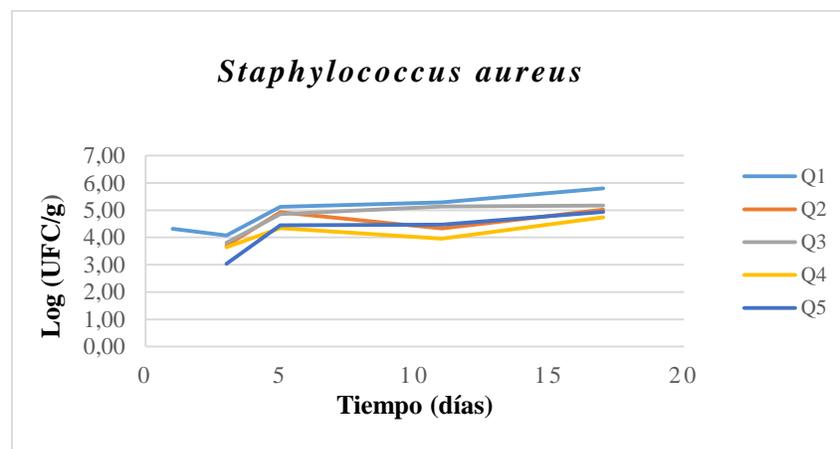


Figura 4. UFC/g de *Staphylococcus aureus*

4.4 Pruebas organolépticas

4.4.1 Olor

Con la ayuda del formato de cata (Anexo 1) los resultados de la tabla 21, el 60% de los encuestados expresan que Q5 difiere completamente a Q1 presentando un olor casi igual a la canela en polvo.

Tabla 21
Tabulación de datos referentes al olor.

PARÁMETROS	TRATAMIENTOS			
	Q2	Q3	Q4	Q5
DIFIERE COMPLETAMENTE			10%	60%
DIFIERE	20%	10%	70%	20%
DIFIERE LIGERAMENTE	50%	80%	10%	10%
NO DIFIERE	30%	10%	10%	10%

4.4.2 Color

De acuerdo a los datos de tabulación obtenidos en la Tabla 22 el 80% de las personas opinan que el tratamiento Q5 difiere completamente en el color con respecto a Q1, mientras que un 40% dicen que el tratamiento Q2 no difiere con respecto a Q1.

Tabla 22
Tabulación de datos referente al color

PARÁMETROS	TRATAMIENTOS			
	Q2	Q3	Q4	Q5
DIFIERE COMPLETAMENTE			10%	80%
DIFIERE		10%	60%	
DIFIERE LIGERAMENTE	60%	80%	10%	10%
NO DIFIERE	40%	10%	20%	10%

4.4.3 Sabor

Respecto a la pregunta de sabor según la Tabla 23 las muestra Q2 y Q4 son muy agradables con el 60%, mientras que Q5 con un 50% es muy desagradable ya que posee un sabor amargo.

Tabla 23
Tabulación de datos referente al sabor.

PARÁMETROS	TRATAMIENTOS				
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
MUY AGRADABLE	20%	60%	10%	60%	
AGRADABLE	80%	40%	60%	20%	
DESAGRADABLE			30%	20%	50%
MUY DESAGRADABLE					50%

4.4.4 Textura

De la tabulación de textura Tabla 24 el tratamiento Q5 con un 20% indican que es muy desagradable, mientras que para el tratamiento Q4 el 50% les pareció muy agradable.

Tabla 24

Tabulación de datos referentes a la textura.

PARÁMETROS	TRATAMIENTOS				
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
MUY AGRADABLE	40%	30%		50%	
AGRADABLE	60%	50%	80%	50%	20%
DESAGRADABLE			20%	20%	50%
MUY DESAGRADABLE				10%	20%

Finalmente, de las encuestas se pudo concluir que los tratamientos Q2 y Q4 son los más agradables, ya que conservan las características propias del queso, por otro lado, el tratamiento Q5 transfiere un sabor amargo y color marrón-amarillento característico del aceite esencial de la semilla de aguacate (*Persea americana*).

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- No se puede elaborar recubrimientos solamente de harina de piña (*Ananas comosus*) y semilla de aguacate (*Persea americana*) en vista que no contiene almidón, por lo que se realizó diversas dosificaciones reemplazando el almidón de yuca alcanzando un de 0,49% como máximo para mantener propiedades similares al recubrimiento de almidón de yuca.
- Utilizando el aceite esencial de la semilla de aguacate dentro de la formulación de los recubrimientos debilita las propiedades físico-químicas y mecánicas del recubrimiento ya que el aceite esencial de semilla de aguacate en estudio no logra plastificar.
- El comportamiento en crecimiento de los microorganismos estudiados: Aerobios mesófilos, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* estadísticamente son iguales, no se evidencia un retardo durante los días de estudio.
- El recubrimiento Q4 presentó buenas características tanto fisicoquímicas y mecánicas además según las encuestas este tratamiento en sabor y textura fue muy agradable, mientras que el tratamiento Q5 fue muy desagradable porque se transfirió las características propias de aceite como sabor y color.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar estudios de algunos aceites para ver cuál de ellos influyen dentro de la plasticidad.
- Se recomienda utilizar los recubrimientos como empaques para los productos.
- Utilizar otros desechos agroindustriales que contengan un alto porcentaje almidón para elaborar recubrimientos.

Referencias Bibliografía

- Angulo, A. (2012). *Sena.edu*. Obtenido de https://repositorio.sena.edu.co/sitios/introduccion_industria_aceites_esenciales_plantas_medicinales_aromaticas/?fbclid=IwAR0udaA6ucnrFJNChGA_PVQgi3VFgK3NcUBnvjduoiDB_v6xp8L443DzFeA
- Arancibia, M. (2014). Recubrimientos activos procedentes de recursos infrautilizados y residuos de la industria para su aplicación en agroalimentación. (*Tesis Doctoral*). UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID, Madrid.
- Aranda, G. L. (2017). “GLICEROL: SÍNTESIS Y APLICACIONES”. *MÁSTER*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA.
- Bazurto, A., & Adolfo, G. (2016). Obtenido de APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS AGRÍCOLAS DE LA PIÑA (ANANAS COMOSUS) PARA LA OBTENCIÓN DE UNA BEBIDA FERMENTADA: http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/17921/1/401-1194%20-%20Aprovechamiento_de_los_residuos_agricolas_de_pi%C3%B1a.pdf
- Buenrostro, J. (2008). “Obtención y establecimiento de las condiciones de un inhibidor del oscurecimiento enzimático del aguacate Hass (*Persea americana* var. Mill) a partir de la semilla del mismo para su uso en fresco”. (*Título Ingeniero*). Universidad Autónoma Agraria, Buenavista.
- Cedeño, J., & Johana, Z. (2014). Obtenido de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/439/1/TESIS%2520GALLETAS.pdf#8>
- Chavarrías, M. (19 de Septiembre de 2013). *EROSKI Consumer*. Obtenido de <https://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/el-ph-de-los-alimentos-y-la-seguridad-alimentaria.html>
- Díaz, A. (Noviembre de 2014). *ANMAT*. Obtenido de http://www.anmat.gov.ar/renaloea/docs/Analisis_microbiologico_de_los_alimentos_Vol_I_II.pdf?fbclid=IwAR0RJof10uw_V6xXh-5o6v3dACSBrtAqHir6ic494CQykXp7uah3VI3wY70
- Guerrero, B. (2013). Recubrimientos de frutas con biopelículas. *Temas selectos de Ingeniería en alimentos*, 5-14.

- Guillén, R., Carpinelli, L., Rodríguez, F., Castro, H., & Quiñónez, B. (2016). Staphylococcus aureus adquiridos en la comunidad: caracterización clínica, fenotípica y genotípica de aislados en niños paraguayos. *Scielo*. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rci/v33n6/art02.pdf?fbclid=IwAR2ljHCGCjrq60uTwtWnPq67U8iAnRPHMmx4gCWGuJGP4FHV-90NHXRHAZQ>
- Gulzar, Nayik, Ishrat, M., & Varun, K. (2015). Developments in Edible films and Coatings for the extension of Shelf Life of Fresh Fruits. *American Journal of Nutrition and Food Science*, 2(1):16-20.
- Huamán, M. (2014). EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRATAMIENTOS CON SOLVENTES ORGÁNICOS, AGUA Y EL TIEMPO DE EXTRACCIÓN EN EL RENDIMIENTO DE POLIFENÓLES TOTALES DE LA HARINA DE SEMILLA DE PALTA (Persea americana). (*Título de Ingeniero*). Universidad Nacional de Centro de Perú, Perú.
- Juárez, A. (2017). COMPARACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE UN QUESO FRESCO PROCESADO SIN CONSERVADORES Y QUESOS FRESCOS CON RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES DE QUITOSANO Y ACEITES ESENCIALES. (*Tesis de Ingeniería*). Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Lema, W. (2017). “EVALUACIÓN DEL QUESO FRESCO SEMIBLANDO ENTERO CUAJADO A DIFERENTES TEMPERATURAS”. *Ingeniero*. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, Riobamba.
- Lourdin, D., Valle, G., & Colonna, P. (1995). Influence of amylose content on starch films and foams. *Carbohydrate Polymers*, 27(4), 261-270.
- Martínez, E. (09 de 01 de 2019). Obtenido de ¿Para qué sirve la semilla del aguacate?: <https://mejorconsalud.com/para-que-sirve-la-semilla-del-aguacate/>
- Miramont, S. (2012). Recubrimientos elaborados a partir de biopolímeros para el soporte de sustancias con actividad antimicrobiana: carvacrol y sorbatos. (*Tesis de Maestría*). UTN, BA Escuela Posgrado, Buenos Aires.
- Morales, M. (2011). “GENERALIDADES Y APLICACIÓN DE PELÍCULAS Y RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES EN LA CADENA HORTOFRUTÍCOLA”. *Ingeniero*. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”, México.

- Moreno, G. (2015). UTILIZACIÓN DE HARINA DE PLÁTANO (*Musa balbisiana*), EN EL DESARROLLO DE PELÍCULAS BIODEGRADABLES ACTIVAS. *Ingeniería en Alimentos*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato.
- Nares, P. (13 de 06 de 2018). *Esta empresa mexicana inventó los popotes 'de aguacate'*. Obtenido de El financiero: <https://www.elfinanciero.com.mx/tech/esta-empresa-mexicana-invento-los-popotes-de-aguacate>
- NTE INEN 1528. (2012). Obtenido de Norma General para quesos frescos no madurados, Requisitos.
- NTE INEN. (2006). *INEN*. Obtenido de <https://archive.org/stream/ec.nte.1529.5.2006#page/n1/mode/2up>
- NTE INEN. (2014). *INEN*. Obtenido de <https://archive.org/details/ec.nte.1529.14.1998/page/n1>
- Osuntokun, O. T. (2017). Efficacy of Essential Oils from *Persea americana* Stem Bark and Seed Extracts. *Journal of Applied Microbiology and Biochemistry*, Vol. 1 No. 3:12.
- Park, H., & Chinan, M. (1995). Gas and water vapor barrier properties of edible films form protein of cellulose based edible films,. *J Food Sci*, 1361-1364.
- Ramírez, & Vélez. (6 de Febrero de 2012). *Quesos frescos; métodos de determinación y factores que afectan su calidad*. Obtenido de pdf: <http://web.udlap.mx/tsia/files/2013/12/TSIA-62Ramirez-Lopez-et-al-2012.pdf>
- Ramos, L. H. (2017). *APROVECHAMIENTO DE LA SEMILLA DE AGUACATE*. Obtenido de Pdf: <http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/3150/Tesis%20Aprovechamiento%20del%20aguacate%20como%20colorante%20y%20aceite%20para%20un%20producto%20cosmetico.pdf?sequence=2>
- Ramos, Margarita, & Romero , C. (2018). Almidón modificado: Propiedades y usos como recubrimientos comestibles para la conservación de frutas y hortalizas frescas. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*.
- Rodriguez, G., & Angeles, M. (2002). Principales características y diagnóstico de los grupos patógenos de *Escherichia coli*. *ADIBETER*, 5-12. Obtenido de http://www.adiveter.com/ftp_public/E.coli.pdf?fbclid=IwAR3lbhBOXyIG3iiWtLRLXzpj5ADP0dGNglf6DzkaAzCWHIvIOSnEOdXYOgU

- Rojas, F. (2018). *Aplicación de un recubrimiento activo de harina de banano y aceite esencial de Aplicación de un recubrimiento activo de harina de banano y aceite esencial de*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato.
- Rojas-Grau, M., Avena-Bustillos, R., Olsen, C., Friedman, M., Henika, P. R., Martin-Belloso, O., . . . McHugh, T. H. (2007). Efectos de los aceites esenciales y compuestos de aceites vegetales en las propiedades mecánicas, de barrera y antimicrobianas de las películas comestibles de puré de alginato de manzana. *Journal of Food Engineering*, 81(3), 634-641.
- Romero-Bastida, & et, .. (2011). Antimicrobianos en películas de almidón oxidado de plátano: Efecto sobre la actividad antibacteriana, microestructura, propiedades mecánicas y de barrera. *Scielo*, 445-453. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-27382011000300010
- Segovia, G., & Quezada, M. (2018). DESARROLLO DE PELÍCULA BIODEGRADABLE A BASE DE PROPÓLEO PARA LA CONSERVACIÓN DE MANGO (TOMMY ATKINS). *Alimentos hoy*, Vol 26, 30-43.
- Sobral, P., Menegalli, F., Hunbiger, M., & Roques, M. (2001). Mechanical, water vapor barrier and thermal properties of gelatin based edible films. *Food Hydrocolloids*, 324.342.
- Sofía, M. (2012). RECUBRIMIENTOS ELABORADOS A PARTIR DE BIOPOLÍMEROS PARA EL SOPORTE DE SUSTANCIAS CON ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA: CARVACROL Y SORBATOS. (*Tesis de Maestría*). UTn.BA ESCUELA DE POSGRADO, Buenos Aires.
- Solis, S. (2016). Elaboración y caracterización de películas comestibles elaborados con hidroxipilmetilcelulosa (HPCM). *Ingeniería*. Universidad Autónoma del Estado de México, Mexico, Mexico.
- Trujillo, C. (2014). "OBTENCIÓN DE PELÍCULAS BIODEGRADABLES A PARTIR DE ALMIDÓN DE YUCA (*Manihot esculenta Crantz*) DOBLEMENTE MODIFICADO PARA USO EN EMPAQUE DE ALIMENTOS". UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS, Perú.
- Valladares, K. (2017). Efectividad antimicrobiana de películas quitosano, poli (adipato co-tereftalato de butileno) y almidón de yuca en carne fresca. (*Tesis Ingeniería*). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Obtenido de

https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6076/1/AGI-2017-054.pdf?fbclid=IwAR3Y1vi-XKx6f-_jVLcyUL90D2N-K_KtTd5MJp_59fexc8RhMdqh8_DAF0Y

Woloj, D. (2011). NUEVAS APLICACIONES DE LA GLICERINA. *Ingeniero*. UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES.

Zúñiga, V. (2019). EXTRACCIÓN Y ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL ALMIDÓN DE MALANGA (*Xanthosoma Saggitifolium*), YUCA (*Manihot Esculenta*) Y PAPA CHINA (*Colocasia Esculenta*). (*Ingeniería Agroindustrial*). Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba.

ANEXOS

Anexo 1

FORMATO DE CATA PARA EL ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



FORMATO DE CATA

NOMBRE:

FECHA:

EDAD:

SEXO:

Cátese atentamente las muestras de queso y señale la valoración que usted considere para cada muestra comparándose con la muestra 1.

1. ¿Marque con una (x) la muestra que difiere con la muestra 1?

OLOR

PARÁMETROS	TRATAMIENTOS			
	A2	A5	A3	A4
Difiere completamente				
Difiere				
Difiere ligeramente				
No difiere				

COLOR

PARÁMETROS	TRATAMIENTOS			
	A2	A5	A3	A4
Difiere completamente				
Difiere				
Difiere ligeramente				
No difiere				

2. Deguste y coloque la valoración según lo indicado.

PARÁMETROS CALIFICATIVOS

1=muy agradable

2=agradable

3= desagradable

4= muy desagradable

SABOR

Parámetros calificativos	TRATAMIENTOS				
	A5	A3	A1	A2	A4
1					
2					
3					
4					

TEXTURA

Parámetros calificativos	TRATAMIENTOS				
	A5	A3	A1	A2	A4
1					
2					
3					
4					

Anexo 2.

IMÁGENES

1. Obtencion de las materias primas en la Empresa "JAMBI KIWA"



2. Elaboración de los recubrimientos)



3. Extracción de aceite esencial de semilla de aguacate (*Persea americana*)



4. Análisis microbiológico)



5. pH del tartamieto (Q4)



6. Prueba de solubilidad



7. Prueba de permeabilidad al vapor de agua



8. Prueba de Textura o Fuerza de punción



9. Medición del espesor de los recubrimientos.



10. Prueba organoléptica.



11. Presentación del queso fresco con los diferentes recubrimientos (día 3).



12. Presentación de recubrimientos al día 17.

