



**REPÚBLICA DEL ECUADOR**

**UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO**

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO PREVIO A LA OBTENCIÓN  
DEL TÍTULO DE:**

**MAGÍSTER EN QUÍMICA APLICADA**

**TEMA:**

**RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE MUCÍLAGO DE CHÍA CON  
PECTINA OBTENIDA DEL LIMÓN REAL Y ACEITE ESENCIAL DE ARÁNDANO  
PARA SU APLICACIÓN EN AGUACATE HASS MÍNIMAMENTE PROCESADO**

**Autor:**

**CANTILLO HOLGUÍN GÉNESIS NATHALY**

**Director:**

**MARTÍNEZ VALENZUELA GUSTAVO ELIAS, PhD**

*Milagro, 04 de Mayo del 2023*

## CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Milagro, 12 de mayo del 2023

Doctor  
PhD. Eduardo Espinoza Solís  
DIRECTOR DE POSGRADO

De mis consideraciones:

Por la presente hago constar que he analizado el proyecto de grado presentado por la Ing. Genesis Cantillo Holguín cuyo tema es “Recubrimiento comestible a base de mucílago de chíá con pectina obtenida del limón real y aceite esencial de arándano para su aplicación en aguacate Hass mínimamente procesado”, para optar por el Título de Magister en Química Aplicada y que acepto tutorear a la estudiante, durante la etapa de desarrollo del trabajo hasta su presentación, evaluación y sustentación.

Esperando que la presente tenga una favorable acogida quedo de usted muy agradecido

Es Justicia,



Firmado electrónicamente por:  
**0922079595**  
**GUSTAVO ELIAS**  
**MARTINEZ**  
**VALENZUELA**

.....  
**Martínez Valenzuela Gustavo, PhD**  
**C.I 0922079595**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

Doctor  
PhD. Eduardo Espinoza Solís  
DIRECTOR DE POSGRADO

De mis consideraciones:

El autor de esta investigación declara ante el comité Académico del programa de Maestría en Química Aplicada de la Universidad Estatal de Milagro, que el trabajo presentado es de mi propia autoría, no contiene material escrito por otra persona, salvo el que esta referenciado debidamente en el texto; parte del presente documento o en su totalidad no ha sido aceptado para el otorgamiento de cualquier otro título de una institución nacional o extranjera.

Milagro, 04 de Mayo del 2023



Firmado electrónicamente por:

**GENESIS  
NATHALY  
CANTILLO  
HOLGUIN**

-----  
Cantillo Holguín Genesis Nathaly

C.I 0955077821

## CERTIFICACIÓN DE LA DEFENSA.



### VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO DIRECCIÓN DE POSGRADO CERTIFICACIÓN DE LA DEFENSA

El TRIBUNAL CALIFICADOR previo a la obtención del título de **MAGÍSTER EN QUÍMICA APLICADA**, presentado por **ING. CANTILLO HOLGUÍN GENEIS NATHALY**, otorga al presente proyecto de investigación denominado "RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE MUCÍLAGO DE CHÍA CON PECTINA OBTENIDA DEL LIMÓN REAL Y ACEITE ESENCIAL DE ARÁNDANO PARA SU APLICACIÓN EN AGUACATE HASS MÍNIMAMENTE PROCESADO", las siguientes calificaciones:

TRABAJO DE TITULACIÓN	60.00
DEFENSA ORAL	40.00
PROMEDIO	100.00
EQUIVALENTE	Excelente



DELIA DOLORES  
NORIEGA VERDUGO

Mgr. NORIEGA VERDUGO DELIA DOLORES  
PRESIDENTE/A DEL TRIBUNAL



LUCY FABIOLA ABATE  
MORAN

ABATE MORAN LUCY FABIOLA  
VOCAL



FUENTE: AUTENTICACIÓN POR

JOSE  
FRANCISCO  
FALCONI  
NOVILLO

FALCONI NOVILLO JOSE FRANCISCO  
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL

## **DEDICATORIA**

A Dios el forjador de mi camino, mi padre celestial.

A mis padres, por acompañarme en cada paso que doy en la búsqueda de ser mejor persona y profesional.

Con amor a mi Esposo e hija, por ser mi fortaleza e inspiración para seguir adelante a pesar de cualquier obstáculo. Gracias por estar conmigo durante todo este proceso.

A mis hermanos, por todo su apoyo incondicional y toda mi familia que estuvieron ahí apoyándome de una u otra manera.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

Mi profundo agradecimiento a los docentes de la Maestría en Química Aplicada de la facultad de Postgrados de la UNEMI por la generosidad en la transmisión de sus sabias enseñanzas, sembrando conocimientos valederos para mi formación y ejercicio profesional.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Dr. Gustavo Martínez Valenzuela, principal colaborador durante todo este proceso, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

## CESIÓN DE DERECHOS DEL AUTOR A LA UNEMI.

### Derechos de autor

**Sr. Dr.**

**Fabricio Guevara Viejó**

Rector de la Universidad Estatal de Milagro  
Presente.

Yo, **Cantillo Holguín Génesis Nathaly** en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de este informe de investigación, mediante el presente documento, libre y voluntariamente cedo los derechos de Autor de este proyecto de desarrollo, que fue realizada como requisito previo para la obtención de mi Grado, de **Magíster en Química Aplicada**, como aporte a la Línea de Investigación **Desarrollo Productivo** de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de este Proyecto de Investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, 04 de mayo del 2023



Firmado electrónicamente por:

**GENESIS  
NATHALY  
CANTILLO  
HOLGUIN**

-----  
Cantillo Holguín Génesis Nathaly

0955077821

## ÍNDICE / SUMARIO

i.	CARATULA .....	1
ii.	Constancia de Aceptación del Tutor .....	ii
iii.	Declaración de Autoría de la Investigación.....	iii
iv.	Certificación de la Defensa. ....	iv
v.	DEDICATORIA .....	v
vi.	AGRADECIMIENTOS.....	vi
vii.	Cesión de Derechos del Autor a la Unemi.....	vii
viii.	Índice / Sumario .....	viii
ix.	Lista de Figuras .....	x
x.	Lista de Tablas .....	xi
xi.	Resumen .....	xii
xii.	Abstract.....	xiii
1.	Introducción.....	1
	<b>CAPÍTULO I: El problema de la investigación.....</b>	<b>3</b>
1.1	Planteamiento del problema .....	3
1.2	Delimitación del problema .....	4
1.3	Formulación del problema.....	4
1.4	Objetivo general.....	4
1.5	Objetivos específicos .....	4
1.6	Hipótesis .....	4
1.7	Justificación.....	5
1.8	Alcance y limitaciones .....	6
	<b>Capítulo II: Marco teórico referencial .....</b>	<b>7</b>
2.2	Antecedentes .....	7
2.2	Contenido teórico que fundamenta la investigación.....	9
2.2.1	La Chía ( <i>Salvia Hispana L.</i> ).....	9
2.2.1.1	Cultivo de Chía en el Ecuador.....	9
2.2.2	Limón Real.....	12

2.2.3 Pectina .....	15
2.2.4 Arándano.....	18
2.2.5 Aceites esenciales.....	19
2.2.6 Aguacate .....	20
2.2.7 Recubrimientos y películas comestibles .....	21
<b>CAPÍTULO III: Diseño metodológico.....</b>	<b>25</b>
<b>3.1 Tipo y diseño de investigación.....</b>	<b>25</b>
<b>3.2 La población .....</b>	<b>25</b>
3.1.1 Características de la población.....	25
3.4 Los métodos y las técnicas .....	26
3.4.1 Recursos .....	26
3.4.2. Métodos y técnicas empleados .....	28
Caracterización de la pectina.....	29
<b>3.4 Procesamiento estadístico de la información. ....</b>	<b>33</b>
<b>CAPÍTULO IV: Análisis y discusión de resultados .....</b>	<b>35</b>
4.1 Caracterización de la pectina obtenida del limón real mediante parámetros físicoquímicos (pH, cenizas, índice de metoxilo, grado de esterificación y acidez).	35
4.2 Parámetros físicoquímicos del recubrimiento comestible a base de mucilago de chíá en el aguacate conservado en temperatura ambiente hasta 10 días. ....	37
4.3 Análisis sensorial de los recubrimientos aplicados al aguacate.....	40
<b>CAPÍTULO V: Conclusiones y Recomendaciones .....</b>	<b>42</b>
5.1 Conclusiones.....	42
5.2 Recomendaciones .....	43
<b>Bibliografía.....</b>	<b>44</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>51</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.Extracción del albedo del limón real.....	51
Figura 2. Deshidratado del albedo.....	51
Figura 3. Pesado de albedo .....	52
Figura 4. Obtención de pectina por hidrolisis acida.....	52
Figura 5. se agregó la muestra en la placa calefactora.....	53
Figura 6. se adiciona a la muestra etanol al 96%.....	53
Figura 7.se deja la muestra en la estufa a 50 °C por 10 horas .....	54
Figura 8.se tritura en un mortero la pectina.....	54
Figura 9. Extracción del mucilago de chíá.....	55
Figura 10. Colocación del Recubrimiento.....	55
Figura 11. Aguacate con recubrimiento en distintas concentraciones.....	56
Figura 12. Análisis Microbiológicos.....	56
Figura 13. Análisis de textura.....	57
Figura 14. Análisis Sensorial.....	57

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Variables en estudio.....	31
Tabla 2. Tratamientos a evaluar (combinación de variables) .....	32
Tabla 3. Modelo de Análisis de varianza para las variables cuantitativas .....	34
Tabla 4. Modelo de Análisis de varianza para los atributos sensoriales .....	34
Tabla 5. Parámetros fisicoquímicos de la pectina obtenida de la cáscara del limón real .....	35
Tabla 6. Análisis del pH del aguacate con recubrimiento durante su conservación .	37
Tabla 7. Análisis de la pérdida de peso del aguacate con recubrimiento durante su conservación .....	38
Tabla 8. Análisis de la firmeza del aguacate con recubrimiento durante su conservación .....	39
Tabla 9. Análisis sensorial de los tratamientos en estudio .....	41
Tabla 10. Análisis Microbiológicos efectuado al aguacate con recubrimiento de pectina al 10% y aceite esencial de arándano al 0,5% .....	42
Tabla 7. Ficha para análisis sensorial del aguacate con recubrimiento .....	58

## RESUMEN

Las frutas y hortalizas recién cortadas son más perecederas que los productos hortofrutícolas enteros de los que se derivan, debido a que se producen importantes cambios fisiológicos y bioquímicos durante el procesamiento, lo que supone un mayor riesgo de contaminación microbiana. Estos procesos aceleran la pérdida de calidad y reducen la vida útil del producto. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de un recubrimiento comestible a base de mucílago de chíá con pectina obtenida del limón real y aceite esencial de arándano para su aplicación en aguacate Hass mínimamente procesado, para lo cual se aplicaron dos niveles de pectina (5 y 10%) y de aceite esencial de arándano (0,5 y 1%), se evaluó el efecto de estas formulaciones en las características fisicoquímicas y organolépticas del aguacate. El grado de esterificación de la pectina extraída del limón real fue de 80,9%, mientras que el índice de metoxilo reportó 13,8%, estos parámetros influyen sobre las propiedades de la pectina, la cual califica como de alto metoxilo con gelificación lenta. Los parámetros fisicoquímicos no mostraron diferencias significativas, mostrando valores muy próximos en cada uno de las características evaluadas (pH, pérdida de peso y firmeza). El tratamiento 3 elaborado con 10% de pectina de cáscara de limón real y 0,5% de aceite de arándanos fue el mejor evaluado sensorialmente en cada uno de sus atributos (color, olor, sabor y textura), y se diferenció estadísticamente del resto de tratamientos. Los resultados microbiológicos mostraron ausencia de contaminación hasta los 10 días de conservación.

**Palabras claves:** aguacate, arándanos, limón real, pectina, recubrimiento

## ABSTRACT

Fresh cut fruits and vegetables are more perishable than the whole vegetables from which they come because important physiological and biochemical changes take place during processing, and there is a greater risk of microbiological contamination. These processes accelerate the loss of quality and reduce the useful life of the product. The objective of this research was to evaluate the effect of an edible coating based on chia mucilage with pectin obtained from real lemon and blueberry essential oil for its application in minimally processed Hass avocado, for which two levels of pectin were applied (5 and 10%) and blueberry essential oil (0.5 and 1%), the effect of these formulations on the physicochemical and organoleptic characteristics of avocado was evaluated. The degree of esterification of the pectin extracted from the real lemon was 80.9%, while the methoxyl index reported 13.8%, these parameters influence the properties of the pectin, which qualifies as high methoxyl with slow gelation. The physicochemical parameters did not show significant differences, showing very close values in each of the evaluated characteristics (pH, weight loss and firmness). Treatment 3 made with 10% real lemon peel pectin and 0.5% blueberry oil was the best sensory evaluated in each of its attributes (color, smell, flavor and texture), and was statistically different from the rest. of treatments. The microbiological results showed absence of contamination until 10 days of conservation.

**Keywords:** avocado, blueberries, real lemon, pectin, coating.

## 1. INTRODUCCIÓN

El uso de películas y recubrimientos comestibles (RC) parece ser una alternativa prometedora para mejorar la calidad de los alimentos durante el procesamiento y almacenamiento. Los recubrimientos y películas comestibles están constituidos por finas películas de polímeros naturales (polisacáridos, proteínas animales y vegetales, lípidos) biodegradables, por lo que es una tecnología respetuosa con el medio ambiente que satisface la creciente demanda de los consumidores de alimentos naturales, seguros y saludables obtenidos con un procesamiento mínimo.

Para muchas aplicaciones, la característica funcional más importante de una PC es su resistencia a la migración de humedad. El drenaje superficial es uno de los principales problemas para mantener la calidad de los productos cortados. La pérdida de agua de las frutas y hortalizas recién cortadas provoca una disminución del peso y madurez del producto, reduciendo así la calidad en el proceso.

La naturaleza del recubrimiento utilizado juega aquí un papel muy importante: cuanto más hidrófilo sea el material utilizado, mayor será su capacidad para absorber vapor de agua. Los recubrimientos elaborados a partir de polímeros naturales, como los polisacáridos (derivados del almidón y la celulosa, alginato, pectina, gelano, carragenina, etc.), y también a base de proteínas, por su naturaleza hidrófila, son resistentes al bajo nivel de agua y a las malas propiedades de barrera.

Para mejorar la resistencia al vapor de este tipo de recubrimiento, la introducción de grasa, ya sea emulsionando en la solución de recubrimiento o formando una doble capa sobre el producto, puede ayudar a prevenir las reacciones destructivas de los tejidos causadas por la pérdida de humedad, así como las reacciones respiratorias en plantas tejido. Así, se pueden formular recubrimientos comestibles que combinen las ventajas de los componentes hidrocoloide y lipídico, siendo este último una barrera de vapor de agua y el primero una barrera de oxígeno y carbono. El dióxido es selectivo además de proporcionar la matriz de soporte estructural.

El mucílago de chía, un carbohidrato complejo de alto peso molecular, es un componente importante de la semilla debido a su potencial significado fisiológico. Esta suspensión se libera de los gránulos al contacto con el agua y es un hidrocoloide que se puede utilizar como espesante en las industrias alimentaria y farmacéutica. Dicho polisacárido se compone esencialmente de fibra soluble y corresponde

aproximadamente al 6% de la semilla de chía. La estructura del mucílago de chia corresponde a un tetrasacárido compuesto por dos residuos de  $\beta$ -Dxylopiranosilo, un residuo de  $\alpha$ -D-glucopiranosilo y una rama lateral compuesta por un residuo de ácido 4-O-metil- $\alpha$ -D-glucopiranosilurónico. Por otra parte, la pectina es un polisacárido complejo de carácter aniónico formado ácido  $\beta$ -(1-4)-dgalacturónico, donde las unidades de ácido urónico puede estar parcial o totalmente metiladas.

Debido a la naturaleza de las pectinas formando excelentes polímeros, sobre todos si se incorporan antimicrobianos en su matriz como el aceite esencial de arándano el cual contiene además un alto poder antioxidante por su elevado contenido de fenoles, que también proporcionará características antioxidantes al recubrimiento.

En la actualidad, existe una creciente demanda de productos más saludables de fuentes naturales, por lo que esto ha llevado al desarrollo de tecnologías que ayuden a extender la vida útil de los productos en cuanto a condiciones óptimas para el consumo humano y preservación de la integridad alimentaria debido a los sustratos naturales. han sido examinados y reconstituidos. -revisado en los últimos años fuentes que contienen ingredientes y/o productos derivados útiles en el desarrollo de alimentos que afectan la nutrición al mismo tiempo que contribuyen a los beneficios para la salud.

La realización de este trabajo se enmarca dentro de los objetivos del Plan Nacional Desarrollo 2021 -2025, el mismo que en su objetivo 3 menciona:

“Fomentar la productividad y competitividad en los sectores agrícola, industrial, acuícola y pesquero, bajo el enfoque de la economía circular La dinámica productiva que incluye actividades económicas a nivel agrícola, acuícola, pesquero y de infraestructura, requiere impulsar un esquema que brinde igualdad de oportunidades para todo” (p. 33)

# CAPÍTULO I: El problema de la investigación

## 1.1 Planteamiento del problema

Las frutas y hortalizas de IV gama también llamados “procesados en fresco” o “frescos cortados” (fresh-cut), son productos acondicionados para su consumo directo mediante un proceso de varias etapas (selección, lavado, deshojado, pelado, deshuesado, corte, higienizado, etc.), seguido de un envasado bajo un film plástico en condiciones de atmósfera modificada, lo que permite mantener la calidad del producto durante una vida útil de 7-10 días en condiciones de refrigeración (2-8 °C) (Yucra y Zapata, 2009). Son alimentos preparados para ser consumidos directamente y su calidad es semejante a la del producto fresco del que provienen). Los productos vegetales de IV gama más consumidos son: las ensaladas de lechugas, de una sola variedad o mezcla de varias; pimientos rojos y verdes cortados; zanahoria cortada o pequeñas zanahorias enteras (baby); patata pelada y cortada; acelgas; espinacas, etc. (González *et al.*, 2005).

Las frutas y hortalizas recién cortadas son más perecederas que los productos hortofrutícolas enteros de los que se derivan, debido a que se producen importantes cambios fisiológicos y bioquímicos durante el procesamiento, lo que supone un mayor riesgo de contaminación microbiana. Estos procesos aceleran la pérdida de calidad y reducen la vida útil del producto (Belloso *et al.*, 2006).

El aguacate de la variedad Hass es el de mayor aceptación en el mundo (Catala, 2011). Los derivados del aguacate son inestables debido a la presencia de enzimas oxidantes que reducen su apariencia, propiedades organolépticas, color y textura.. Por tanto, es necesario evaluar los procesos para obtener productos de aguacate con mínimo procesamiento (Barbagallo, 2010). Teniendo en cuenta una de las dificultades que enfrenta el aguacate en la actualidad es la corta vida de anaquel por ser cosechado en un estado no apto para la maduración, así como el transporte y almacenamiento en condiciones inadecuadas, afectando significativamente a la producción y conservación del mismo (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA, 2008).

## **1.2 Delimitación del problema**

La investigación con carácter experimental se realizó a nivel de laboratorio en las instalaciones de la Planta de Procesamiento de Alimentos Ricos y Sanos y en los Laboratorios de la Facultad de Ciencias e Ingenierías de la Universidad Estatal de Milagro, en un tiempo aproximado de 1 año, en el cual se elaboró el recubrimiento y se estudió los cambios que presentaron los frutos.

## **1.3 Formulación del problema**

¿La aplicación de un recubrimiento comestible a base de mucílago de chía con pectina obtenida del limón real y aceite esencial de arándano permitirá alargar la vida útil del aguacate de variedad Hass sin alterar sus características organolépticas?

## **1.4 Objetivo general**

Evaluar el efecto de un recubrimiento comestible a base de mucílago de chía con pectina obtenida del limón real y aceite esencial de arándano para su aplicación en aguacate Hass mínimamente procesado.

## **1.5 Objetivos específicos**

- Caracterizar la pectina obtenida del limón real mediante parámetros fisicoquímicos (índice de metoxilo, grado de esterificación y acidez).
- Examinar los parámetros fisicoquímicos del recubrimiento comestible a base de mucilago de chía en el aguacate conservado en temperatura ambiente hasta 7 días.
- Determinar el tratamiento de mayor aceptación sensorial en base a un criterio hedónico.
- Comparar el tiempo de vida útil y el efecto antimicrobiano del producto con recubrimiento.

## **1.6 Hipótesis**

La aplicación de un recubrimiento comestible a base de mucílago de chía con pectina obtenida del limón real y aceite esencial de arándano permitirá alargar la vida útil del aguacate de variedad Hass sin alterar sus características organolépticas.

## 1.7 Justificación

El uso de nuevas tecnologías en la conservación de frutas responde a la necesidad de cumplir con los requerimientos del mercado de que sean sanas y mínimamente procesadas. Cuando compramos productos, notamos diferentes tratamientos disponibles para los consumidores, siendo la gama IV una de las más agradables para los consumidores, ya que es cuando las frutas y verduras frescas se hacen limpias, peladas, picadas y listas para comer. Estos alimentos deben cumplir el objetivo de conservar las propiedades nutricionales y organolépticas que los consumidores esperan y es aquí donde nos encontramos con uno de los mayores problemas de calidad, que es la inhabilitación de las enzimas, para evitar la reacción de pardeamiento (oscurecimiento) enzimático que producen los compuestos fenólicos presentes en la fruta y resultando en pérdida de calidad (De Ancos, González, Colina y Sánchez, 2015).

En los últimos años, se han realizado numerosos estudios científicos que demuestran que las películas comestibles (PC) y los recubrimientos comestibles (RC) son una herramienta útil para mejorar la calidad de los alimentos vegetales mínimamente procesados debido a que forman una barrera semipermeable que reduce la pérdida de agua y de solutos, controlan el intercambio gaseoso incluida la velocidad de respiración ( $O_2$  y  $CO_2$ ) y la emisión de etileno, y disminuyen el riesgo de contaminación microbiológica, los desórdenes fisiológicos y los cambios bioquímicos relacionados con reacciones oxidativas (pardeamiento enzimático) y la pérdida de firmeza. Algunos de estos estudios han sido reunidos en distintos trabajos de revisión (Gómez, 2007).

En un fruto como el aguacate, el biopolímero puede ser utilizado como protección a para los gases y el vapor de agua, recubriendo la superficie del alimento con la función principal de limitar la pérdida de humedad en el ambiente, reduciendo la capacidad para absorber oxígeno para reducir la intensidad respiratoria, aumentar la vida útil y reducir las pérdidas postcosecha (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [CORPOICA], 2008).

### **1.8 Alcance y limitaciones**

La investigación abarcará la elaboración y aplicación de un recubrimiento comestible a base de mucílago de chía con pectina obtenida del limón real y aceite esencial de arándano para su aplicación en aguacate Hass mínimamente procesado con el fin de evaluar sus características organolépticas y estimar la vida útil del producto.

## Capítulo II: Marco teórico referencial

### 2.2 Antecedentes

Torrenegra, Ramón y Herrera (2021) evaluaron un un biorecubrimiento comestible a base de almidón modificado aplicado a aguacate (*Persea americana*) mínimamente procesado, confirmando la eficacia de utilizar biorecubrimiento comestible a base de almidón modificado con anhídrido n-octenil succínico (n-OSA) como una alternativa para la conservación del aguacate mínimamente procesado debido a que presentó menor variación de las propiedades fisicoquímicas, evidenciando una menor pérdida de peso en comparación con el control al final del tiempo de conservación, siendo el recubrimiento A4 elaborado con 8 gramos de almidón modificado y 8 mL de extracto acuoso de orégano el más efectivo.

Aroca, Regalado y Acosa (2018) realizaron un estudio de la conservación de frutas en "IV gama" con la aplicación de un recubrimiento biodegradable-activo. La película se hizo utilizando materiales locales tales como almidón de yuca y gelatina bovina en una dispersión de sólidos totales al 2% con una proporción de almidón - proteína de 50:50, usando glicerol como plastificante; También se añadió ácido cítrico a la dispersión en una proporción de 10% (p/p) (R / AC-10%) y una relación de 15% (p/p) (R/AC - 15%). La fruta sin piel y cortada en rodajas se revistió por aspersion con la dispersión preparada, a continuación la fruta recubierta en rodajas sin piel se almacenó a 12°C. Después de 24 horas el fruto almacenado se caracterizó por parámetros de calidad tales como, humedad, °Brix, textura, color, índice de oxidación, contenido de vitamina C, acidez. Además, el fruto fue sometido a un análisis microbiológico para asegurar su inocuidad, asegurando que es seguro para consumo. Los resultados demostraron que la película biodegradable no tiene ningún efecto sobre la calidad de la fruta, además se alcanzaron los mejores resultados cuando se utilizó la película biodegradable R / AC10% debido a que retrasa un 15% el pardeamiento enzimático al aplicar la fórmula del índice de oxidación, con respecto al control. Además, la fruta mostró mejores características organolépticas en el análisis sensorial.

Púa, Barreto, Vallejo y Ariza (2015) extrajeron y caracterizaron la pectina obtenida a partir de la cáscara de limón Tahití en dos estados de maduración La extracción de la cáscara de limón Tahití verde y maduro se realizó mediante hidrólisis ácida con HCl

a pH, temperaturas y tiempos diferentes. En el caso de la cáscara de limón Tahití verde, las condiciones ideales de extracción con relación al porcentaje de rendimiento fueron de 1,26%, pH 2,5, 45 minutos y 100°C. Para la cáscara de limón Tahití maduro, estas condiciones fueron de 0,90%, pH 2,0, 75 minutos y 90°C. A la pectina resultó se le evaluó el contenido de humedad, las cenizas, el metoxilo, la acidez libre, el peso equivalente y el grado de esterificación, aplicando un análisis por espectroscopia de infrarrojo. Los resultados de la caracterización de limón verde y maduro fueron: 5,4 % y 3,2 % de cenizas respectivamente; 14,0 % y 8,2 % de humedad; 84,2 % y 91,6 % de ácido anhidro galacturónico; 94,5 % y 90,7 % de porcentaje de esterificación; 14.0 % y 14.6 % de índice de metoxilo. Se concluye que la pectina tiene un elevado porcentaje de esterificación, en comparación con la pectina comercial (76 %) por lo que se reconoce como de alto metoxilo, y se considera apta para ser utilizado en la industria, debido a su facilidad de gelificación.

Rojas (2006) evaluó recubrimientos comestibles con sustancias de origen natural en manzana fresca cortada como una nueva estrategia de conservación, concluyendo que la incorporación de aceites esenciales como agentes antimicrobianos causó un efecto significativo en las características de películas elaboradas a partir de puré de manzana y de una mezcla de alginato-puré de manzana. En ambas películas, el aceite de orégano demostró ser el antimicrobiano más efectivo en el control de E. coli O157:H7, seguido del aceite de hierba de limón y de canela. El mismo orden de efectividad fue observado cuando se emplearon sus correspondientes compuestos activos (carvacrol, citral y cinamaldehído). La permeabilidad al vapor de agua de las películas de puré de manzana ( $7,04 \pm 0,63$  g-mm/kPa-h-m<sup>2</sup>) incluso se vio ligeramente mejorada por la incorporación de los antimicrobianos en la formulación, alcanzando valores de hasta  $6,17 \pm 0,56$  g-mm/kPa-hm<sup>2</sup> por el uso de 0,1% de aceite de orégano, aunque la incorporación de estos compuestos también causaron un aumento en su permeabilidad al O<sub>2</sub> ( $22,64 \pm 1,28$  cm<sup>3</sup> - $\mu$ m/m<sup>2</sup> -d-kPa) observándose valores tan altos como  $38,12 \pm 0,80$  cm<sup>3</sup> - $\mu$ m/m<sup>2</sup> -d-kPa, sin que sus propiedades mecánicas se vieran afectadas. La presencia de alginato produjo efectos beneficiosos en la película, evidenciándose una disminución de la permeabilidad al O<sub>2</sub> de casi el 50%. Por otro lado, la incorporación de los antimicrobianos en la formulación de alginato-puré de manzana no causó ningún efecto significativo en las propiedades de

barrera de la película, aunque las propiedades mecánicas se vieron ligeramente modificadas.

## **2.2 Contenido teórico que fundamenta la investigación**

### **2.2.1 La Chía (*Salvia Hispana L.*)**

#### **2.2.1.1 Cultivo de Chía en el Ecuador**

La producción de la chía en el Ecuador se reinicia a partir del año 2005 pero lamentablemente no existe ningún tipo de información exacta con respecto a las 33 hectáreas de chía que existen actualmente en el Ecuador. Su introducción fue impulsada por la empresa Corporación Internacional Chía S.A llevando a cabo la explotación de la zona norte del país y la región costa central. Su producción es exportada a varios países del mundo (Proecuador, 2014). Actualmente se conoce de diferentes publicaciones informativas del país que las provincias más representativas en la producción de chía en el año 2010 fueron Los Ríos (45%), Imbabura (30%), Bolívar (15%) y otros (10%). (Cefla, 2015, pág. 5) La mayoría de la producción de chía en Ecuador está compuesta de pequeños agricultores de 0,5 a 1 ha. y no tienen un sistema de riego tecnificado. La productividad de la chía y varios cultivos dentro del Ecuador se ve afectada principalmente por este motivo. El rendimiento promedio de la chía en plantaciones comerciales es de 500 a 600 kg/ha. (Capitani, 2013).

No existen pruebas en nuestro país con respecto a la chía, pero la Estación Experimental Obispo Colombes en Tucumán Argentina, determinó que el rendimiento de un cultivo de chía sin riego varía entre 150 a 800 kilogramo/hectárea. La chía que se produjo bajo riego tuvo buenos resultados con un rendimiento promedio de 1200 kg/ha. (Pérez *et al*, 2013). Lo mismo ocurre con los diversos cultivos tradicionales en nuestro país, cacao, maíz, banano, maracuyá, todos afectados por la falta de sistemas de riego modernos para aumentar los rendimientos.

#### **2.2.1.2 Características generales**

La chía (*Salvia Hispana L.*) es una planta perteneciente a la familia *Laminaceace*. Fue considerada sacrosanta en la era precolombina y alimento primordial para los mayas, acompañado de los frijoles, el poroto y el maíz. Sus principales usos eran medicinales y alimentarios (Cefla, 2015).

Su árbol mide de 1,00 a 1,50 metros de altura, ramificado, de sección cuadrangular, con pelos blancos cortos. Las hojas opuestas tienen márgenes aserrados entre 80 y 100 cm de largo, 40 y 60 mm de ancho. Sus flores de color verde oscuro o blanco crecen en espigas en los extremos. Las semillas son ovaladas lisas y de 1,5 a 2,00 mm de largo. Según la variedad su color puede ser blanco o negro grisáceo con manchas irregulares que tienden a un color rojo oscuro (Jaramillo, 2013).

La chía es un cultivo que crece en condiciones tropicales y subtropicales y no tolera las heladas. En cuanto a las condiciones del suelo, se puede decir que la disponibilidad de una variedad de nutrientes y humedad creará condiciones favorables para su crecimiento, especialmente para la germinación, por otra parte, los suelos donde mejor se desarrollan las plantas son los arenosos limosos, aunque también puede crecer en suelos arcillosos limosos de buen drenaje (Lobo *et al*, 2019).

La chía puede recolectarse mecánicamente o a mano. En cuanto las flores de la chía se marchitan, aparecen las semillas. Las cabezas con las semillas, donde antes estaban las flores, se recogen y se van golpeando suavemente para liberar las diminutas semillas. Después las semillas se almacenan en sacos o diminutos contenedores y se limpian. No se utilizan ni color ni productos químicos en ninguno de estos procesos (Coates, 2012).

La FDA considera que las semillas de chía son consideradas un “Superalimento” por su alto contenido en fibra y ácidos grasos esenciales omega 3 y 6, por lo que se recomienda comer de forma natural remojando 35 cucharadas de semillas de chía en un vaso pequeño de agua, ya que cuando la chía las semillas se remojan en agua, segregan un gel a base de aceite que contiene la fibra característica de las semillas de chía. El gel que se forma en el estómago crea una barrera física entre los carbohidratos y las enzimas digestivas que ayudan a disolverlos, lo que ralentiza la conversión de carbohidratos en azúcar. Así mismo también se consume como suplemento en su mercado en panadería y pastelería, encontrándolas en galletas, postres, y barras proteínicas, en otros casos las encontramos como componentes adjuntos a los jugos proteicos utilizados por persona las barras que realizan actividad física. Todas las edades pueden comer semillas de chía. Las semillas de chía pueden ser consumidas por personas de todas las edades y en cuanto a la dosis recomendada, para las personas que gocen de un buen estado físico y salud se considera que 5 gramos diarios optimizaran su desarrollo durante toda una jornada,

pero para las personas que sufran de enfermedades cardiovasculares o de la presión se plantea elevar el consumo diario a los 25 gramos (León y Ochoa, 2014).

### **2.2.1.3 Composición Nutricional**

La composición nutricional de la semilla de la chía es un 17,2% de proteínas, un 44% de hidratos de carbono y un 34,33% de aceite, del cual el 64% son ácidos grasos mono insaturados o poliinsaturados, además, contiene 22,2% de omega 3 cada 100 g y no contiene colesterol, no posee gluten por lo que es apta para celíacos y su perfil de aminoácidos esenciales cubre las necesidades de un adulto, no así las de un niño (Tennina, 2014).

La chía es considerada una excelente fuente de vitamina B, comparada con otros cultivos habituales, tiene un mayor contenido de niacina que la soya; maíz, azafrán y arroz; el contenido de tiamina y riboflavina es comparable al del maíz y el arroz, pero inferior al del cártamo y la soja. Contiene minerales esenciales como: fósforo, calcio, magnesio, hierro, potasio, cobre y zinc, además, el porcentaje de proteínas de la chía resulta superior a algunas fuentes ricas en hierro como la espinaca, la lenteja y el hígado vacuno (Coates, 2012).

### **2.2.1.4 Propiedades nutricionales de las semillas de chía.**

Los beneficios de la semilla de chía son populares y se sugiere consumirlo por sus beneficios al aparato digestivo, no obstante, su consumo se ve restringido para un público muy amplio por su forma de elaboración.

La Chía (*Salvia hispánica*) por si solas carecen de gusto alguno, insípida e inodora. Los alimentos elaborados a base de chía no son un consumo común debido a su poco uso en gastronomía “debido especialmente a que carecen de gusto, aunque su consumo es recomendado debido a sus bondades al sistema digestivo debido a su aporte de ácidos grasos, antioxidante, fibra dietética y Omega-3” (Egas, 2013).

El consumo de chía (*Salvia hispánica*) registra un aporte importante de omega 3 “recomendados por la OMS además de la calidad de su fibra, sobre todo en forma de fibra soluble (mucílagos), es excelente para la digestión siendo además un alimento nutritivo” (Guerrero,2016).

### **2.2.1.5 Aminoácidos en la Chía**

La chía posee un contenido de proteínas que oscila entre 19 y 23% el cual es mayor que el asociado a los cereales tradicionales tales como trigo, maíz, arroz, avena y cebada presentando como ventaja adicional el no contener gluten. (Ayerza, 2016).

Dentro de los aminoácidos de la chía logra sobresalir el contenido de lisina, de igual forma los tenores de metionina y cistina, quienes superan a los aminoácidos de otras proteínas presentes en distintas semillas oleaginosas, por lo cual, se ha evidenciado que la semilla de chía puede incluirse a la dieta humana junto con otros granos a fin de crear un balance de proteínas equilibrado.

### **2.2.2 Limón Real**

El limón Real es el líder de los cítricos ácidos, debido a su atractivo color, olor y sabor, llamado también limón francés, *Citrus Limón Burm*, es conocido en inglés como lemon; en Italia como Limón; en la mayoría de las zonas de habla hispana como limón, limón agrio, limón francés o lima, en alemán como Limónen; en Francés como citrónnier y en neerlandés como citroen; en Haití, es limón France, en Puerto Rico, limón amarillo (Gonzales, 2016).

#### **2.2.2.1 Características**

Aunque se trate de un fruto de sabor ácido son tantas sus propiedades que este pequeño “defecto” se transforma en una gran virtud, contiene numerosas ventajas nutritivas y curativas, además posee diversas aplicaciones culinarias, tanto para aderezar como para cocinar alimentos o realizar licores (Quinto, 2016).

El árbol del limón Real alcanza de 10 a 20 pies (3-6 metros) de altura y usualmente tiene espinas afiladas en las ramitas, florece todo el año y se clasifican sus variedades de acuerdo a la época de maduración de sus frutos, también cuenta con flores de suave fragancia pueden ser solitarias o pueden existir 2 o más agrupadas en las axilas de las hojas, cuando brotan son de color rojizo; las flores abiertas tienen 4 o 5 pétalos de 3/4 pulgadas (2 cm) de largo, de color blanco en la superficie superior (interior), púrpura debajo (fuera), y unos 20 a 40, estambres con anteras amarillas unidos (Vives, 2015).

El fruto es ovalado con una protuberancia como pezón en el ápice; 2 ¾ a 4 ¾ plg. (7 -12 cm) de largo. La piel suele ser amarillo claro a pesar de que algunos limones están

marcados con rayas longitudinales de color verdeamarilla o verde-blanco, es aromática, salpicada de glándulas de aceite; 1/4 a 3/8 pulgadas (6-10 mm) de espesor; la pulpa es de color amarillo pálido, con 8 a 10 segmentos, jugosos, ácidos, algunos de estos frutos son sin semillas, la mayoría tienen unas pocas semillas, elípticas, puntiagudas, lisas, 3/8 pulgadas (9,5 mm) de largo, blancas por dentro. (Vives, 2015).

Las hojas alternas, de color rojizo cuando son jóvenes, son verde oscuro por encima, por debajo verde claro, oblongas, elípticas o largamente aovadas, 2 1/2 a 4 1/2 pulgadas (6.25-11.25 cm) de largo, finamente dentadas, con delgadas alas sobre el peciolo (Cuesta, 2014)

### **2.2.2.2 Origen**

El limón es un híbrido de *Citrus medica* y es procedente del sudeste asiático. La historia nos cuenta que las invasiones bárbaras en el siglo III destruyeron todas las plantaciones de limón en Europa. Diez siglos después, con la llegada de los árabes, este producto reapareció en España. El limón a las Américas se montó en los barcos de los conquistadores y fue introducido en Europa por los cruzados en el siglo XII a través de Oriente Medio y el norte de África. A menudo, es uno de los primeros insumos que se lleva en viajes largos, ya que es conocido por sus propiedades para prevenir y combatir el escorbuto: una enfermedad derivada de la falta de vitamina C. En el Ecuador son cuatro las variedades predominantes de limón, según Alfonso Valarezo, técnico de la estación del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, en El Triunfo. El técnico asegura que el limón Sutil, el Criollo y el limón Real son más para el consumo nacional, pues a los 9 ecuatorianos les gusta su acidez, mientras que el Tahití está destinado a la exportación (Ayala, 2015).

El recinto Piedrero se encuentra ubicado en la provincia del Guayas, entre los cantones de El Triunfo y La Troncal, y se presenta como el punto de mayor producción y oferta de la provincia del Guayas. Cuenta con 22 recintos que aún no se encuentran delimitados y con alrededor de 6325 habitantes (Flores, 2016).

### **2.2.2.3 Producción**

Desde el punto de vista económico, la producción es la actividad de agregar valor mediante la creación y provisión de bienes y servicios, es decir, incluye la creación de

productos o servicios, y la creación de valor al mismo tiempo, es la actividad que tiene lugar en un sistema económico, para ser más precisos, es la capacidad de un factor de producción para producir una determinada cantidad de bienes en un período determinado. El concepto de producción parte de la conversión o transformación de uno o más bienes en otros diferentes y se considera que dos bienes son diferentes entre sí cuando no son completamente intercambiables por todos los consumidores (Lorenzo, 2016).

El concepto económico de producción abarca más actividades que el concepto general de producción en el lenguaje cotidiano. Producción es la elaboración o la fabricación de los objetos físicos, pero también la provisión de servicios (médicos sanitarios, enseñanza; espectáculos; restaurantes; etc.). En la actualidad, los servicios constituyen la mayor parte de la producción total de los países industrializados, así, en un sentido económico, el término engloba todas aquellas actividades que no son estrictamente de consumo. el Ecuador es uno de los principales productores de limón Real a nivel mundial, posee alrededor de 5000 hectáreas dedicadas a este cultivo; gran 10 parte de la producción es exportada a Estados Unidos, Perú y España (Garces, 2014).

#### **2.2.2.4 Comercialización**

La comercialización es el proceso por el cual un nuevo producto o servicio se introduce en el mercado general. La comercialización se divide en fases, desde la introducción inicial del producto a través de su producción en masa y la adopción, la comercialización es parte de un bucle de retroalimentación más grande para un producto, ya que la introducción final del producto en el mercado puede requerir ajustes en el proceso (Moran, 2017).

En el Ecuador, la producción del limón Real se enfoca en gran medida para el mercado interno. No obstante, en los últimos 20 años se ha comercializado 7.448,70 TM de la variedad Real hacia Estados Unidos (Parra, 2010).

#### **2.2.2.5 Variedades de Limón en Ecuador**

En Ecuador existe cuatro variedades de limón, entre ellas, el limón sutil, el criollo y la lima limón son más para el consumo nacional, pues a los ecuatorianos les gusta su acidez, mientras que el Tahití está destinado a la exportación, así mismo, hay la

variedad Meyer (limón mandarina) que se produce en menor cantidad, especialmente en Loja, Azuay, Imbabura y Pichincha: se vende en los mercados y supermercados. En el país están sembradas 5247 hectáreas de esta fruta, de las cuales 3067 están en cuatro cantones de Manabí, las demás se reparten entre El Oro, Santa Elena; Guayas y Loja. El MAG informo que la producción fuerte se concentra entre diciembre y marzo, y representa el 60% del abastecimiento nacional, el resto se cosecha en verano y una pequeña parte se importa (El Comercio, 2017).

### **2.2.3 Pectina**

La pectina es una sustancia de origen vegetal, que se encuentra en las plantas, principalmente en sus frutos; su principal característica es ser un pegamento natural, además, la pectina es un hidrocoloide dependiendo del índice de madurez, el tipo de ácido (HCl, en solución acuosa tiene propiedades  $H_3PO_4$  y ácido cítrico) y el pH del agua acidificada para espesantes, estabilizantes y especialmente gelificantes. Actúan como gelificantes y espesantes en una amplia variedad de productos. Las pectinas comerciales son galactouranoglicanos con cantidades variables de grupos éster metílico; mientras que las pectinas comerciales se encuentran en las paredes celulares y capas intercelulares de todas las plantas terrestres y son moléculas más complejas convertidas en productos comerciales por extracción ácida.

Las pectinas son polisacáridos que se componen principalmente de unidades de ácido galacturónico unidas por enlaces glicosídicos a 1-4. Son sustancias blancas amorfas que forman en agua una solución viscosa; combinadas en proporciones adecuadas con azúcar y ácidos, forman una sustancia gelatinosa utilizada como espesante (Moscoso, 2015).

#### **2.2.3.1 Clasificación de las pectinas según su composición**

##### **Pectinas de alto metoxilo (HMP)**

Las pectinas de alto metoxilo poseen la mayoría de sus grupos carboxilo esterificados (del 50 al 58%), no forman geles si no es en medios muy azucarados, que contengan más del 60% de azúcar, y el pH este comprendido entre 2,7 y 3,4; no son reversibles por el calor y todas ellas se estandarizan y normalizan a 150° SAG (Owen, 2016).

##### **Pectinas de bajo metoxilo (LMP)**

Presentan un porcentaje de esterificación inferior al 50%, y los grupos carboxilo, algunos resultantes de la desmetilación controlada de las de alto metoxilo son parcialmente neutralizados por un catión alcalino ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  o  $\text{NH}_4^+$ ) para aumentar su solubilidad. no necesitan de la presencia de azúcar para gelificar, por lo que se requiere poca o ninguna cantidad de la misma, pero requieren la presencia de cationes divalentes como el calcio para formar entrecruzamientos moleculares, además, las pectinas de bajo metoxilo son menos sensibles a los cambios de pH es por esto que pueden formar geles en el intervalo de 2.5 a 6,5 (Saavedra, 2015).

### **2.2.3.2 Propiedades fisicoquímicas de la pectina**

#### **Solubilidad**

El agua es el mejor solvente para las pectinas, sin embargo, estas también son solubles en formamida, dimetilformamida y glicerina caliente, por otro lado, la pectina es insoluble en solventes orgánicos y en soluciones de detergentes cuaternarios, polímeros, proteínas y cationes polivalentes (Saavedra, 2015).

#### **Acidez**

Las pectinas son neutras en su estado natural, en solución tienen carácter ácido el cual depende del medio y del grado de esterificación, el pH de las soluciones de pectina varía entre 2,8 y 3,4 como función del grado de esterificación (Ariza, 2014).

#### **Viscosidad**

La pectina forma una solución viscosa en agua, cuya propiedad depende del grado de polimerización de la pectina, pH, temperatura, concentración y presencia de electrolitos. En las pectinas altamente esterificadas, la viscosidad debido a su presencia aumenta al aumentar el peso molecular, los grupos laterales y la concentración de pectina en solución. El calcio y otros iones polivalentes aumentan la viscosidad de las soluciones de pectinas y algunas pectinas de bajo metoxilo pueden gelificar si la concentración de calcio supera un cierto límite (Owen, 2016).

### **2.2.3.3 Poder de gelificación de las pectinas**

Para las pectinas ricas en metoxilo, se supone que a pH 3,4 al menos el 40 % del éster metílico está desesterificado y, por lo tanto, será difícil obtener una formación de gel estable con una concentración de azúcar del 65 %. Una concentración de

azúcar demasiado alta puede provocar la cristalización durante el almacenamiento. En el caso de las pectinas de bajo metoxilo, los geles son menos rígidos y se pueden trabajar con menos sólidos solubles, no dependen tanto del pH, de hecho, se pueden obtener buenos geles entre valores de pH de 2,5 y 6,5, pero requieren calcio en una concentración adecuada que varía entre 0,01 y 0,1% p/p en base húmeda (Cheftel, 2015).

#### **2.2.3.4 Hidrólisis ácida**

La extracción se basa en una hidrólisis, separación y recuperación de la pectina; la protopectina se hidroliza en medio ácido diluido, en caliente, removiendo así, no sólo la pectina, sino también, otros productos tales como polisacáridos neutros y gomas, el grado de esterificación final depende de la temperatura, del pH y de la duración del tratamiento ácido; pudiendo obtenerse pectinas fuertemente metiladas o pectinas débilmente metiladas (Esquivel y Herrera, 2016).

La materia prima se somete a una hidrólisis ácida, que consiste en la cocción del sustrato en atmósfera ácida, filtración y posterior purificación, con lo que se puede separar la pectina presente del resto de compuestos de la cáscara. Comúnmente se sugieren valores de temperatura para la extracción de pectina con HCl, que van de 85 a 90°C, pH de 1.6 a 2.0 y tiempo de extracción de 30 a 60 min. La pectina de piel de naranja se puede extraer con ácido nítrico a pH 1,8 y 80°C durante 60 min. Además, el efecto de la temperatura, el tiempo de extracción y el pH sobre la "unidad formadora de gel" en la pectina de naranja todavía se extrajo a pH 1,2; 1, 6 y 2 y temperaturas de 75, 85 y 95°C a los 20, 40 y 60 min. Asimismo, se señala que la influencia de la temperatura, tiempo de extracción y pH sobre las "unidades de 25 gelificación" en pectina de naranja se extraen a aún pH de 1,2; 1,6 y 2 y temperaturas de 75, 85, y 95°C a 20, 40 y 60 minutos. Finalmente, la pectina se procede a secarla y molerla hasta tener un fino polvo listo para comercializarlo (Bruni, 2012).

#### **2.2.3.5 Usos y aplicaciones de las pectinas**

La principal aplicación de la pectina en la industria alimentaria es la elaboración de compotas y mermeladas; También se utiliza como agente gelificante en pudines, estabilizador de emulsiones y suspensiones, espesante en bebidas, estabilizador en helados y postres fríos, y en soluciones para embutidos y rebozados de carnes. En el campo farmacéutico las pectinas se emplean por su acción protectora y reguladora

del sistema gastrointestinal, su acción desintoxicante, anticolesterol, inmunológica, antihemorrágica, anticancerígena y cicatrizante; prolonga la acción terapéutica al aumentar los tiempos de liberación de los principios activos (Bruni, 2012).

#### **2.2.4 Arándano**

##### **2.2.4.1 Fundamento teórico**

El Arándano o blueberry, es catalogado un alimento con grandes ventajas nutricionales debido a que se encuentra libre de sodio, grasas y colesterol, posee bajo contenido de calorías, es rico en fibras, vitaminas C. dentro de su valor nutricional se destaca que contiene antocianinas siendo estas pigmentos de color rojo oscuro y morado, están intervienen en el metabolismo celular de ser humano causando un deterioro en el cáncer, el envejecimiento, problemas cardiacos, así como la enfermedad de Alzheimer etc (Burgos, 2019).

Según algunos estudios indican que el arándano, es una fruta muy eficiente para la salud diaria de las personas por lo que las mismas lo enfocan en la dieta, dado que sirve para potenciar la capacidad de la memoria, mejora en el rendimiento a nivel cerebral; también nos hace saber que el arándano posee pigmentos naturales que ayudan en el proceso de aprendizaje mejorando conexiones neuronales y ayuda en la comunicación entre células (Matt, 2012).

##### **2.2.4.2 Descripción taxonómica**

El arándano es una fruta cuyo nombre científico es *Vaccinium corymbosum* el cual pertenece a la familia Ericácea. Se trata de arbustos erectos o rastreros que alcanzan una altura de 1.5 a 2.5 m. Estos frutos crecen mejor en suelos ácidos porque contienen un pH 4 -5 durante la mayor parte del año; sus tierras son franco arenoso o arcilloso con muy poca profundidad y de baja fertilidad se requiere de suelos húmedos con buen drenaje, pero con humedad superficial durante los meses de verano. Si se llega a tener un mal manejo del agua puede provocar un crecimiento pobre, con escasa producción frutal en algunos casos con la muerte de los arbustos (González, 2016).

##### **2.2.4.3 Valor nutricional del arándano**

Estos frutos poseen un bajo valor calórico, son ricos en vitamina C, potasio, hierro y calcio, el cual es necesario en la transmisión y generación del impulso nervioso, en la

actividad muscular normal e intervienen además en el equilibrio de agua dentro y fuera de la célula. Además, los frutos constituyen una buena fuente de fibra que mejora el tránsito intestinal. También contienen taninos, los cuales confieren propiedades astringentes (Ostrolucka *et al.* 2017).

La composición nutricional de arándano azul por cada 100 gr energía 30 gr, proteína 0.60 gr, grasa total 0.20 gr, colesterol 0 mg, glúcidos 6.90 gr, fibra 1.80 gr, calcio 12 mg, hierro 0.50 mg, yodo 0 mg, vitamina A 5 mg, vitamina C 17 mg, vitamina D 0 mg, vitamina E 0 mg, folato 6 mg (UNNE, 2015).

Los aceites esenciales pueden ser obtenidos a partir de materia vegetal y frutas, mediante tres principales métodos (Stashenko, 2019).

## **2.2.5 Aceites esenciales**

### **2.2.5.1 Definición y composición**

Los aceites esenciales son sustancias altamente concentradas de la parte de la planta de la cual se extraen y consisten en una mezcla de sustancias aromáticas, en general los aceites esenciales se definen como mezclas de componentes volátiles (Servicio Nacional de Aprendizaje, 2018).

Los componentes químicos principales de los aceites esenciales son hidrocarburos, alcoholes, fenoles, aldehídos, cetonas, etc. Estos se han estudiado en su mayoría por su sabor y fragancia para dar sabor a los alimentos, bebidas, sin embargo, los aceites esenciales y sus componentes están ganando mayor interés debido a su potencial uso multifuncional, debido a esto muchos autores informan de las propiedades antimicrobianas, antifúngica, antioxidantes y de captura de radicales de los mismos (Gonzales y Molina, 2019).

### **2.2.5.2 Métodos de extracción del aceite esencial**

#### **Arrastre con vapor**

Este método se lleva a cabo con vapor seco sobrecalentado, generado por una caldera o calderín, el vapor entra en contacto con la materia a una presión más alta que la atmosférica, la corriente de vapor provoca rupturas en las células o canales oleíferos en la planta, frutas y arrastra la mezcla volátil, misma que es condensada al pasar por un refrigerante. Este procedimiento es utilizado para extraer aceites de rizomas, raíces, semillas de hojas secas y frutos (Jirovets y Buchbauer, 2016).

## **Destilación con agua-vapor**

Este método de Extracción se realiza con vapor húmedo, proveniente del agua en ebullición, mismo que traspasa el material vegetal y frutal suspendido encima y apoyado sobre una malla, los aceites de las herbáceas en su mayoría por este método (Jirovets y Buchbauer, 2016).

## **Hidrodestilación**

Este se realiza sumergiendo la materia prima directamente en el agua, que se calienta a hervor. Este tipo de extracción se utiliza para la destilación del material delicado como por ejemplo las flores, rosa, etc. (Sovova, y Alesksoyski, 2017).

### **2.2.6 Aguacate**

#### **2.2.6.1 Generalidades del aguacate**

La palta o aguacate, es un fruto originario de México y Centroamérica, datos revelan que se encontraron las semillas de palta junto a restos humanos hace más de ocho mil años de antigüedad, esto junto con la llegada de los españoles el cultivo se propagó a los países de Colombia y Ecuador (Buelvas, Patiño y Cano, 2017).

La palabra aguacate proviene del náhuatl que significa testículo, mientras que en portugués se lo conoce como abacate y en alemán es identificado como “fruta de mantequilla” quedando los españoles con el léxico de ahuacatl, creando los aguacata, la palabra guacamole proviene del náhuatl ahuacamolli, salsa de aguacate también conocido como aguaco o ahuaca, con este nombre (aguacate) y sus derivados se identifica al fruto *Persea americana* que son distribuidos en los países tales como, Estados Unidos, Centroamérica, el Caribe y España, mientras que con la palabra Palta, en Perú, Argentina, Bolivia, Chile y Uruguay (Cornejo y Morales, 2018).

El aguacate es una fruta tradicional en el régimen alimenticio de los ecuatorianos, su delicado sabor y textura cremosa se transforma en el complemento perfecto que acompaña a los platos típicos de la gastronomía del 22 país (Restrepo *et al*,2012).

#### **2.2.6.2 Aguacate Hass**

La variedad de aguacate Hass es un cultivo adaptado a diferentes condiciones climáticas siendo esta la especie más sembrada y reconocida a nivel mundial (Pérez y Quicio, 2016).

Esta especie es excelente para desarrollarse en altitudes de 1600 y 2100 metros sobre el nivel del mar (msnm), el fruto es de tamaño pequeño con peso promedio de 180 g, su maduración varía de oscura morada a negra, ya que es una de las características indispensable para identificar un fruto cuando está en su etapa de maduración, es muy rico en contenido de grasa interna ya que esta puede alcanzar hasta un 21% cuando el fruto se encuentra totalmente maduro, cabe recalcar que esta especie por contener innumerables características externas e internas muy rentables para los procesos industriales (Peña *et al.*, 2015).

La variedad Hass tiene como ventaja su alto contenido de aceite que varía entre (18 a 20 %), su corteza es gruesa y rugosa que lo hace resistente al almacenamiento y golpes en el transporté de la fruta, además, tiene un alto 27 potencial en la exportación razón por la cual desde hace 5 años se la está cultivando (Coello, 2015).

## **2.2.7 Recubrimientos y películas comestibles**

### **2.2.7.1 Descripción de los recubrimientos y películas comestibles**

Un recubrimiento o película comestible se define como una capa delgada de algún material que puede ser consumido y que puede proveer al alimento una barrera que lo protege del oxígeno, de la humedad y el movimiento de solutos en el alimento, fenómenos que pueden ir deteriorando y bajando la calidad y vida útil del alimento en el que se esté empleando (Bourtoom, 2017). Estas películas o recubrimientos pueden aplicarse a los alimentos como una especie de membrana que los protege ante diferentes condiciones ambientales, microbiológicas o simplemente por deterioro natural, existen diferentes maneras de aplicar estos materiales en la superficie de los alimentos, los cuales pueden ser mediante inmersión, pulverización o aspersion, pintado, cepillado o como una envoltura continua, separando los distintos componentes de los alimentos que puede ser biodegradable o ser consumida directamente junto con él (Krochta y MulderJohnston, 2017).

La diferencia entre recubrimiento y película comestible, consiste en general, en que las películas son preformadas y posteriormente son aplicadas sobre el producto; mediante que los recubrimientos se aplican de manera directa sobre el producto en forma líquida y al secarse forma una película superficial, es decir, se forman directamente sobre los productos en los que se añaden (Bósquez, Vernon, Pérez y Guerrero, 2019).

Por su aplicación, los recubrimientos o películas comestibles se podrían clasificar como alimentos, sin embargo, en la mayoría de los casos, los empaques comestibles no aportan un valor nutricional significativo al alimento que se esté recubriendo, debido a esto son considerados o declarados de mejor manera como un aditivo y no como un ingrediente, aunque actualmente se buscan materiales que puedan aportar el valor nutrimental necesario o requerido para ser considerados ingredientes y de esta manera obtener un valor agregado hacia los alimentos expuestos (Giancone, 2017).

#### **2.2.7.2 Importancia y funciones de los recubrimientos y películas comestibles**

Una película o recubrimiento comestible aporta diferentes propiedades fisicoquímicas al alimento, de esta manera pueden mantener sus propiedades sensoriales. Deben de mantener las propiedades de barrera para inhibir o reducir la migración de la humedad y controlar de manera efectiva como se van transportando los gases como oxígeno, dióxido de carbono y etileno, de esta manera se podrá presentar una adecuada permeabilidad al vapor de agua y solutos, así como brindar una permeabilidad a gases de manera selectiva, además, se deben de seguir los siguientes requerimientos o especificaciones para poder ser contemplado en la utilización para los alimentos (McHugh y Krochta, 2017):

- 1) Desarrollo de propiedades mecánicas, ya que otorgan integridad estructural a los alimentos en los que se utilizan y favorecen su manipulación.
- 2) Retener compuestos volátiles como aroma y sabor para asegurar la calidad de los alimentos.
- 3) Proporciona una barrera contra sustancias o alimentos extraños.
- 4) Sirve como vehículo de aditivos antimicrobianos, antioxidantes, colorantes, sabores, etc.).
- 5) Para frutas y hortalizas, debe permitir un almacenamiento prolongado mediante el control de la maduración, alargando así la vida útil.
- 6) No deben estar coloreados, dar ningún otro sabor a los alimentos y ser indetectables cuando se consumen.
- 7) Debe ser seguro para la salud, no contener sustancias nocivas.

- 8) Deben ser física, microbiológica y bioquímicamente estables.
- 9) En cuanto a la tecnología, deben desarrollarse de forma sencilla.
- 10) El costo de los materiales y su producción debe ser bajo. Asimismo, se han atribuido varias características beneficiosas a los recubrimientos o películas comestibles cuando se combinan con alimentos. Algunos de ellos ayudan a mejorar ciertas propiedades físicas de los alimentos, ralentizan la migración de grasas y aceites, o pueden reducir su absorción durante la fritura del producto. También se cree que dan integridad estructural a los alimentos y por ello se prefiere su manipulación, retardan la migración de humedad en alimentos no crocantes o en polvo, permiten separar porciones o dosis específicas de un mismo producto, facilitan el consumo, previenen o retardan la proliferación bacteriana. crecimiento o prolongación del almacenamiento (McHugh y Krochta, 2017).

### **2.2.7.3 Compuestos que pueden formar recubrimientos y películas comestibles**

Las películas o recubrimientos comestibles se pueden fabricar o fabricar a partir del material formador de película requerido. Durante la fabricación y/o el procesamiento, estos materiales pueden disolverse o dispersarse en solventes como alcohol, agua o algunos solventes o mezclas de los mismos. Básicamente, existen dos tipos de biomoléculas que se utilizan para fabricar estos materiales: los primeros son los hidrocoloides, que se componen principalmente de proteínas o carbohidratos y lípidos. Estas biomoléculas son polímeros que se encuentran en la naturaleza o que también pueden ser de origen animal o vegetal, son de alto peso molecular, presentan bondades de comestibilidad, apariencia estética, biodegradabilidad y buenas propiedades de barrera (Durango, Soares y Arteaga, 2018).

Desde el año 2000 hasta la actualidad se han reportado varios estudios en los que se utilizan diferentes materias primas para preparar PC o RC, en general, estos materiales consisten principalmente en hidrocoloide (proteína o carbohidrato) o lípidos, plastificantes y solventes. Según el componente que represente un mayor porcentaje, los CP se pueden clasificar en hidrocoloides, lípidos o mezclas hidrocoloides-lípidos. A estas formulaciones, independientemente de la categoría en la que se encuentren se les puede agregar otros componentes en menor proporción por lo cual, realmente se trata de mezclas de multicomponentes (Bósquez, 2018; Meza, 2016; Ruiz, 2019).

Aunque las aplicaciones más comunes de los hidrocoloides, como almidones, pectinas, mucílagos (semillas, Aloe vera) y quitosano, entre otros, son utilizados en la industria alimentaria como espesantes, estabilizadores de espumas, gelificantes, estabilizadores de emulsiones entre otros, también se utilizan para elaborar películas comestibles (Phillips, 2017).

Las películas o recubrimientos a base de hidrocoloides tienen muy buenas barreras para la difusión de oxígeno, dióxido de carbono y lípidos, estas películas tienen pocas calorías y pueden extender de manera concreta la vida útil de los alimentos, otro constituyente en la formulación de películas es el glicerol, un poliol cuya fórmula es  $C_3H_8O_3$  (Embuscado y Huber, 2018).

Es una parte que compone a las grasas y aceites, y en una molécula de glicerol se pueden unir por enlaces lipídicos tres moléculas de ácidos grasos, uno de los principales productos de la degradación digestiva de los lípidos, a temperatura ambiente este compuesto es muy higroscópico, inodoro y se presenta en forma líquida (Meza, 2016).

#### **2.2.7.4 Recubrimientos y películas comestibles utilizados como conservadores en el campo de los alimentos.**

Desde hace varios años, lo que corresponde al campo de la ingeniería y tecnología de alimentos, ha estado investigando exhaustivamente sobre la utilidad de los recubrimientos comestibles (RC) o películas comestibles (PC), para proteger a los alimentos perecederos por causa de su deterioro inevitable (natural) y de aquellos deterioros que puedan sufrir provocados principalmente por el medio ambiente al que se exponen a la hora de su almacenamiento y que impacten de manera negativa en la calidad del producto, es por ello, que en los últimos años ha crecido el interés en el uso y desarrollo de materiales biodegradables que puedan mejorar la calidad de los alimentos que se exponen ante estas condiciones ambientales o naturales tanto como poder prolongar su vida útil (Bósquez, 2018).

## **CAPÍTULO III: Diseño metodológico**

### **3.1 Tipo y diseño de investigación**

Según su contexto la investigación realizada fue de laboratorio, ya que los datos obtenidos se recopilaron en el mismo lugar donde se efectuó la investigación y se analizaron de manera experimental las variables en estudio.

De acuerdo a su objetivo gnoseológico la investigación fue descriptiva y correlacional. La investigación descriptiva se efectúa cuando se desea describir, en todos sus componentes principales, como son los atributos organolépticos, parámetros fisicoquímicos, capacidad antioxidante y el tiempo de vida útil del aguacate con el recubrimiento. Un estudio de correlación es un tipo de investigación que busca medir el grado de relación entre dos o más conceptos o variables, como el caso que caracteriza a la pectina y su incidencia en los recubrimientos.

El diseño de investigación fue

empírico porque cumple con tres requisitos básicos: manipular una o más variables independientes, medir el impacto de la variable independiente sobre la variable dependiente; y confirmación interna de la situación de prueba. El diseño implica un análisis cuantitativo de las variables que se estudian.

### **3.2 La población**

#### **3.1.1 Características de la población**

La población encuestada estará conformada por los jueces no entrenados que conforman el panel sensorial.

#### **3.1.2 Delimitación de la población**

La población estará conformada por 30 jueces no entrenados (consumidores habituales), quienes en base a un criterio hedónico de cinco puntos calificarán color, olor, sabor y textura del producto final.

### **3.1.3 Proceso de selección de la muestra**

La selección de los individuos que formaron parte del panel sensorial fue aleatoria, utilizando un curso de la carrera de Ingeniería en Alimentos de la Facultad de Ciencias e Ingenierías de la Universidad Estatal de Milagro, de acuerdo a la disponibilidad de horario y que cumpla con el número mínimo de personas que se necesita para aplicar la prueba (30 jueces), previo a la realización de la prueba se preguntó a los participantes si todos consumían habitualmente aguacate y si eran alérgicos a alguno de los ingredientes, siendo el único criterio para poder formar parte del panel.

Se dio a degustar una muestra de aproximadamente 20 g de aguacate con cada una de las formulaciones del recubrimiento.

## **3.4 Los métodos y las técnicas**

### **3.4.1 Recursos**

#### **Recursos bibliográficos**

- Libros
- Sitios web
- Tesis
- Revistas científicas
- Artículos científicos

#### **Recursos institucionales**

- Laboratorios de la Facultad de Ciencias e Ingenierías de la UNEMI
- Planta de procesamiento de Alimentos (Alimentos Ricos y Sanos)

#### **Recursos materiales**

Los materiales empleados en la investigación se mencionan a continuación:

#### **Materia prima**

- Aguacate (*Persea americana*) variedad Hass
- Chía (*Salvia hispanica* L.)
- Aceite esencial de arándanos
- Agua purificada

#### **Insumos**

- Cloruro de calcio
- Glicerol grado alimenticio

- Agua peptonada
- **Materiales de proceso**
- Vidrio reloj
- Vasos de precipitación
- Probetas
- Bureta
- Fundas ziploc
- Cuchillos acero inoxidable con mango plástico
- Tablas de picar de plástico
- Bandejas de aluminio
- Mallas plásticas
- Placas petrifilm

#### **Equipos de proceso**

- Incubadora
- Cámara de flujo laminar
- Estufa
- Agitador térmico
- Balanza digital
- pH-metro
- Refrigeradora
- Termómetro

### 3.4.2. Métodos y técnicas empleados

El limón (*Citrus limon* var. real) se lo recolectó en una finca del recinto La Esmeralda, cantón Montalvo, Provincia de Los Ríos, en el mes de abril del 2022.

La chía fue adquirida en un mercado local del cantón Milagro, provincia del Guayas, Ecuador.

El aceite esencial de arándano grado alimenticio marca P&J Trading de procedencia estadounidense es utilizado como aromatizante y saborizante tanto para productos cosméticos como alimenticios.

La investigación se planificó de acuerdo al diagrama que se muestra en la Figura 1.

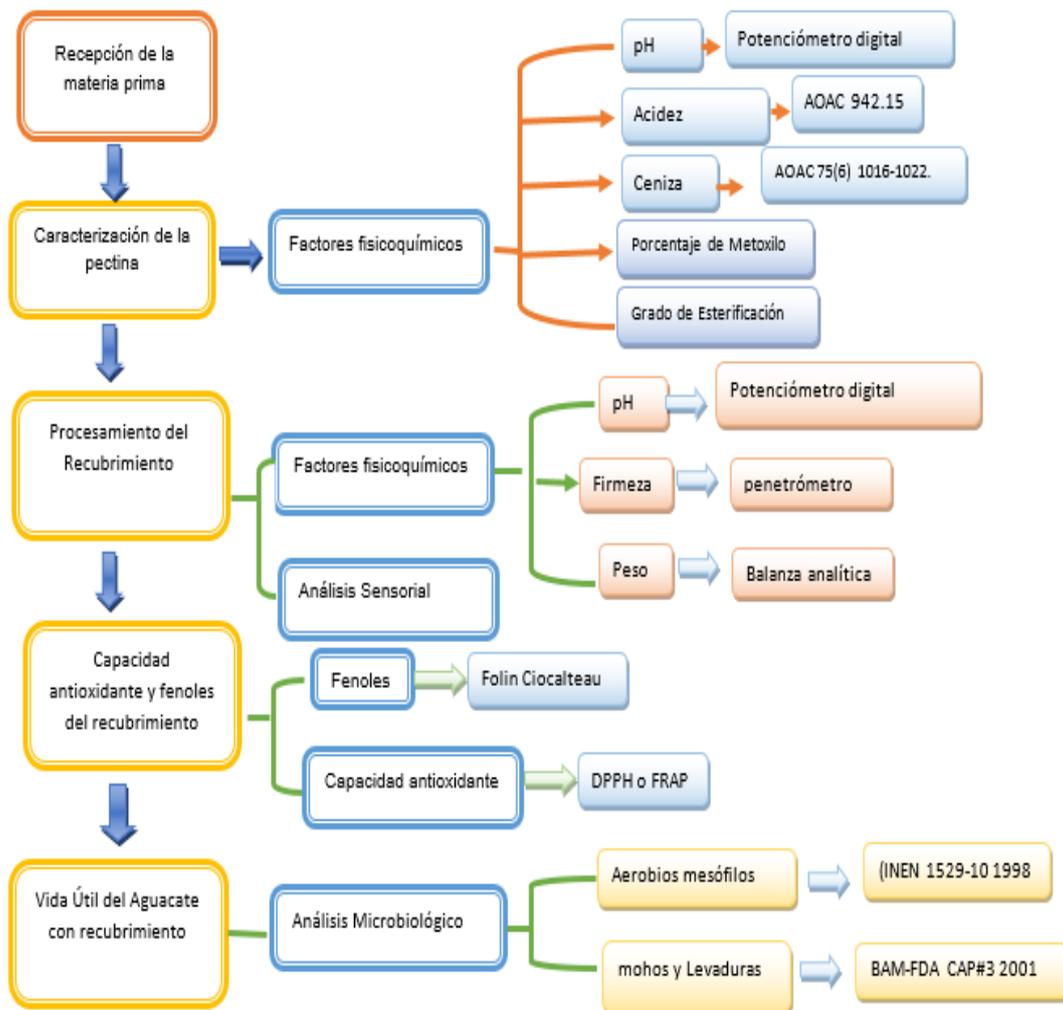


Figura 1. Diseño de la investigación

Cantillo, 2023

### **Recolección y deshidratación del limón real**

Luego de cosechar el limón fue lavado, secado y empacado en fundas plásticas para su posterior traslado al laboratorio donde se procesaron las muestras.

En el laboratorio se extrajo el albedo con ayuda de un cuchillo de acero inoxidable; el albedo se pesó en una balanza digital marca Sartorius (0.1 g), acto seguido se colocará en un deshidratador de alimentos marca Cosori a una temperatura de 60 °C, hasta por 24 horas, hasta obtener un peso constante. Se procederá a moler el producto deshidratado con ayuda de un molino manual, se pasará por un tamiz de 1,125 µm y las partículas más grandes que no atravesen volverán a molerse. El producto obtenido será almacenado en fundas de cierre hermético sin aire (Perez, 2012)

### **Obtención de la pectina por hidrólisis ácida**

En un balón de 100 ml se adicionaron 50 ml de solución de ácido clorhídrico 0,003 N (pH 2,6) y 2 g de la muestra tamizada; se colocó bajo reflujo durante 45 min utilizando una placa calefactora con agitación magnética a 600 rpm constante; se enfría a temperatura ambiente y se centrifugó por 20 minutos. La muestra centrifugada se separó a 700 rpm, al sobrenadante se le adiciona 30 ml de etanol al 96%, obteniendo un precipitado gelatinoso, el gel una vez separado se colocará en una caja Petri, la cual se dejará en una estufa a 50 °C por 10 horas, hasta obtener un peso constante. El residuo una vez seco se tritura en un mortero y corresponde a la pectina extraída.

### **Caracterización de la pectina**

#### **Determinación del Contenido de Metoxilo**

Para determinar el contenido de metoxilo, tomar 30 g de la muestra de prueba, agregar 25 ml de hidróxido de sodio 0,1 N, agitar bien, tapar el matraz Erlenmeyer y dejar reposar durante 30 min a temperatura ambiente. Luego, se añadieron 25 ml de ácido clorhídrico 0,25 N o una cantidad equivalente de ácido para neutralizar el hidróxido de sodio añadido. Agítese bien y titule con una solución de hidróxido de sodio 0,1 N, utilizando un pH de 7,5 como punto final de la titulación, o el color rojo persiste durante 20 s. Se usa la siguiente fórmula:

$$\% \text{ metoxilo} = \frac{\text{meq. de NaOH} * \text{PM del metoxilo} * 100}{\text{Peso de la muestra en mg}}$$

#### **Determinación del Grado de Esterificación**

El porcentaje de esterificación se calcula dividiendo el número de miliequivalentes de hidróxido de sodio utilizados para determinar el contenido de metoxilo por el número total de miliequivalentes de hidróxido de sodio utilizados para determinar la acidez libre y el número de miliequivalentes utilizados para determinar el contenido de metoxilo y multiplique este valor por 100.

$$\% \text{ esterificación} = \frac{\text{meq.de NaOH (cont. de metoxilo)} * 100}{\text{meq.de NaOH (acidez libre) + meq.de NaOH(cont.metoxilo)}}$$

### **Acidez**

La acidez libre (AL) y el peso equivalente (PE) de la pectina, se determinaron realizando una titulación con Hidróxido de sodio 0,1 mol/L; éstos, se calcularon relacionando el peso de la muestra (mg) y los miliequivalentes de hidróxido de sodio gastados en la titulación, de acuerdo a las siguientes expresiones (Owens et al.,1952 citado en Mendoza-Vargas, Jiménez-Fierro y Ramírez-Niño, 2017):

$$\text{Peso equivalente (Pe)} = \frac{\text{componente ácido}}{\text{meq (A) NaOH}}$$

Donde:

- Meq A (NaOH): meq de NaOH utilizados en la titulación
- Componente ácido: mg de pectina

$$\text{Acidez libre (Al)} = \frac{\text{meq A (NaOH)}}{\text{g componente ácido}}$$

Donde:

- Meq A (NaOH): meq de NaOH utilizados en la titulación
- Componente ácido: mg de pectina

### **Cenizas**

El análisis de ceniza se realizó según el procedimiento descrito en la norma AOAC 75(6) 1016-1022.

## Extracción del mucílago del chía y elaboración del recubrimiento

### Producción de mucílago de chía

La extracción del mucílago de las semillas de chía se realizó según el método descrito por Muñoz et al., (2012) con algunas modificaciones. Para este trabajo se extrajo mucílago de semillas de chía (*Salvia hispánica*) pesando 50 g de semillas de chía y disolviéndolos en 500 ml de agua destilada, manteniéndose por 30 min. Luego se muelen las semillas en una licuadora por 15 s para tres ciclos de cada muestra y se centrifugan (centrífuga Sorvall Evolution Rc) a 5000 rpm, por un período prolongado de 30 minutos a 25°C. Se decantan los gránulos finales y se elimina el precipitado. La producción de mucílago de semilla de chía se estimó en mililitros obtenidos después de centrifugación. (Escalona,2004).

### Preparación del recubrimiento

Para elaborar el recubrimiento fue necesario disolver el  $\text{CaCl}_2$  al 1% en agua destilada a una temperatura de 50 °C, posteriormente se adiciona el mucilago y se agita, una vez se homogenice la solución se agregó la pectina y el aceite esencial de arándano en las concentraciones establecidas en los tratamientos, agitándose en una placa calefactora con agitación magnética a 600 rpm constante por 30 minutos, finalmente se adicionó el plastificante o glicerol (0,2%), y posteriormente se enfrió a 40 °C para obtener un recubrimiento con una concentración de 21% de mucílago.

A continuación, se detallan las variables y tratamientos a evaluar.

**Tabla 1. Variables en estudio**

<u>variable</u>	<u>descripción</u>
a1	Pectina de cáscara de limón 5%
a2	Pectina de cáscara de limón 10%
b1	Aceite esencial de arándano 0,5%
b2	Aceite esencial de arándano 1%

Cantillo, 2023

**Tabla 2. Tratamientos a evaluar (combinación de variables)**

<u>Tratamiento</u>	<u>Combinación</u>	<u>Descripción</u>
1	a1b1	Pectina limón 5% - a. e. arándano 0,5%
2	a1b2	Pectina limón 5% - a. e. arándano 1%
3	a1b3	Pectina limón 10% - a. e. arándano 0,5%
4	a2b1	Pectina limón 10% - a. e. arándano 1%
5	testigo	Testigo absoluto – sin recubrimiento

El testigo se tomará en cuenta para evaluar los parámetros fisicoquímicos  
Cantillo, 2023

### **Determinación del contenido de fenoles y capacidad antioxidante del recubrimiento**

Se determinó la capacidad antioxidante por el método FRAP (Benzie y Strain, 1996) y el contenido en fenoles totales (Slinkard y Slingleton, 1977) a las muestras obtenidas de aceite esencial de arándanos

### **Evaluación fisicoquímica del aguacate con el recubrimiento aplicado**

#### **Firmeza**

Para medir la firmeza se utilizó un penetrómetro profesional NEWTRY GY-3, el cual fue equipado con un pistón de 11 mm, se asegura que la aguja indicadora de presión del aparato se encuentre marcando cero (0) y se lo posiciona en forma vertical hasta introducir parcialmente el émbolo hasta la muestra (Escalona,2004).

#### **Peso**

Se tomó lectura en una balanza digital, con una precisión de 0.001g., se realiza la pesada inicial de los frutos y el pesado final de los frutos luego de las aplicaciones de los tratamientos con el recubrimiento, desde el día cero hasta el día 10, los valores se expresarán en porcentaje de pérdida (Escalona,2004).

#### **Determinar tiempo de vida útil mediante parámetros microbiológicos**

Para determinar el tiempo de vida útil se analizó la muestra con el recubrimiento y un testigo para realizar una evaluación comparativa entre ambos productos a 0, 5 y 10 días de conservación en refrigeración. Los parámetros analizados fueron: aerobios mesófilos (BAM-FDA CAP#3 2001), mohos y levaduras (INEN 1529-10 1998).

### **Características sensoriales**

Se seleccionó un panel sensorial de 30 jueces no capacitados para analizar el color, olor, sabor y textura de las muestras de cada tratamiento en estudio. El tamaño de la muestra proporcionada a cada catador es de aproximadamente 20 g.

Se empleó una escala hedónica, con el fin de evaluar las características organolépticas del aguacate con el recubrimiento aplicado. Las valoraciones se describen a continuación:

- 1 Me disgusta
- 2 No me gusta
- 3 Me gusta poco
- 4 Me gusta
- 5 Me gusta mucho

### **3.4 Procesamiento estadístico de la información.**

Se emplearon dos diseños experimentales: el primero corresponde a un diseño completamente aleatorio (DCA) con arreglo factorial 2 X 2 para las variables cuantitativas, se realizó tres repeticiones para cada combinación. El segundo diseño corresponde a una distribución en bloques completamente al azar (DBCA) para las variables cualitativas o sensoriales, la fuente de bloqueo la conforman los 30 jueces no entrenados que realizarán la catación de las muestras.

La información obtenida respecto a las variables cuantitativas y cualitativas se sometieron al análisis de varianza (ANOVA) para verificar diferencias significativas. En este caso, el modelo de ANOVA para las variables cuantitativas, es el que se describe en la tabla 2; mientras que las variables cualitativas tuvieron el modelo de ANOVA que se indica en la tabla 3. Las medias fueron sometidas, en el primer caso, al test de Duncan ( $p < 0.05$ ); mientras que, en el segundo, se utilizó el test de Tukey ( $p < 0.05$ ). Para estos análisis se empleó el software Infostat versión estudiantil.

**Tabla 3. Modelo de Análisis de varianza para las variables cuantitativas**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Total (abr-1)	19
Factor A (pectina limón) (a-1)	1
Factor B (a.e. arándano) (b-1)	1
Interacción AB (a-1) (b-1)	1
Repeticiones (r-1)	4
Error experimental (ab-1) (r-1)	12

Cantillo, 2023

**Tabla 4. Modelo de Análisis de varianza para los atributos sensoriales**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Total (abr-1)	119
Factor A (pectina limón) (a-1)	1
Factor B (a.e. arándano) (b-1)	1
Interacción AB (a-1) (b-1)	1
Repeticiones (jueces) (r-1)	29
Error experimental (ab-1) (r-1)	87

Cantillo, 2023

## CAPÍTULO IV: Análisis y discusión de resultados

### 4.1 Caracterización de la pectina obtenida del limón real mediante parámetros fisicoquímicos (pH, cenizas, índice de metoxilo, grado de esterificación y acidez).

La pectina que se obtuvo de la cáscara de limón real fue caracterizada en base a parámetros fisicoquímicos: pH, cenizas, índice de metoxilo, grado de esterificación y acidez, los cuales se detallan en la Tabla 5.

**Tabla 5. Parámetros fisicoquímicos de la pectina obtenida de la cáscara del limón real**

Parámetro	Resultado	Unidades	Metodología	Especificaciones internacionales
pH	2,37	--	Potenciómetro	
Acidez	0,31	meq/g	Owens et al.,1952	
Ceniza	4,83	%	AOAC 75(6) 1016-1022	Max 10 (FCC)
Índice de metoxilo	13,8	%	Carbonell, Costell y Durán, 1990:1-9	Min 6,70% (USP)
Grado de esterificación	80,9	%	Carbonell, Costell y Durán, 1990:1-9	HM >50% LM <50%

HM: alto metoxilo; LM: bajo metoxilo; FCC: Food Chemical Codex (Estados Unidos); USP: Farmacopea (Estados Unidos)  
Cantillo, 2023

La pectina obtuvo un pH de 2,37 mostrando un valor cercano al obtenido por Zegada (2015), quien extrajo pectina de residuos de cáscara de naranja por hidrólisis ácida, de 10 muestras obtenida se mostró un pH que varió entre 2,17 y 2,55.

Mendoza-Vargas, Jiménez-Forero y Ramírez-Niño (2017) evaluaron una pectina extraída enzimáticamente a partir de cáscaras de cacao, obteniendo una acidez de 0,20 meq/g, la cual es menor al reportado en esta investigación (0,31 meq/g), en comparación con pectinas comerciales este autor menciona que las pectinas de gelificación lenta tienen una acidez libre de 0,37 meq/g y las de gelificación rápida de 0,28 meq/g, sin embargo, Vriesman et al. (2011) menciona que estos valores se encuentran dentro de los rangos en comparación con la pectina extraída.

Los valores de ceniza alcanzaron un porcentaje de 4,83 lo cual cumple con el estándar de la FCC, la cual estima un máximo de 10% en pectinas comerciales. Por su parte, Hernandez et al. (2017) reportó un valor muy próximo de 4,92% de cenizas en pectina de cáscara de pepino obtenido por hidrólisis ácida. La variación del contenido de cenizas totales en pectinas se puede atribuir al medio ácido de hidrólisis según indica Ardila (2007), mencionando que las cadenas de las sustancias pépticas al tener iones polivalentes como calcio y magnesio, los cuales se hallan intra e inter molecularmente llegan a formar cloruros con el medio ácido extractor (ácido clorhídrico), lo que va a producir una liberación de las cadenas pépticas y la formación de sales solubles en ácido, lo cual afectó en la presencia del contenido de minerales cuando la extracción se realizó a un pH de 1.6 en relación a un medio de extracción con pH superiores ya que la concentración de hidrogeniones es menor y no afecta a las cadenas pépticas en la misma medida siendo su poder de penetración menor a través de la pared celular.

El grado de esterificación de la pectina extraída del limón real fue de 80,9%, mientras que el índice de metoxilo reportó 13,8%, estos parámetros influyen sobre las propiedades de la pectina, Ferreira (2007) menciona que las pectinas de alto metoxilo son aquellas en las que los grupos carboxílicos del ácido galacturónico del polímero se encuentran más del 50 % esterificados con metanol, siendo éstas capaces de formar geles en pH entre 2,8 y 3,5 y un contenido de sólidos solubles (azúcares) entre 60 % y 70 %, en promedio 65 %. A su vez las pectinas de alto metoxilo se subdividen en dos grupos: aquellas de gelificación rápida, es decir, que actúan en menos de 5 minutos y presentan un grado de esterificación con metanol entre el 68 % y 75 %. El otro grupo son aquellas de gelificación lenta, es decir, que actúan después de los 5 minutos y tienen de 60 % a 68 % de esterificación con metanol, por ende, la pectina obtenida de la cáscara del limón real se podría calificar como una pectina de alto metoxilo con gelificación lenta.

Castro (2022) en su investigación obtuvo pectina a partir de la cáscara de naranja fue caracterizada mediante el porcentaje de metoxilo y grado de esterificación, en donde se pudo evidenciar que la muestra obtuvo 6,8% de metoxilo y el grado de esterificación que se obtuvo fue de 71,4% siendo una pectina de alto metoxilo, mientras que Zegada (2015) encontró en la extracción de pectina de residuos de cáscara de naranja, no expone a la muestra a un periodo elevado a temperatura alta, obteniendo un grado de esterificación de la pectina de 73,3% y 7.0% de metoxilo,

categorizándose a las muestras como pectina de alto metoxilo al igual que la del presente trabajo.

#### 4.2 Parámetros fisicoquímicos del recubrimiento comestible a base de mucilago de chíá en el aguacate conservado en temperatura ambiente hasta 10 días.

##### pH

El análisis del pH del aguacate con la aplicación del recubrimiento se muestra en la Tabla 6.

**Tabla 6. Análisis del pH del aguacate con recubrimiento durante su conservación**

Tratamiento	DÍAS										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T1: Pectina 5% A. arándano 0,5%	6.36a	6.31b	6.34a	6.35a	6.35a	6.41a	6.44a	6.47a	6.49b	6.52b	6.60b
T2: Pectina 5% A. arándano 1%	6.38a	6.41a	6.41a	6.42a	6.43a	6.46a	6.47a	6.52a	6.53b	6.56ab	6.67a
T3: Pectina 10% A. arándano 0,5%	6.35a	6.38a	6.38a	6.38a	6.37a	6.39a	6.41a	6.52a	6.60a	6.62a	6.65ab
T4: Pectina 10% A. arándano 1%	6.38a	6.38a	6.38a	6.38a	6.39a	6.43a	6.47a	6.49a	6.50b	6.52b	6.60b

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

Cantillo, 2023

En el análisis del pH se puede evidenciar que entre las muestras estudiadas no se observa diferencia estadística, es decir que los distintos tratamientos aplicados no afectan en la variación del pH.

Los valores de pH se incrementaron durante el periodo de estudio para todas las muestras de aguacate analizadas, debido al consumo de moléculas orgánicas en los ciclos metabólicos, que proporcionan la energía que el fruto requiere; además,

algunos ácidos orgánicos participan como precursores de sustancias volátiles (Park *et al.* 2006).

González, Pérez y Gelvez (2017) evaluaron el incremento en la vida útil post cosecha del aguacate (*Persea americana*) utilizando recubrimientos a base de goma gelana, la muestra que presentó los valores más elevados de pH fue la de sin recubrimiento (7,38), mientras que con la muestra recubierta de 0,3 gelana de bajo acilo; 0,3 gelana de alta; 8,0 de glicerol, se obtuvieron los menores valores de pH (6,40).

### Pérdida de peso

Los resultados del análisis de la pérdida de peso se muestran en la Tabla 7.

**Tabla 7. Análisis de la pérdida de peso del aguacate con recubrimiento durante su conservación**

Tratamiento	DÍAS										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T1: Pectina 5% A. arándano 0,5%	0	0,48a	1.64a	2.24a	3.20a	5.29 <sup>a</sup>	4.86b	5.70a	6.40ab	7.52a	8.46a
T2: Pectina 5% A. arándano 1%	0	0,42b	1.32b	2.20a	3.22 <sup>a</sup>	5.11a	5.64a	5.66a	6.16b	7.36a	8.28b
T3: Pectina 10% A. arándano 0,5%	0	0,51a	1,55ab	2,52a	3,21a	4,83a	4,90b	5,44a	6,78a	7,32a	8,45ab
T4: Pectina 10% A. arándano 1%	0	0,50a	1.50ab	2.47a	3.21 <sup>a</sup>	4.83a	4.90b	5.44a	6.78ab	7.3ab	8.45ab
C.V. (%)		22,18	12,18	13,52	3,63	10,71	9,55	6,56	6,23	2,51	1,93

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

Cantillo, 2023

Se apreció una pérdida de peso similar para los tratamientos estudiados, lo cual demuestra que los tratamientos aplicados tienen buena efectividad, los coeficientes de variación en su mayoría están por debajo del 10%, lo cual demuestra poca variabilidad en los resultados. En la investigación desarrollada por Bello-Lara (2016) se presentaron diferencias estadísticas como efecto de la aplicación de los

biopolímeros comestibles en almacenamiento poscosecha de frutos de aguacate 'Hass' ( $p < 0.05$ ). Se observaron cambios significativos después de almacenar los frutos a 6°C, en el día 15 los frutos recubiertos de mucílago y pectina (1.5%) presentaron una pérdida de masa baja (5.98 y 6.06%, respectivamente); en el día 20, la pérdida de masa fue de 6.01% (mucílago) y 5.78% (pectina). En cambio, en los frutos testigos, las pérdidas de masa fueron de 7.49% (día 15) y 7.95%. A diferencia de los resultados de esta investigación, la conservación de las muestras se hizo a temperatura ambiente, con el fin de obtener resultados de manera acelerada.

### Firmeza

La evaluación de la firmeza se la realizó por medio de un texturómetro, los resultados se muestran en la Tabla 8.

**Tabla 8. Análisis de la firmeza del aguacate con recubrimiento durante su conservación**

Tratamiento	DÍAS										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T1: Pectina 5% A. arándano 0,5%	1.6	1.4	1.3	1.2	1.1	1	0.8	0.5	0.4	0.3	0.2
T2: Pectina 5% A. arándano 1%	1.4	1.3	1.2	1	0.8	0.6	0.5	0.4	0.2	0.2	0.2
T3: Pectina 10% A. arándano 0,5%	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	0.8	0.7	0.6	0.4	0.3	0.2
T4: Pectina 10% A. arándano 1%	1.5	1.3	1.2	1.1	0.8	0.6	0.5	0.4	0.2	0.2	0.2

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

Cantillo, 2023

Se pudo apreciar que los aguacates al cabo del décimo día de conservación perdieron su textura, hasta alcanzar una 0,2 N en cada uno de los recubrimientos aplicados, los cuales iniciaron con valores entre 1,4 y 1,6 N. En comparación con otros investigadores, Jeong *et al.* (2003) encontraron que frutas sin recubrir se ablandan y maduran completamente dentro de 7 días de almacenamiento, a 20°C. Sin embargo,

en frutas recubiertas con cera y metil ciplopropeno presentan, aproximadamente, una retención de la tercera parte de la firmeza después de siete días de almacenamiento, a 20°C. Así mismo, Aguilar (2005) evaluó las propiedades físicas y mecánicas de películas biodegradables y su empleo en el recubrimiento de aguacates, evaluando la pérdida de la firmeza durante su conservación en refrigeración (6°C). La pérdida de la firmeza en la fruta se debe a la degradación de los componentes en la pared celular, principalmente pectinas, debido a la acción de enzimas específicas como la pectinesterasa y la poligalacturonasa (Huber et al., 2001). Estas variaciones traen como consecuencia la deshidratación de los tejidos vegetales, lo cual se ha convertido en un factor importante en las modificaciones de la textura que sufren frutas y vegetales (Del Valle et al., 2005). Una de las formas de conservación en productos hortifrutícolas son las atmósferas modificadas, ambientes con concentraciones bajas en O<sub>2</sub> y altas en CO<sub>2</sub>, lo cual reduce la actividad enzimática que causa la degradación de las paredes de la célula, permitiendo la retención de la firmeza de frutas y vegetales durante su vida postcosecha (Yaman y Bayoindirli, 2002).

Bello-Lara et al. (2016) evaluaron un biopolímero de mucílago, pectina de nopalitos y quitosano, como recubrimientos en almacenamiento y vida de anaquel de frutos de aguacate 'Hass' la firmeza de los frutos de aguacate disminuyó durante el almacenamiento postcosecha. En el día 15 se observaron los cambios más significativos, cuando los frutos fueron transferidos a otra temperatura de almacenamiento (de estar en refrigeración a  $6 \pm 2$  °C, pasaron a temperatura ambiente a  $22 \pm 2$  °C). Los frutos recubiertos con pectina a 1.5% presentaron una mayor firmeza que los frutos testigo, 3.04 y 2.26 kgf, respectivamente.

#### **4.3 Análisis sensorial de los recubrimientos aplicados al aguacate.**

En la Tabla 9 se muestran los resultados del análisis sensorial realizado al aguacate con los distintos recubrimientos, los cuales se evaluó con un panel conformado por 30 jueces en base a un criterio hedónico.

**Tabla 9. Análisis sensorial de los tratamientos en estudio**

No	Factor A	Factor B	Color	Olor	Sabor	Textura
T <sub>1</sub>	a1: Pectina al 5%	b1: Aceite de arándano 0,5%	2.47b	3.77b	2.37b	3.13b
T <sub>2</sub>	a1: Pectina al 5%	b2: Aceite de arándano 1%	2.00b	3.63b	2.13b	3.00b
T <sub>3</sub>	a2: Pectina al 10%	b1: Aceite de arándano 0,5%	3.13a	4.30a	3.30a	3.67a
T <sub>4</sub>	a2: Pectina al 10%	b2: Aceite de arándano 1%	2.00b	3.63b	2.17b	3.00b
<b>Coefficiente de variación (%)</b>			30.69	15.70	31.38	16.45

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

Cantillo, 2023

Se apreció que el tratamiento 3 elaborado con 10% de pectina de cáscara de limón real y 0,5% de aceite de arándanos fue el mejor evaluado sensorialmente en cada uno de sus atributos (color, olor, sabor y textura), y se diferenció estadísticamente del resto de tratamientos, los cuales no se diferenciaron entre sí. La apreciación de los panelistas durante la prueba fue que en ciertos tratamientos se sentía el aroma a arándano, ciertamente es agradable, pero a muchos panelistas no les agrada en combinación con el aguacate.

Aguilar (2005) en su investigación menciona que los panelistas prefirieron los recubrimientos aplicados que consistían en distintas concentraciones de almidón y glicerol, sobre el tratamiento testigo, el cual tuvo una menor calificación, sin embargo, estadísticamente los tratamientos no mostraron diferencias entre sí, con estos resultados concluyó que los consumidores no detectaron cambio o alteraciones indeseables en las propiedades organolépticas en los frutos de aguacate por efecto de los recubrimientos aplicados, contrario a lo mostrado en esta investigación, debido a que los panelistas detectaron la esencia de arándano.

#### 4.4 Tiempo de vida útil y efecto antimicrobiano del producto con recubrimiento y el testigo.

El tratamiento mejor evaluado sensorialmente fue sometido a análisis microbiológicos (aerobios mesófilos, mohos y levaduras) durante 5 y 10 días de conservación para estimar la vida útil del aguacate, los resultados se muestran en la Tabla 10.

**Tabla 10. Análisis Microbiológicos efectuado al aguacate con recubrimiento de pectina al 10% y aceite esencial de arándano al 0,5%**

Parámetros	0 días	5 días	10 días	Límite permisible	Unidades
<i>Aerobios mesófilos</i>	<10	<10	<10	$1 \times 10^3$	UFC/g
<i>Moho y Levaduras</i>	<10	<10	<10	$15 \times 10^4$	UFC/g

Cantillo, 2023

En base a los resultados obtenidos se apreció que el recubrimiento logró un efecto antimicrobiano, debido a que el conteo de microorganismos se mantuvo ausente (<10 UFC/g) siendo los límites permisibles  $1 \times 10^3$  UFC/g, en el caso de aerobios mesófilos y de  $15 \times 10^4$  UFC/g para mohos y levaduras, en base a lo estipulado en la normativa legal vigente para frutas de IV gama. Aroca, Regalado y Acosta (2018) en su estudio de conservación de frutas de IV gama evidenció que a las 24 horas tanto la manzana como el banano presentaron valores muy cercanos al límite permisible,  $6 \times 10^2$  y  $1 \times 10^3$  para mohos y levaduras, y para aerobios mesófilos de  $3,2 \times 10^4$  y  $3,8 \times 10^4$  UFC/g.

### CAPÍTULO V: Conclusiones y Recomendaciones

#### 5.1 Conclusiones

- El grado de esterificación de la pectina extraída del limón real fue de 80,9%, mientras que el índice de metoxilo reportó 13,8%, estos parámetros influyen sobre las propiedades de la pectina, la cual califica como de alto metoxilo con gelificación lenta.
- Los parámetros fisicoquímicos para el aguacate con los recubrimientos a base de pectina de cáscara de limón y aceite esencial de arándanos no mostraron

diferencias significativas, mostrando valores muy próximos en cada uno de las características evaluadas (pH, pérdida de peso y firmeza).

- El tratamiento 3 elaborado con 10% de pectina de cáscara de limón real y 0,5% de aceite de arándanos fue el mejor evaluado sensorialmente en cada uno de sus atributos (color, olor, sabor y textura), y se diferenció estadísticamente del resto de tratamientos, los cuales no se diferenciaron entre sí.
- El recubrimiento (T3: pectina de cáscara de limón al 10% más y 0,5% de aceite de arándanos) logró un efecto antimicrobiano, debido a que el conteo de microorganismos se mantuvo ausente (<10 UFC/g) cumpliendo con los límites permisibles estipulados en la normativa legal vigente para frutas de IV gama.

## **5.2 Recomendaciones**

- Investigar el efecto de los recubrimientos utilizando menores porcentajes de pectina, ya que los porcentajes utilizados mostraron un buen efecto protector
- Realizar una investigación del efecto del recubrimiento sobre la polifenoloxidasas y en el color del producto durante su conservación.
- Cuantificar la producción de etileno en el aguacate utilizando este tipo de recubrimientos,
- Evaluar la aplicabilidad del recubrimiento de pectina de limón real con aceite de arándanos en otros productos hortifrutícolas de IV gama.

## Bibliografía

- Ayerza, C. (2016). Chía. Rediscovering a Forgotten Crop of the Aztecs. Tucson: Editorial Del Nuevo Extremo
- Belloso, O., y Rojas, M. (2005). Factores que afectan la calidad. Nuevas tecnologías de conservación de productos vegetales frescos cortados (pp. 77– 94). México: Logiprint Digital S.
- Bósquez Molina, E. (2018). Elaboración de recubrimientos comestibles formulados con goma de mezquite y cera de candelilla para reducir la cinética de deterioro en fresco del limón persa (*Citrus latifolia* Tanaka). México D.F.: Tesis Doctoral. Universidad Autónoma Metropolitana- Iztapalapa. D F., México.
- Bósquez, M., Vernon, E., Pérez, L., y Guerrero, L. (2019). Películas y cubiertas comestibles para la conservación en fresco de frutas y hortalizas. *Industria Alimentaria*, 22(1), 14-36.
- Bourtoom, T. (2017). Review: Edible films and coatings: characteristics and properties. *International Food Research Journal*, Vol. 15(3), 237-248.
- Bruni, T. (2012). Ciencia y Tecnología en la obtención de jalea. Procesamientos de subproductos agroindustriales. PhD. Segunda Edición, Brasilia DF, pp. 611-640
- Buevas, G., Patiño, J., y Cano, J. (2017). Evaluación del proceso de extracción de aceite de aguacate Hass (*Persea americana* Mill) utilizando tratamiento enzimático. *Lasallista de Investigación*, 9(2), 138-150. Recuperado de <https://repository.lasallista.edu.co:8080/ojs/index.php/rldi/article/view/343/0>
- Burgos, M. (2009). *pulevasalud.com*. Obtenido de *pulevasalud.com*: [http://www.pulevasalud.com/ps/contenido.jsp?ID=58177&TIPO\\_CONTENIDO=Articulo &ID\\_CATEGORIA=104837&ABRIR\\_SECCION=2&RUTA=1-2-45-90-104837](http://www.pulevasalud.com/ps/contenido.jsp?ID=58177&TIPO_CONTENIDO=Articulo &ID_CATEGORIA=104837&ABRIR_SECCION=2&RUTA=1-2-45-90-104837)
- Capitani, M. I. (2013). SEDICI. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/26984>
- Castro, C. (2022). *Propiedades fisicoquímicas, organolépticas y bromatológicas de una mermelada de pepino dulce (*Solanum muricatum*) utilizando pectina de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) como gelificante* (tesis de grado). Universidad Agraria del Ecuador.
- Catalá, R., Lagarón, J.M. y Gavara, R. 2005. Envases activos. De la protección pasiva a la defensa activa de los alimentos envasados. *Simp. Int. CYTED*

- Nuevas tecnologías de conservación y envasado de frutas y hortalizas. La Habana. Cuba.
- Cefla, k. O. (2015). Diseño de una planta para la extracción de aceite vegetal comestible de las semillas de chía. Quito, Ecuador
- Cheftel, T. (2015). Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. Acribia. Vol. 1. Zaragoza. España. pp. 135-308.
- Chisari, M., Barbagallo, R.N., Spagna, G. y Artés, F. 2010. Distribution of degradative enzymatic activities in the mesocarp of two melon groups. *Int. J. Food Sci. Technol*, 45, 3: 10161023.
- Chisari, M., Barbagallo, R.N., Spagna, G. y Artés, F. 2011. Improving the quality of fresh-cut melon through inactivation of degradative oxidase and pectinase enzymatic activities by UV-C treatment. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 46, 3: 463-468.
- Coates, W. (2012). Chía el increíble super nutriente. New York: Sterling Publishing.
- Coello, M. (2015). Estudio de factibilidad económica del aguacate (*Persea americana* Mill variedad Hass) en la provincia de Santa Elena, con fines de exportación al mercado de Estados Unidos (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/3717/1/T-UCSG-PRETEC-EADR-18.pdf>
- Conesa, A., Artés-Hernández, F., Geysen, S., Nicolai, B. y Artés, F. 2007. High oxygen combined with high carbon dioxide improves microbial and sensory quality of fresh-cut peppers. *Postharvest Biol. Technol.* 43: 230-237.
- Cornejo, I., y Morales, M. (2018). Introducción de la Producción de Palta en la economía de las Familias Campesinas de Ivin y Huantaro, distrito de Chinchaypujio, Provincia de Anta 2014- 2018 (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/2403>
- Durango, A. M., Soares, N. D. y Arteaga, M. R. (2018). Edible films and coatings as biodegradable active packaging in the preservation of food products. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. Vol 9(1), 122-128.
- Egas J. (2013) «La chía renace en los Andes Ecuatorianos.» En Monografía, 22. Ambato: Nutrinet.
- El Comercio. (2011). [elcomercio.com](https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/cuatro-variedades-de-limon-de1.html). Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/cuatro-variedades-de-limon-de1.html>

- El Comercio. (3 de octubre de 2017). [elcomercio.com](https://www.elcomercio.com/actualidad/importacion-limon-precio-demanda-mercados.html). Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/importacion-limon-precio-demanda-mercados.html>
- Embuscado, M. y Huber, K. (2018). *Edible films and coatings for food applications*. Springer. Nueva York, USA. *International Journal of Food Science and Technology*. 47 (4), pp.847-853.
- Escalona, V.H., Aguayo, E. y Artés, F. (2004). Optimización de la calidad y vida comercial del hinojo entero y mínimamente procesado en fresco. *Alimentaria*, 354:129-134.
- Flores, M. (2 de octubre de 2016). google. Obtenido de: <http://www.ecuavisa.com/articulo/noticias/actualidad/77907-piedrero300-km2-reclamados-triunfo-troncal>
- Garces, M. (5 de mayo de 2014). google. Obtenido de google: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/produccion-industria-manufacturera/>
- García, M., Medina, C., & Molina, C. (2012). Efecto antibacteriano del aceite esencial de orégano (*Lippia berlandieri*) en bacterias patógenas de camarón *Litopenaeus vannamei*. *Revista Hidrobiologica*. 22(3)201-206.
- Giancone, T. (2017). *Hydrocolloid-based edible films: composition-structure-properties relationship*. Tesis Doctoral. Università Degli Studi Di Napoli Federico II. Nápoles, Italia.
- Gómez, P., Artés, F., Aguayo, E., Escalona, V.H. y Artés, F. 2007. Problemática de los alimentos vegetales mínimamente procesados en fresco. *Phytoma España*. 189: 124-129.
- Gómez, P., Artés-Hernández, F., Aguayo, E., Escalona, V.H. y Artés, F. (2007). Problemática de los alimentos vegetales mínimamente procesados en fresco. *Phytoma España*. 189: pp.124-129.
- Gonzales. (2016). [www.google.sdfjañlsfjal](http://www.google.sdfjañlsfjal) sd. Obtenido de explotación limón: [www.agriultuta.com](http://www.agriultuta.com)
- González, G., Gardea, A., y Cuamea, F.(2005). *Nuevas tecnologías de conservación de productos vegetales frescos cortados*. Guadalajara: Logiprint Digital S.
- González, J. G. (junio de 2016). file. Obtenido de file: <file:///C:/Users/USERR/Downloads/GUIA%20DEL%20ARANDANO.pdf>

- Guerrero J. «Elaboración de un snack a base de harina de avena (avena sativa) y chia (salvia hispánica l) para la obtención de un alimento saludable.» En Tesis, 2-25. Guayaquil: Universidad Agraria del Ecuador, 2016.
- Jaramillo, Y. (2013). Disponible en: [http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1043/1/La\\_chia\\_s\\_alvia\\_hispanica\\_L\\_desarrollo\\_alimentos\\_saludables.pdf](http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1043/1/La_chia_s_alvia_hispanica_L_desarrollo_alimentos_saludables.pdf)
- Jirovets, L., y Buchbauer, G. (2016). Handbook of Essential Oils. Recuperado: <https://ttnngmai.files.wordpress.com/2012/09/handbookofessentialoil.pdf>.
- Krochta, JM., Y De Mulder, C. (2017). Edible and biodegradable polymerfilms: challenges and opportunities. Food Technol 51(2), 61-74
- León, M. y Ochoa, J. (2014). Estudio de Factibilidad sobre el Proceso de Exportación de Semillas de Chía producidas en el Ecuador y comercializadas al Mercado Europeo. Tesis de grado. Universidad Católica Santiago de Guayaquil.
- Lobo , R., Alcocer, M. G., Fuentes, J., Rodríguez, W., Morandini, M. y Devani, M. (2019). EEAOC. Disponible en: [http://www.eeaoc.org.ar/upload/publicaciones/archivos/45/2012030217073\\_5000000.pdf](http://www.eeaoc.org.ar/upload/publicaciones/archivos/45/2012030217073_5000000.pdf)
- Lorenzo, W. D. (8 de abril de 2016). Producción. Obtenido de google: <http://www.produccion.gob.ec/>
- Matt, W. (24 de abril de 2012). doctornews.org. Obtenido de doctornews.org: [http://www.doctornews.org/los-cientificos-hallan-que-los-arandanos\\_invierten-eldeficit-en-la-memoria-relacionado-con-el-envejecimiento/](http://www.doctornews.org/los-cientificos-hallan-que-los-arandanos_invierten-eldeficit-en-la-memoria-relacionado-con-el-envejecimiento/)
- McHugh, T., y Krochta, J. (2017). Water vapor permeability porperties of edible whey protein-lipid emulsion films. Journal American Oil Chemistry Society 71, 307-312.
- Meza, G. A. (2016). Desarrollo de películas o recubrimientos comestibles con potencial para el recubrimiento de frutas frescas. Tesis de M Phillips, G., Williams, P. (2003). Handbook of hydrocolloids. CRC Woodhead Publishing Limited. Boca ratón, USA.aestría. Universidad Autónoma Metropolitanaztapalapa. D. F. México.
- Morán, R. (29 de marzo de 2017). google. Obtenido de googe: <http://www.encyclopediainanciera.com/definicion-comercializacion.html>
- Moscoso, N. (2015). Evaluación del proceso de extracción de pectina del albedo de tres variedades de cítricos: citrus sinensis (Naranja), citrus máxima (Toronja),

- citrus médica (Cidra). Obtenido de Repositorio Universidad Técnica Estatal de Quevedo: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/623>
- Ostrolucka, M., Gajdosova, A., Libiakova, G., Hrubikova, K. & Bezo, M. (2017). Protocol for micropropagation of selected *Vaccinium* spp. En: Jain, S.M., Haggman, H. (ed.). *Protocols for micropropagation of Woody Trees and Fruits*. Springer, p. 445-455
- Owen, F. (2016). *Química de los Alimentos*. Segunda Edición. Editorial Acribia, Zaragoza, España. Pág.102-106, 141-143.
- Parra, J. (12 de abril de 2010). google. Obtenido de google: [http://agronegociosecuador.ning.com/notes/EI\\_lim%C3%B3n\\_se\\_adapta\\_incluso\\_a\\_la\\_altitud](http://agronegociosecuador.ning.com/notes/EI_lim%C3%B3n_se_adapta_incluso_a_la_altitud)
- Peña, L., Rebollar, S., Callejas, N., Hernández, J., y Gómez, G. (2015). Análisis de variabilidad económica para la producción comercial de aguacate Hass. *Mexicana de Agronegocios*, 36, 1325-1338. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/141/14132408018.pdf>
- Pérez, A., y Ibarquén, A. (2012). *Formulación y aplicación de recubrimientos comestibles a base de aloe vera (Aloe barbadensis Miller) en frutos frescos de uchuva (Physalis peruviana L.)*. (Tesis de pregrado). Universidad del Quindío, Armenia, Colombia.
- Pérez, A., y Quicio, R. (2016). *Las Exportaciones de Café y su Impacto en el Crecimiento del PBI en la Región Lambayeque 2001-2013* (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/uss/863>
- Pérez, D., Paredes, V., Rodríguez, G., Lobo, R., Ale, J., Beretoni, A. (2013). *Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes*. Disponible en: <http://www.eeaoc.org.ar/upload/publicaciones/archivos/340/20130911142532000000.pdf>
- Phillips, G. (2017). *Handbook of hydrocolloids*. CRC Woodhead Publishing Limited. Boca ratón, USA
- PROECUADOR. (2014). PROECUADOR. Disponible en: <http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2014/04/BOLETINMARZOABRIL-2014.pdf>
- Puentes, G.; Rodríguez, L.F.; Bermúdez, L. 2008. Análisis de grupo de las empresas productoras de frutales caducifolios del departamento de Boyacá. *Agr. Col.* 26(1):146-154.

- Quinto, E. (22 de febrero de 2016). google . Obtenido de google:  
<http://frusemur.com/consejo-saludable/el-limon-y-su-historia/>
- Restrepo, A., Londoño, J., González, D., Benavides, y Cardona, L. (2012). Comparación del aceite de aguacate variedad Hass cultivado en Colombia, obtenido por fluidos supercríticos y métodos convencionales: una perspectiva desde la calidad. *Lasallista de Investigación*, 9(2), 151-161. Recuperado de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1794-44492012000200016](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1794-44492012000200016)
- Ruiz, H. F. (2019). Aplicación de películas comestibles a base de quitosano y mucílago de nopal en fresa (*Fragaria ananassa*) almacenada en 66 refrigeración. Tesis Maestría, Universidad de las Américas Puebla. Puebla, México.
- Saavedra, L. (2015). Uso integral del maracuya (*passiflora edulis flavicarpa*) en la extracción de pectina y formulación de mermeladas. Obtenido de Repositorio Universidad Central del Ecuador: <http://www.dsp>
- Chivirí, N., y Palencia, G. (2019). Evaluación del proceso de obtención de una biopelícula utilizando pectina extraída enzimáticamente de la cáscara de naranja valenciana. Obtenido de:  
<https://hdl.handle.net/20.500.11839/7625ace.uce.edu.ec/handle/25000/4774>
- Servicio Nacional de Aprendizaje. (2018). Introducción a la industria de los aceites esenciales de plantas medicinales y aromáticas.
- Sovova, H., y Aleksovski, A. (2017). Mathematical Model For Hydrodistillation of Essencial Oils. *Flavour. Frag. J*, 881-889. Recuperado de:  
<https://doi.org/10.1002/ffj.1729>
- Stashenko, E. (2019). ACEITES ESENCIALES. Recuperado de:  
<http://cenivam.uis.edu.co/cenivam/documentos/libros/1.pdf>.
- Tennina, D. (2014). Alimentación inteligente: comer para pensar, pensar para comer. Penguin Random House Grupo Editorial Argentina.
- UNNE. (2015). Familia Corymbosum o Leguminosae. USDA's National Nutrient Database for Standard Reference
- Vives, J. (2 de febrero de 2015). google. Obtenido de:  
<http://www.sabelotodo.org/agricultura/frutales/limonfrances.html>
- Vriesmann, L.C.; De Mello Castanho Amboni, R.D.; De Oliveira Petkowicz, C.L. (2011). Cacao pod husks (*Theobroma cacao* L.): composition and hot-water-

soluble pectins. *Industrial Crops and Products. (Netherlands)*. 34(1):1173-1181.

Zegada, V. (2015). Extracción de pectina de residuos de cáscara de naranja por hidrólisis ácida asistida por microondas (HMO). *Rev. Inv. Des.* 1 (15).

Disponible

en:

[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2518-44312015000100007](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2518-44312015000100007)

## Anexos



Figura 2.Extracción del albedo del limón real.  
Cantillo, 2023



Figura 3. Deshidratado del albedo.  
Cantillo, 2023



Figura 4. Pesado de albedo  
Cantillo, 2023



Figura 5. Obtención de pectina por hidrólisis acida.  
Cantillo, 2023



Figura 6. se agregó la muestra en la placa calefactora.

Cantillo, 2023

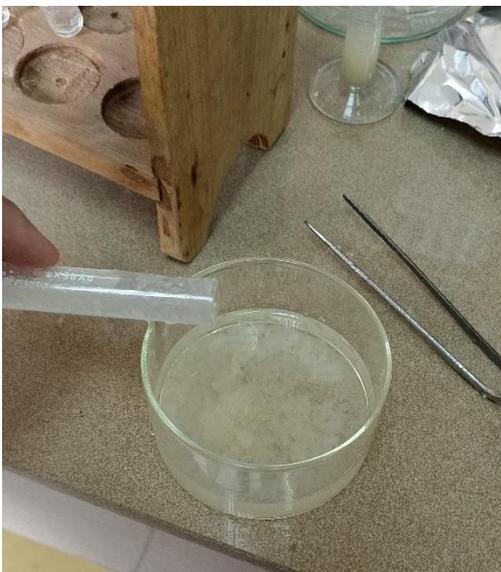


Figura 7. se adiciona a la muestra etanol al 96%.

Cantillo, 2023



Figura 8.se deja la muestra en la estufa a 50 °C por 10 horas  
Cantillo,2023



Figura 9.se tritura en un mortero la pectina.  
Cantillo, 2023



Figura 10. Extracción del mucilago de chíá.

Cantillo, 2023



Figura 11. Colocación del Recubrimiento.

Cantillo, 2023



Figura 12. Aguacate con recubrimiento en distintas concentraciones.

Cantillo, 2023



Figura 13. Análisis Microbiológicos

Cantillo, 2023



Figura 14. Análisis de textura  
Cantillo, 2023



Figura 15. Análisis Sensorial.  
Cantillo, 2023

Tabla 11. Ficha para análisis sensorial del aguacate con recubrimiento

**UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO**  
**MAESTRÍA EN QUÍMICA APLICADA**  
**BOLETA DE ANÁLISIS SENSORIAL**

Adjunto a la presente boleta se le entregará 4 muestras las cuales deberá valorar cada parámetro según la escala que se presenta a continuación:

<b>Categoría</b>	<b>Valoración Numérica</b>
Me gusta mucho	5
Me gusta	4
Me gusta poco	3
No me gusta	2
Me disgusta	1

INDIQUE CON UNA ( X ) SEGÚN SU CRITERIO EN LOS ESPACIOS INDICADOS

<b>ATRIBUTOS</b>	<b>V.N.</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
	5				
	4				
COLOR	3				
	2				
	1				
	5				
	4				
OLOR	3				
	2				
	1				
	5				
	4				
SABOR	3				
	2				
	1				
	5				
	4				
TEXTURA	3				
	2				
	1				

Cantillo, 2023

			pH										
Factor A	Factor B	Repetición	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10
Pectina al 5%	Aceite de arandano 0,5%	1	3,51	3,40	3,55	3,50	3,55	3,45	3,70	3,65	3,72	3,75	3,70
Pectina al 5%	Aceite de arandano 0,5%	2	3,41	3,35	3,54	3,50	3,45	3,65	3,65	3,50	3,80	3,80	3,75
Pectina al 5%	Aceite de arandano 0,5%	3	3,55	3,50	3,45	3,40	3,50	3,45	3,70	3,50	3,70	3,75	3,70
Pectina al 5%	Aceite de arandano 0,5%	4	3,40	3,45	3,40	3,44	3,50	3,51	3,60	3,49	3,60	3,79	3,75
Pectina al 5%	Aceite de arandano 0,5%	5	3,58	3,52	3,38	3,49	3,57	3,54	3,71	3,50	3,69	3,80	3,76
Pectina al 10%	Aceite de arandano 1%	1	3,51	3,55	3,40	3,45	3,50	3,45	3,70	3,72	3,65	3,80	3,86
Pectina al 10%	Aceite de arandano 1%	2	3,41	3,45	3,58	3,50	3,80	3,70	3,63	3,55	3,80	3,85	3,75
Pectina al 10%	Aceite de arandano 1%	3	3,55	3,50	3,45	3,70	3,48	3,55	3,80	3,42	3,70	3,75	3,90
Pectina al 10%	Aceite de arandano 1%	4	3,50	3,46	3,47	3,50	3,49	3,50	3,81	3,44	3,79	3,77	3,76
Pectina al 10%	Aceite de arandano 1%	5	3,48	3,54	3,50	3,60	3,50	3,49	3,75	3,49	3,72	3,72	3,75
Pectina al 5%	Aceite de arandano 1%	1	3,51	3,55	3,45	3,43	3,50	3,45	3,50	3,60	3,56	3,50	3,60
Pectina al 5%	Aceite de arandano 1%	2	3,41	3,45	3,48	3,45	3,48	3,45	3,54	3,55	3,50	3,60	3,55
Pectina al 5%	Aceite de arandano 1%	3	3,55	3,50	3,45	3,50	3,45	3,47	3,55	3,60	3,52	3,55	3,65
Pectina al 5%	Aceite de arandano 1%	4	3,50	3,51	3,46	3,50	3,49	3,48	3,50	3,62	3,51	3,56	3,56
Pectina al 5%	Aceite de arandano 1%	5	3,46	3,49	3,47	3,45	3,50	3,50	3,54	3,67	3,52	3,70	3,60
Pectina al 10%	Aceite de arandano 0,5%	1	3,50	3,55	3,59	3,62	3,68	3,72	3,80	3,80	3,86	3,90	3,96
Pectina al 10%	Aceite de arandano 0,5%	2	3,41	3,55	3,58	3,65	3,72	3,72	3,75	3,85	3,90	3,91	3,98
Pectina al 10%	Aceite de arandano 0,5%	3	3,54	3,50	3,62	3,69	3,70	3,75	3,78	3,88	3,91	3,95	3,98
Pectina al 10%	Aceite de arandano 0,5%	4	3,58	3,50	3,60	3,62	3,72	3,73	3,75	3,81	3,90	3,90	3,97
Pectina al 10%	Aceite de arandano 0,5%	5	3,52	3,55	3,64	3,70	3,69	3,72	3,79	3,84	3,88	3,92	3,95

			Pérdida de Peso (%)										
Factor A	Factor B	Repetición	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10
Pectina al 5%	Aceite de arandano 0,5%	1	0	0,4325	1,5077	2,0354	3,2028	5,3522	5,5521	5,7020	6,2021	7,7024	8,5025
Pectina al 5%	Aceite de arandano 0,5%	2	0	0,4267	1,4540	2,8021	3,3045	5,7588	5,3214	5,9540	7,1515	7,6524	8,7099
Pectina al 5%	Aceite de arandano 0,5%	3	0	0,5046	1,7025	2,1054	3,2014	5,0245	4,8821	5,7045	6,1010	7,2535	8,4088
Pectina al 5%	Aceite de arandano 0,5%	4	0	0,5171	1,7403	2,1052	3,1452	5,1526	4,4152	5,6485	6,1125	7,4782	8,4561
Pectina al 5%	Aceite de arandano 0,5%	5	0	0,5024	1,7723	2,1452	3,1452	5,1426	4,1478	5,4781	6,4252	7,4926	8,2456
Pectina al 10%	Aceite de arandano 1%	1	0	0,4579	1,2790	2,0844	3,2529	5,2200	5,6373	5,9729	7,1769	7,5800	8,3900
Pectina al 10%	Aceite de arandano 1%	2	0	0,4281	1,3584	3,0780	3,4038	5,9875	5,2087	4,7035	7,1285	7,1257	8,6987
Pectina al 10%	Aceite de arandano 1%	3	0	0,7535	1,8591	2,3521	3,1088	4,2152	4,3586	5,5874	6,6459	7,2235	8,3900
Pectina al 10%	Aceite de arandano 1%	4	0	0,4145	1,5268	2,3478	3,1475	4,1548	4,4782	5,7843	6,4527	7,1452	8,4028
Pectina al 10%	Aceite de arandano 1%	5	0	0,4287	1,4785	2,4785	3,1482	4,5789	4,7956	5,1479	6,4895	7,5216	8,3845
Pectina al 5%	Aceite de arandano 1%	1	0	0,4020	1,2580	2,1520	2,9789	4,8798	5,7055	5,8022	5,9233	7,4587	7,9878
Pectina al 5%	Aceite de arandano 1%	2	0	0,4155	1,3025	2,1825	3,3547	4,9590	5,6027	5,7926	6,1022	7,3255	8,2547
Pectina al 5%	Aceite de arandano 1%	3	0	0,4025	1,3324	2,2530	3,3022	5,1025	5,6021	5,6522	6,0254	7,4055	8,3900
Pectina al 5%	Aceite de arandano 1%	4	0	0,4524	1,4526	2,2458	3,2456	5,1745	5,6042	5,5624	6,4856	7,4525	8,4526
Pectina al 5%	Aceite de arandano 1%	5	0	0,4245	1,2458	2,1452	3,2415	5,4265	5,7045	5,4782	6,2485	7,1485	8,30256
Pectina al 10%	Aceite de arandano 0,5%	1	0	0,5171	1,7403	2,1052	3,1452	5,1526	4,4152	5,6485	6,1125	7,4782	8,4561
Pectina al 10%	Aceite de arandano 0,5%	2	0	0,7535	1,8591	2,3521	3,1088	4,2152	4,3586	5,5874	6,6459	7,2235	8,39
Pectina al 10%	Aceite de arandano 0,5%	3	0	0,4025	1,3324	2,253	3,3022	5,1025	5,6021	5,6522	6,0254	7,4055	8,39
Pectina al 10%	Aceite de arandano 0,5%	4	0	0,4281	1,3584	3,078	3,4038	5,9875	5,2087	4,7035	7,1285	7,1257	8,6987
Pectina al 10%	Aceite de arandano 0,5%	5	0	0,4267	1,454	2,8021	3,3045	5,7588	5,3214	5,954	7,1515	7,6524	8,7099

## Textura

Factor A	Factor B	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10
a1:Pectina al b1:Aceite de 1.6		1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	0.8	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2
a1:Pectina al b2:Aceite de 1.4		1.3	1.2	1.1	1.0	0.8	0.6	0.5	0.4	0.2	0.2	0.2
a2:Pectina al b1:Aceite de 1.5		1.4	1.3	1.2	1.1	0.8	0.7	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2
a2:Pectina al b2:Aceite de 1.5		1.3	1.2	1.1	0.8	0.6	0.5	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2

## pH

### Análisis de la varianza

#### Día 0

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Día 0	20	0,02	0,00	1,32

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,1E-03	3	6,9E-04	0,10	0,9609
Factor A	1,3E-04	1	1,3E-04	0,02	0,8961
Factor B	1,8E-03	1	1,8E-03	0,25	0,6210
Factor A*Factor B	1,3E-04	1	1,3E-04	0,02	0,8961
Error	0,11	16	0,01		
Total	0,12	19			

#### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0071 gl: 16

Factor A	Medias	n	E.E.
Pectina al 5%	6,37	10	0,03 A
Pectina al 10%	6,36	10	0,03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0071 gl: 16

Factor B	Medias	n	E.E.
Aceite de arándano 1%	6,38	10	0,03 A
Aceite de arándano 0,5%	6,36	10	0,03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0071 gl: 16

Factor A	Factor B	Medias	n	E.E.
Pectina al 5%	Aceite de arándano 1%	6,38	5	0,04 A
Pectina al 10%	Aceite de arándano 1%	6,38	5	0,04 A
Pectina al 5%	Aceite de arándano 0,5%	6,36	5	0,04 A
Pectina al 10%	Aceite de arándano 0,5%	6,35	5	0,04 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### Día 1

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Día 1	20	0,44	0,34	0,69

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,03	3	0,01	4,27	0,0214
Factor A	9,8E-04	1	9,8E-04	0,50	0,4886
Factor B	0,01	1	0,01	6,41	0,0222
Factor A*Factor B	0,01	1	0,01	5,91	0,0272
Error	0,03	16	2,0E-03		
Total	0,06	19			

#### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0020 gl: 16

Factor A	Medias	n	E.E.
Pectina al 10%	6,38	10	0,01 A
Pectina al 5%	6,36	10	0,01 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0020 gl: 16

Factor B	Medias	n	E.E.
Aceite de arándano 1%	6,40	10	0,01 A
Aceite de arándano 0,5%	6,35	10	0,01 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0020 gl: 16

Factor A	Factor B	Medias	n	E.E.
Pectina al 5%	Aceite de arándano 1%	6,41	5	0,02 A
Pectina al 10%	Aceite de arándano 1%	6,38	5	0,02 A
Pectina al 10%	Aceite de arándano 0,5%	6,38	5	0,02 A
Pectina al 5%	Aceite de arándano 0,5%	6,31	5	0,02 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### Dia 2

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Dia 2	20	0,23	0,08	0,80

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	3	4,1E-03	1,57	0,2367
Factor A	2,0E-05	1	2,0E-05	0,01	0,9314
Factor B	0,01	1	0,01	2,48	0,1350
Factor A*Factor B	0,01	1	0,01	2,21	0,1565
Error	0,04	16	2,6E-03		
Total	0,05	19			

#### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0026 gl: 16

Factor A	Medias	n	E.E.
Pectina al 10%	6,38	10	0,02 A
Pectina al 5%	6,38	10	0,02 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0026 gl: 16

Factor B	Medias	n	E.E.
Aceite de arándano 1%	6,40	10	0,02 A
Aceite de arándano 0,5%	6,36	10	0,02 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0026 gl: 16

Factor A	Factor B	Medias	n	E.E.
Pectina al 5%	Aceite de arándano 1%	6,41	5	0,02 A
Pectina al 10%	Aceite de arándano 1%	6,38	5	0,02 A
Pectina al 10%	Aceite de arándano 0,5%	6,38	5	0,02 A

Pectina al 5% Aceite de arándano 0,5% 6,34 5 0,02 A  
 Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Día 3

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Día 3	20	0,20	0,05	0,88

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	3	4,1E-03	1,31	0,3058
Factor A	1,2E-04	1	1,2E-04	0,04	0,8446
Factor B	0,01	1	0,01	1,94	0,1822
Factor A*Factor B	0,01	1	0,01	1,94	0,1822
Error	0,05	16	3,1E-03		
Total	0,06	19			

#### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0031 gl: 16

Factor A	Medias	n	E.E.
Pectina al 5%	6,39	10	0,02 A
Pectina al 10%	6,38	10	0,02 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0031 gl: 16

Factor B	Medias	n	E.E.
Aceite de arándano 1%	6,40	10	0,02 A
Aceite de arándano 0,5%	6,37	10	0,02 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0031 gl: 16

Factor A	Factor B	Medias	n	E.E.
Pectina al 5%	Aceite de arándano 1%	6,42	5	0,03 A
Pectina al 10%	Aceite de arándano 1%	6,38	5	0,03 A
Pectina al 10%	Aceite de arándano 0,5%	6,38	5	0,03 A
Pectina al 5%	Aceite de arándano 0,5%	6,35	5	0,03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Día 4

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Día 4	20	0,20	0,06	1,02

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,02	3	0,01	1,37	0,2870
Factor A	5,0E-04	1	5,0E-04	0,12	0,7361
Factor B	0,01	1	0,01	2,94	0,1056
Factor A*Factor B	4,5E-03	1	4,5E-03	1,06	0,3188
Error	0,07	16	4,3E-03		
Total	0,09	19			

#### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0042 gl: 16

Factor A	Medias	n	E.E.
Pectina al 5%	6,39	10	0,02 A
Pectina al 10%	6,38	10	0,02 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,0042 gl: 16

Factor B	Medias	n	E.E.
Aceite de arándano 1%	6,41	10	0,02 A
Aceite de arándano 0,5%	6,36	10	0,02 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,0042 gl: 16

Factor A	Factor B	Medias	n	E.E.
Pectina al 5%	Aceite de arándano 1%	6,43	5	0,03 A
Pectina al 10%	Aceite de arándano 1%	6,39	5	0,03 A
Pectina al 10%	Aceite de arándano 0,5%	6,37	5	0,03 A
Pectina al 5%	Aceite de arándano 0,5%	6,35	5	0,03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Día 5**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Día 5	20	0,19	0,04	0,91

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	3	4,4E-03	1,27	0,3196
Factor A	2,4E-03	1	2,4E-03	0,70	0,4143
Factor B	0,01	1	0,01	3,07	0,0988
Factor A*Factor B	8,0E-05	1	8,0E-05	0,02	0,8808
Error	0,06	16	3,4E-03		
Total	0,07	19			

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,0034 gl: 16

Factor A	Medias	n	E.E.
Pectina al 5%	6,43	10	0,02 A
Pectina al 10%	6,41	10	0,02 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,0034 gl: 16

Factor B	Medias	n	E.E.
Aceite de arándano 1%	6,44	10	0,02 A
Aceite de arándano 0,5%	6,40	10	0,02 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,0034 gl: 16

Factor A	Factor B	Medias	n	E.E.
Pectina al 5%	Aceite de arándano 1%	6,46	5	0,03 A
Pectina al 10%	Aceite de arándano 1%	6,43	5	0,03 A
Pectina al 5%	Aceite de arándano 0,5%	6,41	5	0,03 A
Pectina al 10%	Aceite de arándano 0,5%	6,39	5	0,03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Día 6

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Día 6	20	0,23	0,08	0,84

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	3	4,6E-03	1,56	0,2370
Factor A	1,3E-03	1	1,3E-03	0,44	0,5186
Factor B	0,01	1	0,01	3,92	0,0651
Factor A*Factor B	9,8E-04	1	9,8E-04	0,33	0,5716
Error	0,05	16	2,9E-03		
Total	0,06	19			

### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0029 gl: 16

Factor A	Medias	n	E.E.
Pectina al 5%	6,46	10	0,02 A
Pectina al 10%	6,44	10	0,02 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0029 gl: 16

Factor B	Medias	n	E.E.
Aceite de arándano 1%	6,47	10	0,02 A
Aceite de arándano 0,5%	6,43	10	0,02 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0029 gl: 16

Factor A	Factor B	Medias	n	E.E.
Pectina al 5%	Aceite de arándano 1%	6,47	5	0,02 A
Pectina al 10%	Aceite de arándano 1%	6,47	5	0,02 A
Pectina al 5%	Aceite de arándano 0,5%	6,44	5	0,02 A
Pectina al 10%	Aceite de arándano 0,5%	6,41	5	0,02 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Día 7

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Día 7	20	0,31	0,18	0,56

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	3	3,1E-03	2,36	0,1095
Factor A	4,1E-04	1	4,1E-04	0,31	0,5883
Factor B	6,0E-04	1	6,0E-04	0,46	0,5093
Factor A*Factor B	0,01	1	0,01	6,33	0,0229
Error	0,02	16	1,3E-03		
Total	0,03	19			

### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0013 gl: 16

Factor A	Medias	n	E.E.
Pectina al 10%	6,50	10	0,01 A
Pectina al 5%	6,49	10	0,01 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0013 gl: 16

Factor B	Medias n	E.E.
Aceite de arándano 1%	6,50 10	0,01 A
Aceite de arándano 0,5%	6,49 10	0,01 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,0013 gl: 16

Factor A	Factor B	Medias n	E.E.
Pectina al 5%	Aceite de arándano 1%	6,52 5	0,02 A
Pectina al 10%	Aceite de arándano 0,5%	6,52 5	0,02 A
Pectina al 10%	Aceite de arándano 1%	6,49 5	0,02 A
Pectina al 5%	Aceite de arándano 0,5%	6,47 5	0,02 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Dia 8**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Dia 8	20	0,50	0,40	0,71

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,03	3	0,01	5,26	0,0102
Factor A	0,01	1	0,01	3,33	0,0869
Factor B	3,9E-03	1	3,9E-03	1,81	0,1977
Factor A*Factor B	0,02	1	0,02	10,65	0,0049
Error	0,03	16	2,2E-03		
Total	0,07	19			

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,0022 gl: 16

Factor A	Medias n	E.E.
Pectina al 10%	6,55 10	0,01 A
Pectina al 5%	6,51 10	0,01 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,0022 gl: 16

Factor B	Medias n	E.E.
Aceite de arándano 0,5%	6,54 10	0,01 A
Aceite de arándano 1%	6,52 10	0,01 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,0022 gl: 16

Factor A	Factor B	Medias n	E.E.
Pectina al 10%	Aceite de arándano 0,5%	6,60 5	0,02 A
Pectina al 5%	Aceite de arándano 1%	6,53 5	0,02 B
Pectina al 10%	Aceite de arándano 1%	6,50 5	0,02 B
Pectina al 5%	Aceite de arándano 0,5%	6,49 5	0,02 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Dia 9**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Dia 9	20	0,48	0,38	0,72

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,03	3	0,01	4,96	0,0127
Factor A	4,5E-03	1	4,5E-03	2,00	0,1765
Factor B	4,5E-03	1	4,5E-03	2,00	0,1765
Factor A*Factor B	0,02	1	0,02	10,89	0,0045
Error	0,04	16	2,3E-03		
Total	0,07	19			

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,0022 gl: 16

Factor A	Medias	n	E.E.
Pectina al 10%	6,57	10	0,02 A
Pectina al 5%	6,54	10	0,02 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,0022 gl: 16

Factor B	Medias	n	E.E.
Aceite de arándano 0,5%	6,57	10	0,02 A
Aceite de arándano 1%	6,54	10	0,02 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,0022 gl: 16

Factor A	Factor B	Medias	n	E.E.
Pectina al 10%	Aceite de arándano 0,5%	6,62	5	0,02 A
Pectina al 5%	Aceite de arándano 1%	6,56	5	0,02 A B
Pectina al 5%	Aceite de arándano 0,5%	6,52	5	0,02 B
Pectina al 10%	Aceite de arándano 1%	6,52	5	0,02 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**Día 10**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Día 10	20	0,36	0,24	0,66

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,02	3	0,01	3,00	0,0614
Factor A	1,8E-04	1	1,8E-04	0,09	0,7647
Factor B	5,0E-04	1	5,0E-04	0,26	0,6188
Factor A*Factor B	0,02	1	0,02	8,66	0,0096
Error	0,03	16	1,9E-03		
Total	0,05	19			

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,0019 gl: 16

Factor A	Medias	n	E.E.
Pectina al 5%	6,63	10	0,01 A
Pectina al 10%	6,63	10	0,01 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,0019 gl: 16

Factor B	Medias	n	E.E.
----------	--------	---	------

Aceite de arándano 1% 6,64 10 0,01 A  
 Aceite de arándano 0,5% 6,63 10 0,01 A  
 Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,0019 gl: 16

Factor A	Factor B	Medias	n	E.E.
Pectina al 5%	Aceite de arándano 1%	6,67	5	0,02 A
Pectina al 10%	Aceite de arándano 0,5%	6,65	5	0,02 A B
Pectina al 10%	Aceite de arándano 1%	6,60	5	0,02 B
Pectina al 5%	Aceite de arándano 0,5%	6,60	5	0,02 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Pérdida de Peso

### Análisis de la varianza

#### Dia 0

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Dia 0	20	sd	sd	sd

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,00	3	0,00	sd	sd
Factor A	0,00	1	0,00	sd	sd
Factor B	0,00	1	0,00	sd	sd
Factor A*Factor B	0,00	1	0,00	sd	sd
Error	0,00	16	0,00		
Total	0,00	19			

#### Dia 1

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Dia 1	20	0,11	0,00	22,18

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,02	3	0,01	0,68	0,5791
Factor A	0,01	1	0,01	1,27	0,2764
Factor B	0,01	1	0,01	0,50	0,4912
Factor A*Factor B	2,9E-03	1	2,9E-03	0,26	0,6153
Error	0,18	16	0,01		
Total	0,20	19			

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,0111 gl: 16

Factor A	Medias	n	E.E.
Pectina al 10%	0,50	10	0,03 A
Pectina al 5%	0,45	10	0,03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,0111 gl: 16

Factor B	Medias	n	E.E.
Aceite de arandano 0,5%	0,49	10	0,03 A

Aceite de arandano 1% 0,46 10 0,03 A  
 Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,0111 gl: 16

Factor A	Factor B	Medias	n	E.E.
Pectina al 10%	Aceite de arandano 0,5%	0,51	5	0,05 A
Pectina al 10%	Aceite de arandano 1%	0,50	5	0,05 A
Pectina al 5%	Aceite de arandano 0,5%	0,48	5	0,05 A
Pectina al 5%	Aceite de arandano 1%	0,42	5	0,05 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Dia 2**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Dia 2	20	0,33	0,21	12,18

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,27	3	0,09	2,68	0,0820
Factor A	0,01	1	0,01	0,34	0,5671
Factor B	0,17	1	0,17	5,00	0,0400
Factor A*Factor B	0,09	1	0,09	2,70	0,1200
Error	0,53	16	0,03		
Total	0,80	19			

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,0334 gl: 16

Factor A	Medias	n	E.E.
Pectina al 10%	1,52	10	0,06 A
Pectina al 5%	1,48	10	0,06 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,0334 gl: 16

Factor B	Medias	n	E.E.
Aceite de arandano 0,5%	1,59	10	0,06 A
Aceite de arandano 1%	1,41	10	0,06 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,0334 gl: 16

Factor A	Factor B	Medias	n	E.E.
Pectina al 5%	Aceite de arandano 0,5%	1,64	5	0,08 A
Pectina al 10%	Aceite de arandano 0,5%	1,55	5	0,08 A
Pectina al 10%	Aceite de arandano 1%	1,50	5	0,08 A
Pectina al 5%	Aceite de arandano 1%	1,32	5	0,08 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Dia 3**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Dia 3	20	0,19	0,04	13,52

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,39	3	0,13	1,29	0,3129
Factor A	0,38	1	0,38	3,75	0,0706
Factor B	0,01	1	0,01	0,11	0,7486
Factor A*Factor B	6,1E-05	1	6,1E-05	6,0E-04	0,9808
Error	1,62	16	0,10		
Total	2,01	19			

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,1015 gl: 16

Factor A	Medias	n	E.E.
Pectina al 10%	2,49	10	0,10 A
Pectina al 5%	2,22	10	0,10 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,1015 gl: 16

Factor B	Medias	n	E.E.
Aceite de arandano 0,5%	2,38	10	0,10 A
Aceite de arandano 1%	2,33	10	0,10 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,1015 gl: 16

Factor A	Factor B	Medias	n	E.E.
Pectina al 10%	Aceite de arandano 0,5%	2,52	5	0,14 A
Pectina al 10%	Aceite de arandano 1%	2,47	5	0,14 A
Pectina al 5%	Aceite de arandano 0,5%	2,24	5	0,14 A
Pectina al 5%	Aceite de arandano 1%	2,20	5	0,14 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Dia 4**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Dia 4	20	0,03	0,00	3,63

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	3	2,6E-03	0,19	0,9024
Factor A	2,1E-03	1	2,1E-03	0,15	0,7019
Factor B	3,2E-04	1	3,2E-04	0,02	0,8810
Factor A*Factor B	0,01	1	0,01	0,39	0,5403
Error	0,22	16	0,01		
Total	0,23	19			

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,0137 gl: 16

Factor A	Medias	n	E.E.
Pectina al 10%	3,23	10	0,04 A
Pectina al 5%	3,21	10	0,04 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Factor A	Factor B	JUECES	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA
a1:Pectina al b1: Aceite de		1	3	4	4	4
a1:Pectina al b1: Aceite de		2	1	3	1	2
a1:Pectina al b1: Aceite de		3	2	2	3	3
a1:Pectina al b1: Aceite de		4	3	5	1	4
a1:Pectina al b1: Aceite de		5	4	4	4	4
a1:Pectina al b1: Aceite de		6	5	5	5	4
a1:Pectina al b1: Aceite de		7	4	4	4	4
a1:Pectina al b1: Aceite de		8	5	5	2	3
a1:Pectina al b1: Aceite de		9	5	5	5	5
a1:Pectina al b1: Aceite de		10	2	4	2	3
a1:Pectina al b1: Aceite de		11	2	4	2	3
a1:Pectina al b1: Aceite de		12	2	3	2	3
a1:Pectina al b1: Aceite de		13	2	4	2	3
a1:Pectina al b1: Aceite de		14	2	3	2	3
a1:Pectina al b1: Aceite de		15	2	4	2	3
a1:Pectina al b1: Aceite de		16	2	4	2	3
a1:Pectina al b1: Aceite de		17	2	4	2	3
a1:Pectina al b1: Aceite de		18	2	4	2	3
a1:Pectina al b1: Aceite de		19	2	2	2	3
a1:Pectina al b1: Aceite de		20	2	4	2	3
a1:Pectina al b1: Aceite de		21	2	3	2	3
a1:Pectina al b1: Aceite de		22	2	4	2	2
a1:Pectina al b1: Aceite de		23	2	4	2	3
a1:Pectina al b1: Aceite de		24	2	3	2	3
a1:Pectina al b1: Aceite de		25	2	4	2	2
a1:Pectina al b1: Aceite de		26	2	3	2	3
a1:Pectina al b1: Aceite de		27	2	4	2	3
a1:Pectina al b1: Aceite de		28	2	4	2	3
a1:Pectina al b1: Aceite de		29	2	3	2	3
a1:Pectina al b1: Aceite de		30	2	4	2	3
a1:Pectina al b2: Aceite de		1	2	4	2	3
a1:Pectina al b2: Aceite de		2	2	4	2	3
a1:Pectina al b2: Aceite de		3	2	4	2	3
a1:Pectina al b2: Aceite de		4	2	4	2	3
a1:Pectina al b2: Aceite de		5	2	4	3	3
a1:Pectina al b2: Aceite de		6	2	4	2	3
a1:Pectina al b2: Aceite de		7	2	4	2	3
a1:Pectina al b2: Aceite de		8	2	4	2	3
a1:Pectina al b2: Aceite de		9	2	4	2	3
a1:Pectina al b2: Aceite de		10	2	4	3	3
a1:Pectina al b2: Aceite de		11	2	3	2	3
a1:Pectina al b2: Aceite de		12	2	3	2	3
a1:Pectina al b2: Aceite de		13	2	4	2	3
a1:Pectina al b2: Aceite de		14	2	4	2	3
a1:Pectina al b2: Aceite de		15	2	4	3	3
a1:Pectina al b2: Aceite de		16	2	3	2	3
a1:Pectina al b2: Aceite de		17	2	4	2	3
a1:Pectina al b2: Aceite de		18	2	3	2	3
a1:Pectina al b2: Aceite de		19	2	4	2	3
a1:Pectina al b2: Aceite de		20	2	3	3	3
a1:Pectina al b2: Aceite de		21	2	4	2	3
a1:Pectina al b2: Aceite de		22	2	3	2	3
a1:Pectina al b2: Aceite de		23	2	4	2	3
a1:Pectina al b2: Aceite de		24	2	2	2	3
a1:Pectina al b2: Aceite de		25	2	3	2	3
a1:Pectina al b2: Aceite de		26	2	2	2	3
a1:Pectina al b2: Aceite de		27	2	4	2	3
a1:Pectina al b2: Aceite de		28	2	3	2	3
a1:Pectina al b2: Aceite de		29	2	4	2	3
a1:Pectina al b2: Aceite de		30	2	4	2	3
a2:Pectina al b1: Aceite de		1	4	4	4	4
a2:Pectina al b1: Aceite de		2	5	4	5	3
a2:Pectina al b1: Aceite de		3	4	5	5	5
a2:Pectina al b1: Aceite de		4	5	4	5	4
a2:Pectina al b1: Aceite de		5	2	4	2	5
a2:Pectina al b1: Aceite de		6	2	5	4	4
a2:Pectina al b1: Aceite de		7	3	4	2	5
a2:Pectina al b1: Aceite de		8	2	4	4	3
a2:Pectina al b1: Aceite de		9	3	4	3	3
a2:Pectina al b1: Aceite de		10	2	5	4	4
a2:Pectina al b1: Aceite de		11	3	4	3	5
a2:Pectina al b1: Aceite de		12	2	4	2	5
a2:Pectina al b1: Aceite de		13	4	4	3	3
a2:Pectina al b1: Aceite de		14	2	5	2	3
a2:Pectina al b1: Aceite de		15	3	4	5	3
a2:Pectina al b1: Aceite de		16	4	4	3	4
a2:Pectina al b1: Aceite de		17	4	5	2	3
a2:Pectina al b1: Aceite de		18	2	4	3	3
a2:Pectina al b1: Aceite de		19	4	4	4	3
a2:Pectina al b1: Aceite de		20	3	4	4	3
a2:Pectina al b1: Aceite de		21	4	4	2	3
a2:Pectina al b1: Aceite de		22	4	5	5	4
a2:Pectina al b1: Aceite de		23	4	5	5	4
a2:Pectina al b1: Aceite de		24	2	4	2	3
a2:Pectina al b1: Aceite de		25	5	5	2	5
a2:Pectina al b1: Aceite de		26	2	4	2	3
a2:Pectina al b1: Aceite de		27	3	4	2	3
a2:Pectina al b1: Aceite de		28	4	5	4	5
a2:Pectina al b1: Aceite de		29	3	4	3	3
a2:Pectina al b1: Aceite de		30	2	4	3	3
a2:Pectina al b2: Aceite de		1	2	4	2	3
a2:Pectina al b2: Aceite de		2	2	3	2	3
a2:Pectina al b2: Aceite de		3	2	4	2	3
a2:Pectina al b2: Aceite de		4	2	3	3	3
a2:Pectina al b2: Aceite de		5	2	4	2	3
a2:Pectina al b2: Aceite de		6	2	4	2	3
a2:Pectina al b2: Aceite de		7	2	3	2	3
a2:Pectina al b2: Aceite de		8	2	4	2	3
a2:Pectina al b2: Aceite de		9	2	4	3	3
a2:Pectina al b2: Aceite de		10	2	3	2	3
a2:Pectina al b2: Aceite de		11	2	4	2	3
a2:Pectina al b2: Aceite de		12	2	4	3	3
a2:Pectina al b2: Aceite de		13	2	4	2	3
a2:Pectina al b2: Aceite de		14	2	3	2	3
a2:Pectina al b2: Aceite de		15	2	4	3	3
a2:Pectina al b2: Aceite de		16	2	3	2	3
a2:Pectina al b2: Aceite de		17	2	4	2	3
a2:Pectina al b2: Aceite de		18	2	3	2	3
a2:Pectina al b2: Aceite de		19	2	4	2	3
a2:Pectina al b2: Aceite de		20	2	4	2	3
a2:Pectina al b2: Aceite de		21	2	3	2	3
a2:Pectina al b2: Aceite de		22	2	4	2	3
a2:Pectina al b2: Aceite de		23	2	4	2	3
a2:Pectina al b2: Aceite de		24	2	4	2	3
a2:Pectina al b2: Aceite de		25	2	3	2	3
a2:Pectina al b2: Aceite de		26	2	4	2	3
a2:Pectina al b2: Aceite de		27	2	4	3	3
a2:Pectina al b2: Aceite de		28	2	3	2	3
a2:Pectina al b2: Aceite de		29	2	4	2	3
a2:Pectina al b2: Aceite de		30	2	3	2	3

## Análisis de la varianza

### COLOR

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
COLOR	120	0,29	0,27	30,69

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	25,87	3	8,62	15,89	<0,0001
Factor A	3,33	1	3,33	6,14	0,0146
Factor B	19,20	1	19,20	35,39	<0,0001
Factor A*Factor B	3,33	1	3,33	6,14	0,0146
Error	62,93	116	0,54		
Total	88,80	119			

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,26635

Error: 0,5425 gl: 116

Factor A	Medias	n	E.E.
a2:Pectina al 10%	2,57	60	0,10 A
a1:Pectina al 5%	2,23	60	0,10 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,26635

Error: 0,5425 gl: 116

Factor B	Medias	n	E.E.
b1:Aceite de arandano 0,5%..	2,80	60	0,10 A
b2:Aceite de arandano 1%	2,00	60	0,10 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,49574

Error: 0,5425 gl: 116

Factor A	Factor B	Medias	n	E.E.
a2:Pectina al 10%	b1:Aceite de arandano 0,5%..	3,13	30	0,13 A
a1:Pectina al 5%	b1:Aceite de arandano 0,5%..	2,47	30	0,13 B
a2:Pectina al 10%	b2:Aceite de arandano 1%	2,00	30	0,13 B
a1:Pectina al 5%	b2:Aceite de arandano 1%	2,00	30	0,13 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### OLOR

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
OLOR	120	0,18	0,16	15,70

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9,49	3	3,16	8,77	<0,0001
Factor A	2,41	1	2,41	6,68	0,0110
Factor B	5,21	1	5,21	14,44	0,0002
Factor A*Factor B	1,87	1	1,87	5,20	0,0244
Error	41,83	116	0,36		
Total	51,33	119			

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,21716

Error: 0,3606 gl: 116

Factor A	Medias	n	E.E.
----------	--------	---	------

a2:Pectina al 10% 3,97 60 0,08 A  
a1:Pectina al 5% 3,68 60 0,08 B  
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,21716**

Error: 0,3606 gl: 116

Factor B	Medias	n	E.E.
b1:Aceite de arandano 0,5%..	4,03	60	0,08 A
b2:Aceite de arandano 1%	3,62	60	0,08 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,40418**

Error: 0,3606 gl: 116

Factor A	Factor B	Medias	n	E.E.
a2:Pectina al 10%	b1:Aceite de arandano 0,5%..	4,30	30	0,11 A
a1:Pectina al 5%	b1:Aceite de arandano 0,5%..	3,77	30	0,11 B
a2:Pectina al 10%	b2:Aceite de arandano 1%	3,63	30	0,11 B
a1:Pectina al 5%	b2:Aceite de arandano 1%	3,60	30	0,11 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**SABOR**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
SABOR	120	0,28	0,26	31,38

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	27,09	3	9,03	14,77	<0,0001
Factor A	7,01	1	7,01	11,47	0,0010
Factor B	14,01	1	14,01	22,92	<0,0001
Factor A*Factor B	6,08	1	6,08	9,94	0,0021
Error	70,90	116	0,61		
Total	97,99	119			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,28271**

Error: 0,6112 gl: 116

Factor A	Medias	n	E.E.
a2:Pectina al 10%	2,73	60	0,10 A
a1:Pectina al 5%	2,25	60	0,10 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,28271**

Error: 0,6112 gl: 116

Factor B	Medias	n	E.E.
b1:Aceite de arandano 0,5%..	2,83	60	0,10 A
b2:Aceite de arandano 1%	2,15	60	0,10 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,52618**

Error: 0,6112 gl: 116

Factor A	Factor B	Medias	n	E.E.
a2:Pectina al 10%	b1:Aceite de arandano 0,5%..	3,30	30	0,14 A
a1:Pectina al 5%	b1:Aceite de arandano 0,5%..	2,37	30	0,14 B
a2:Pectina al 10%	b2:Aceite de arandano 1%	2,17	30	0,14 B
a1:Pectina al 5%	b2:Aceite de arandano 1%	2,13	30	0,14 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## TEXTURA

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
TEXTURA	120	0,22	0,20	16,45

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9,07	3	3,02	10,91	<0,0001
Factor A	2,13	1	2,13	7,70	0,0064
Factor B	4,80	1	4,80	17,33	0,0001
Factor A*Factor B	2,13	1	2,13	7,70	0,0064
Error	32,13	116	0,28		
Total	41,20	119			

### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,19032

Error: 0,2770 gl: 116

Factor A	Medias	n	E.E.
a2:Pectina al 10%	3,33	60	0,07 A
a1:Pectina al 5%	3,07	60	0,07 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,19032

Error: 0,2770 gl: 116

Factor B	Medias	n	E.E.
b1:Aceite de arandano 0,5%..	3,40	60	0,07 A
b2:Aceite de arandano 1%	3,00	60	0,07 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,35423

Error: 0,2770 gl: 116

Factor A	Factor B	Medias	n	E.E.
a2:Pectina al 10%	b1:Aceite de arandano 0,5%..	3,67	30	0,10 A
a1:Pectina al 5%	b1:Aceite de arandano 0,5%..	3,13	30	0,10 B
a2:Pectina al 10%	b2:Aceite de arandano 1%	3,00	30	0,10 B
a1:Pectina al 5%	b2:Aceite de arandano 1%	3,00	30	0,10 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

# UNEMI

UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

*¡Evolución académica!*

@UNEMIEcuador

