



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

**INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR,
MODALIDAD PRESENCIAL**

TEMA:

**“EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL ÍNDICE DE MADUREZ,
TIPO DE CONSERVANTE Y MODO DE ENVASADO SOBRE LA VIDA
ÚTIL DE LA PASTA DE AGUACATE”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

**Línea de investigación: Gestión, producción, productividad, innovación y desarrollo
socio económico.**

Autor: Andrea Carolina Robalino Lucero

Director: MSc. Valeria Olmedo Galarza

Ibarra, 2024



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1752647287		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Robalino Lucero Andrea Carolina		
DIRECCIÓN:	Amauta s35-98 y calle 5, Quitumbe		
EMAIL:	acrobalinol@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0963292716

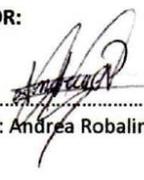
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Evaluación de la influencia del índice de madurez, tipo de conservante y modo de envasado sobre la vida útil de la pasta de aguacate.
AUTOR (ES):	Robalino Lucero Andrea Carolina
FECHA: DD/MM/AAAA	07/02/2024
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería agroindustrial
ASESOR /DIRECTOR:	MSc. Juan Carlos de la Vega / MSc. Valeria Olmedo

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 7 días del mes de febrero de 2024

EL AUTOR:

(Firma).....
Nombre: Andrea Robalino Lucero

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 09 de febrero de 2024

MSc. Valeria Olmedo Galarza

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.



Firmado electrónicamente por:
VALERIA OLMEDO
GALARZA

(f) _____

MSc. Valeria Olmedo Galarza

C.C.: 1714505078

DEDICATORIA

Para mi familia, mis amigos, la MSc. Valeria Olmedo y mi Clarita.

AGRADECIMIENTO

A mis padres que me apoyaron tanto para que yo pueda terminar mi carrera, a mis tías que vieron por mí mientras yo vivía en Ibarra. A mis amigas Vero e Ismi que fueron mi roca siempre. A mis amigos y compañeros Betza y Jeffo. A mi tutora, la MSc. Valeria Olmedo, que tanto como profesora, coordinadora y directora de tesis siempre estuvo para mí, sinceramente sin su ayuda no hubiese podido avanzar en mis estudios. A los ingenieros que durante mi vida universitaria me compartieron sus conocimientos para llegar a ser una buena profesional. Y también un especial agradecimiento al MSc. Juan Carlos de la Vega y a la Dra. Bélgica Bermeo quienes me guiaron con el desarrollo de esta investigación.

RESUMEN

El aguacate es una de las frutas más consumidas en la región, debido a su sabor, sus beneficios para la salud y la variedad de platillos con los que se puede combinar, sin embargo, es un fruto muy perecedero y una vez que ha sido cortado su consumo se limita a unas cuantas horas, en las cuales cambia su apariencia y se suele desechar. Esta investigación pretende alargar su vida útil, manteniendo las características fisicoquímicas y organolépticas, de manera que el producto permanezca apetecible al consumidor. Con este objetivo, se evaluó la incidencia del estado de madurez, los conservantes y el empaçado con atmósferas modificadas sobre la pasta de aguacate (*Persea americana* Mill. variedad fuerte) analizando sus características fisicoquímicas (pH, sólidos solubles, porcentaje de acidez e índice de peróxidos), funcionales (capacidad antioxidante y contenido de fitosteroles) y microbiológicas a lo largo de tres semanas, luego de lo cual se seleccionó el mejor tratamiento para una evaluación organoléptica con un panel no entrenado, usando como testigo la pasta de aguacate fresca.

El tratamiento 1, que llevó ácido ascórbico y fue envasado con 90 % N₂ y 10 % CO₂, fue el que mantuvo las características similares al producto fresco. Las diferencias en el análisis sensorial no fueron significativas. El resultado del índice de peróxido mostró que a las tres semanas el producto empieza a oxidarse. La capacidad antioxidante, con una cifra de 41.50 $\mu\text{mol Trolox/g}$, aumentó con respecto a lo obtenido para la materia prima debido al uso de ácido ascórbico como antioxidante natural. Finalmente, la cantidad de fitoesteroles del tratamiento fue de aproximadamente 0.1247 g, algo mayor al de la materia prima (≈ 0.1137 g). El estudio mostró que, bajo las condiciones determinadas, se puede conservar la pasta de aguacate empacada, por tres semanas.

ABSTRACT

The avocado is one of the most consumed fruits in the region, due to its flavor, its health benefits and the variety of dishes with which it can be combined. However, it is a very perishable fruit and once it has been cut its consumption is limited to a few hours, during which its appearance changes and it is usually discarded. This research aims to extend its useful life, maintaining the physicochemical and organoleptic characteristics, so that the product remains palatable to the consumer. With this objective, the incidence of the state of maturity, preservatives and packaging with modified atmospheres on avocado paste (Persea Americana Mill. strong variety) was evaluated by analyzing its physicochemical characteristics (pH, soluble solids, acidity percentage and index of peroxides), functional (antioxidant capacity and phytosterol content) and microbiological over three weeks, after which the best treatment was selected for an organoleptic evaluation with an untrained panel, using fresh avocado paste as a control.

Treatment 1, which included ascorbic acid and was packaged with 90% N₂ and 10% CO₂, was the one that maintained similar characteristics to the fresh product. The differences in the sensory analysis were not significant. The result of the peroxide index showed that after three weeks the product begins to oxidize. The antioxidant capacity, with a figure of 41.50 μmol Trolox/g, increased with respect to what was obtained for the raw material due to the use of ascorbic acid as a natural antioxidant. Finally, the amount of phytosterols in the treatment was approximately 0.1247 g, somewhat higher than that of the raw material (≈ 0.1137 g). The study showed that, under certain conditions, packaged avocado paste can be preserved for three weeks.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	12
Problema.....	12
Justificación.....	13
Objetivo	14
Hipótesis	14
CAPÍTULO I.....	15
MARCO TEÓRICO.....	15
1.1 Aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.)	15
1.2 Producción de Aguacate en el Ecuador	22
1.3 Industrialización del Aguacate	22
1.4 Conservación de la Pasta de Aguacate	23
CAPÍTULO II	27
MATERIALES Y MÉTODOS	27
2.1 Caracterización del Área de Estudio.....	27
2.2 Materiales y Equipos	27
2.3 Metodología.....	29
2.4 Manejo Específico del Experimento.....	41
CAPÍTULO III	44
RESULTADOS Y DISCUSIONES	44
3.1. Caracterización de la Materia Prima Mediante Análisis Físicoquímicos y Funcionales	44
3.2 Determinación de la Vida Útil de la Pasta de Aguacate Elaborada con Distintos Tipos de Conservantes y Envasada en Diferentes Condiciones a Través de Análisis Microbiológicos y Físicoquímicos	48
3.3 Evaluación de las Características Organolépticas, Índice de Peróxido, Capacidad Antioxidante, Cantidad de Fitoesteroles y Color de los Mejores Tratamientos	54
CAPÍTULO IV	61

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	61
4.1 Conclusiones.....	61
4.2 Recomendaciones.....	61
Bibliografía.....	62
Anexos.....	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	16
Tabla 2.....	221
Tabla 3.....	28
Tabla 4.....	21
Tabla 5.....	33
Tabla 6.....	34
Tabla 7.....	16
Tabla 8.....	35
Tabla 9.....	36
Tabla 10.....	37
Tabla 11.....	39
Tabla 12.....	39
Tabla 13.....	46
Tabla 14.....	48
Tabla 15.....	59
Tabla 16.....	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.....	32
Figura 2.....	41
Figura 3.....	44
Figura 4.....	44
Figura 5.....	44

Figura 6.	44
Figura 7	47
Figura 8	47
Figura 9	49
Figura 10	50
Figura 11	50
Figura 12	51
Figura 13	52
Figura 14	52
Figura 15	44
Figura 16	4754
Figura 17	55
Figura 18	55
Figura 19	56
Figura 20	58
Figura 21	58
Figura 22	59

INTRODUCCIÓN

Problema

Los aguacates, al ponerse en tendencia en estos últimos años, han sido utilizados en platos populares alrededor del mundo, los cuales son preparados y consumidos al instante. El procesamiento de este fruto se ve limitado por el oscurecimiento enzimático que se produce debido a la presencia de la enzima polifenoloxidasas, explica Espinoza et al (2017). El desgaste del aguacate no solamente causa cambios físicos (color, aroma, sabor) si no también fisiológicos, perdiendo vitaminas, volumen y deteriorándose su tejido; por esto tiene una corta vida útil.

Se sabe que existen varias causas que producen el deterioro del aguacate, estas pueden ser físicas, químicas, microbiológicas y una de las principales es el mal manejo postcosecha, tanto por los productores como por los comerciantes, lo que lleva a un problema muy grande que es el desperdicio de este fruto. Según Lazzaris (2021), en Kenia, país productor en África, en el 2017 se desperdiciaron entre 30000 a 40000 toneladas de aguacates de 81 000 producidas debido a la manipulación previa y posterior a la cosecha. En México, mayor productor de aguacate en el mundo, en el 2018 hubo un desperdicio del 39.8% del total producido, lo que equivale aproximadamente a unas 312 812 toneladas, nos dice Álvarez (2020).

Un estudio realizado en Imbabura por Herrera A. (2017), nos indica que los productores en la provincia presentan un desperdicio de aguacate de hasta el 20% de su producción, esto debido a la mala recolección del fruto, mal almacenamiento y transporte, dando origen a que el producto llegue a un estado de madurez donde se pierde su valor comercial. La insuficiente aplicación de tecnologías que favorezcan al mejoramiento de la producción y el desconocimiento del mercado potencial son factores que a los productores no les permite alcanzar la rentabilidad que ellos esperan.

Justificación

El aguacate es una fruta muy codiciada en el mundo, fuente de energía y nutrientes, contiene vitaminas K, C, B5, B6 y E, además de un alto contenido en aceites, proteínas y minerales beneficiando a los sistemas nervioso, muscular e inmunológico. La provincia de Imbabura goza de un clima y suelo ideal para que exista producción de aguacate, especialmente de la variedad Fuerte (*Persea americana* Mill.), esta debe ser expandida en el mercado local debido a su corta vida útil. Pero afortunadamente, es la más demandada en el país por consumidores debido a sus características organolépticas. De igual manera, la textura suave de su pulpa hace que el aguacate Fuerte sea el indicado en la preparación de comidas gourmet y platillos típicos mexicanos que tienen una alta aceptación en Ecuador.

Una de las recetas más preparadas a nivel mundial y que en estos últimos años ha tenido bastante auge es el guacamole, una salsa que tiene distintas maneras de elaboración, pero en esencia lleva aguacate molido, limón y sal, y puede acompañarse con un sinnúmero de platillos. Sin embargo, debido a las características fisicoquímicas del aguacate, la vida útil de esta salsa no es duradera y también depende del tipo de preparación, la manera en que se guarda y conserva.

Debido a que el aguacate es un fruto muy perecedero y se limita a ser consumido en fresco, para su industrialización se deben buscar distintas alternativas de conservación, por lo que en el presente proyecto se busca alargar la vida útil del guacamole mediante la aplicación de distintos conservantes y diferentes tipos de empaque, además que se utilizará la variedad de aguacate Fuerte (*Persea americana* Mill.) en dos estados de maduración persiguiendo de esta manera una solución al desperdicio de aguacate que se da por causa de esta.

Objetivo

Objetivo General

Evaluar la influencia del índice de madurez, tipo de conservante y modo de envasado sobre la vida útil de la pasta de aguacate.

Objetivos Específicos

Caracterizar la materia prima mediante los análisis de acidez, grado de madurez, pH, capacidad antioxidante y cualidades organolépticas.

Determinar la vida útil de la pasta de aguacate elaborada con distintos tipos de conservantes y envasada en diferentes condiciones través de análisis fisicoquímicos y microbiológicos.

Evaluar las características organolépticas, índice de peróxido, capacidad antioxidante, cantidad de fitoesteroles y color de los mejores tratamientos.

Hipótesis

Alternativa

El grado de madurez, tipo de conservante y modo de envasado inciden en el tiempo de vida útil y propiedades funcionales de la pasta de aguacate.

Nula

El grado de madurez, tipo de conservante y modo de envasado no inciden en el tiempo de vida útil y propiedades funcionales de la pasta de aguacate.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Aguacate (*Persea americana* Mill.)

1.1.1 Generalidades

Aguacate, palabra proveniente del náhuatl (lengua azteca), es un fruto originario de Mesoamérica y varía su nombre dependiendo de la región donde es cultivado, así en algunos lugares se lo llama palta, avocado, abacate o cura (Cabrera, 2021). Esta fruta de sabor exquisito y consistencia suave y cremosa se puede adaptar a cualquier clima, aunque se originó en zonas tropicales. Desde su centro de origen, el aguacate se extiende por México hasta América del Norte y llega al sureste de Estados Unidos; Antillas en Centroamérica y la mayor parte de Sudamérica: Colombia, Venezuela, Guyana, Brasil, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile. La composición genética del aguacate determina la formación de tres grupos: mexicano, guatemalteco y antillano, que se desarrollaron en el curso de la evolución en diferentes condiciones de suelo y clima (Agrodiario, 2020).

Ha existido una fuerte duda en si el aguacate es una fruta o verdura, debido al aspecto y sabor que tiene se suele asociar a que es una verdura y en general los usos que se le dan como en ensaladas, salsas. Sin embargo, las frutas vienen de la flor de una planta tal como lo hace el aguacate. Partiendo de esto al aguacate se lo define como una fruta climatérica, quiere decir que va a seguir su proceso de maduración aun después de haber sido cosechado. Cuando el fruto es cortado se puede ver como alcanza pronto la senescencia debido a que la respiración va acompañada de un aumento similar de los niveles de etileno, que regulan y sincronizan el proceso de maduración, como ocurre en las manzanas, los plátanos y los tomates. Los frutos climatéricos se deterioran significativamente durante el manejo postcosecha (InfoAgrónomo, 2020).

1.1.2 Taxonomía

A partir de las tres razas de aguacates se han creado los híbridos de los cuales se originaron variedades y cultivares adaptados a diferentes alturas y microclimas haciendo posible la producción de fruta durante todo el año (Ecos del Bosque, 2020). La *Persea americana* Mill. pertenece a la familia Laurácea, en esta familia se incluyen alrededor de 3000 especies principalmente arbóreas de regiones tropicales y subtropicales, incluyendo algunas de importancia alimenticia como la canela y el laurel (SINAVIMO, 2019) sin embargo, el aguacate tiene más importancia comercial. Se puede revisar la taxonomía completa en la Tabla 1.

Tabla 1

Taxonomía de la Persea americana Mill.

Taxón	Nombre
Dominio	Eukaryota
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Lurales
Familia	<i>Lauraceae</i>
Género	<i>Persea</i>
Especie	<i>Persea americana</i> Mill.

Nota: Tomado de Darwin Foundation (2017)

1.1.3 Morfología del Aguacate

Las características morfológicas del aguacate que se enlistan a continuación han sido evaluadas en árboles de la subespecie *Persea*, debido a que de ellos nacen las variedades de aguacates comerciales que generalmente son híbridos de las razas guatemaltecas, antillanas y mexicanas.

- **Raíz.** – Bastante superficial. El rizoma es corto y débil. Tiene un patrón de crecimiento horizontal (López, García, & Martínez, 2019)
- **Tallo.** – Rugoso y vigoroso, con ramas densas y una distribución ramificada en forma de V (Agrotendencia, 2018)
- **Hojas.** – Dispuestos alternativamente, peciolados, muy brillantes. Forma ovalada alargada y con nervadura pinnadas.
- **Flores.** – Puede ser bisexual o unisexual. Se produce el fenómeno llamado “asincrónica de la polinización”, es decir, los órganos femeninos y masculinos son funcionales en diferentes tiempos evitando la autofecundación. Esta característica de las flores del aguacate es muy importante en las plantaciones, porque es muy conveniente mezclar variedades adaptadas a la misma altura con el mismo tiempo de floración para obtener el rendimiento deseado.
- **Frutos.** – La baya blanda tiene forma ovalada y una superficie lisa o rugosa, dependiendo de la variedad de aguacate también puede ser de color verde claro, verde o violeta oscuros.

1.1.4 Razas de Aguacate

Se llaman razas porque no son lo suficientemente distintas entre sí para considerarse especies, pero sí subespecies. Cada variedad tiene un patrón de distribución distinto (INTAGRI, 2018).

- **Raza mexicana.** – Proviene del altiplano mexicano y está adaptado a zonas terrestres por encima de los 2000 metros sobre el nivel del mar. Son muy resistentes al frío y pueden soportar temperaturas de hasta 0 °C. Son frutos pequeños de piel fina, tersa y suave. Su pulpa tiene un alto contenido en grasas.
- **Raza guatemalteca.** – Crece en áreas con un clima cálido y húmedo, pero también se encuentra en bosques nubosos de montaña subtropicales y es moderadamente resistente al frío. Se encuentra entre 1000 y 2000 metros sobre el nivel del mar. Los frutos son más grandes, la cáscara es gruesa, leñosa, frágil y rugosa. La pulpa tiene un alto contenido en grasa.
- **Raza antillana.** – Es originaria de las tierras altas de América Central y del Sur y se adapta mejor a las tierras bajas por debajo de los 1000 metros sobre el nivel del mar. Tiene hojas grandes, de color verde claro y opacas. Los frutos son más grandes, pero con menos contenido graso.

1.1.5 Persea americana Mill. var. Fuerte

Un híbrido natural mexicano-guatemalteco con floración tipo B, muy sabroso, se cultiva a finales de otoño hasta la primavera, es un aguacate de alta calidad (Gutierrez, 2017). Tiene forma de pera, su cuello puede ser largo y estrecho o corto y ensanchado. Su piel es suave de color verde tanto en época de cosecha como en la de consumo, sin embargo, lo que las diferencia es el brillo, cuanto más opaca se vea su tonalidad significa que está en su madurez de consumo (INIAP, 2013). El aguacate Fuerte tiene menos grasa y contiene más aceite que otros aguacates, aproximadamente entre el 23 % y el 27 % (Rosben, 2021).

El consumo de esta variedad de aguacate en el país rodea los 17 millones de kg/año, por lo que Imbabura, estaría cubriendo el 65 % de la demanda nacional con sus 11 millones de kg/año de producción. La demanda local es de aproximadamente 400 mil kg/año y existe

una demanda del 2 % en la provincia del Carchi para exportación hacia Colombia; la producción restante se distribuye hacia otros mercados nacionales (Herrera, 2017).

1.1.6 Cosecha y Manejo Postcosecha del Aguacate

La recolección de los aguacates se la hace de manera manual, cortando con una tijera bien afilada uno por uno los aguacates, dejando una parte del pedúnculo evitando así acelerar el proceso de maduración, en caso de que los frutos no se encuentren al alcance, se usan unas varas especiales. Es importante conocer el índice de madurez o rendimiento porque es el parámetro más importante para determinar el momento de cosecha y asegurar la longevidad del fruto después de la cosecha y durante la comercialización. Hay que saber diferenciar los términos madurez fisiológica y madurez comercial. La madurez fisiológica se refiere a la etapa del desarrollo del fruto en la que se ha producido el máximo crecimiento y las semillas son viables, mientras que la madurez comercial o de consumo está directamente relacionada con las necesidades de un mercado específico y las características sensoriales típicas de cada producto (Sandoval et al, 2020). Es transcendental que la cosecha del aguacate se haga en el momento correcto, debido a que si se lo arranca del árbol prematuramente su contenido nutricional será muy bajo y en el caso de dejar pasar el tiempo de cosecha el aguacate madurará de manera no uniforme y su sabor no será apetecido, por este motivo es importante que el agricultor maneje algunos criterios para conocer el índice de madurez.

Se debe tener bastante cuidado con el manejo del aguacate durante el traslado de la finca hacia el mercado meta, ya que si recibe daños mecánicos cuando este llegue a su madurez de consumo se verán reflejados en su aspecto físico haciendo que los consumidores desprecien el producto, porque nadie quiere algo que está manchado, con magulladuras, o simplemente visualmente no se vea bien. Además, los daños mecánicos también pueden producir enfermedades fungosas al aguacate, debido a que cuando el exocarpio sufre daños es más susceptible a que microorganismos patógenos ingresen al fruto. Por esta razón es que en

la postcosecha se debe controlar cuidadosamente las condiciones de almacenamiento (Herrera et al, 2020).

1.1.7 Oxidación del Aguacate

Una vez cosechado el aguacate puede durar de tres a cuatro semanas en condiciones de humedad y temperatura adecuadas (González et al, 2017). Una vez que haya llegado a su maduración de consumo y se proceda a cortar, será solo cuestión de minutos para ver como el mesocarpio va oscureciéndose, este evento suelen asociarlo a la oxidación de los lípidos del aguacate, sin embargo, esto no es correcto. El pardeamiento del aguacate es causado por la gran cantidad de enzimas degradantes que contiene, como la lipasa, lipoxigenasa, polifenol oxidasa y metilpectinasa. Cuando se tritura un aguacate se liberan enzimas que actúan sobre la grasa y otros componentes de la fruta. La lipasa descompone la grasa, provocando rancidez, y la polifenoloxidasa oxida los compuestos fenólicos del tejido, provocando que se condensen en polímeros oscuros o grises (España Patente nº ES2318120T3, 2009)

1.1.8 Valor Nutricional del Aguacate

El aguacate es una fruta de excelentes beneficios para el organismo, que proporciona una cantidad óptima de grasa monoinsaturada. Rico en vitaminas (A, B, C, D, E y K) y Omega 3, favoreciendo al cuidado del corazón. Al contener ácido fólico, se recomienda el consumo del aguacate durante el embarazo para evitar malformaciones en el feto. El potasio ayudará a controlar la presión arterial, la fibra a normalizar el nivel de azúcar en la sangre, el Beta-sitosterol a disminuir el colesterol, entre otros beneficios que aportará el consumo de aguacate. En la Tabla 2 se detallará el valor nutricional.

Tabla 2*Valor Nutricional del Aguacate por Cada 100g de Porción Comestible*

Nutriente	Valor
Energía (kcal)	141
Proteínas (g)	1.5
Hidratos de carbono (g)	5.9
Grasas (g)	12
Ácidos grasos saturados (g)	1.4
Ácidos grasos monoinsaturados (g)	9
Ácidos grasos poliinsaturados (g)	1
Fibra (g)	1.8
Agua (g)	78.8
Vitamina B3 (mg)	1.7
Vitamina B9 (folatos) (µg)	11
Vitamina C (mg)	17
Vitamina A (Eq. Retinol) (µg)	25
Vitamina E (Eq. Tocoferol) (mg)	3.2
Calcio (mg)	16
Fósforo (mg)	28
Yodo (mg)	2
Magnesio (mg)	41

Nota: Tomado de Fundación Española de la Nutrición (2011)

1.2 Producción de Aguacate en el Ecuador

El cultivo de aguacate ha demostrado ser una buena alternativa de producción y exportación para el país, con mercados potenciales en Estados Unidos y países cercanos como Chile y Colombia. A diferencia de otros países, Ecuador puede producir aguacates durante todo el año con un pico de producción y cosecha distinto de febrero a marzo y de agosto a septiembre, mientras que otras zonas producen aguacates sólo de 4 a 5 meses al año.

El cultivo de aguacate se concentra en la Sierra norte, especialmente en Carchi, Imbabura y Pichincha. También se desarrollan en Santa Elena, Los Ríos, Guayas, Tungurahua, Manabí, Esmeraldas, Morona Santiago, Santo Domingo de los Tsáchilas, Azuay, El Oro, Sucumbíos, Chimborazo y Pastaza. Las variedades guatemaltecas están dominadas por la variedad fuerte, que es la más cultivada y consumida en el país, aunque en los últimos años se ha introducido la variedad Hass (Escobar, 2022).

1.3 Industrialización del Aguacate

El aguacate presenta una gran cantidad de usos como productos industrializados, teniendo en cuenta que actualmente los que más se comercializan para consumo alimenticio en supermercados son:

- Rodajas de aguacate congeladas, este producto se vende principalmente en forma orgánica congelada y los consumidores confían en su calidad.

- Pulpa HPP, una tecnología comercialmente viable ya que permite pasteurizar el aguacate, demostrando que el producto puede estar libre de aditivos (Pulgar, 2019).
- La pulpa sirve como base para pastas de untar, ya sea fresca, refrigerada o congelada, en mitades o en cubos congelados.
- El puré de aguacate congelado tiene el mayor rendimiento y se utiliza como base para productos para untar, como bocadillos, papas fritas y galletas.

1.4 Conservación de la Pasta de Aguacate

El aguacate es un producto altamente perecedero y los patrones de consumo se limitan a la comercialización en fresco. Por tanto, hay que buscar alternativas a su industrialización (Reyes, 2013), usando de esta manera conservantes, aditivos, diferentes empaques y almacenamiento del producto final. El proceso de elaboración de la pasta de aguacate se realiza con aguacates frescos utilizando diferentes aditivos químicos y naturales para aumentar su vida útil. Los aditivos más utilizados son: antioxidantes con efecto lipídico y/o enzimático (eritorbato de sodio, butilhidroxitolueno, dióxido de azufre, ácido ascórbico, ácido cítrico y α tocoferol), conservantes (benzoato de sodio y sorbato de potasio), y especias como el ajo y la cebolla, que se han asociado con propiedades antipardecimiento. Debido a que los productos comestibles poseen una alta actividad respiratoria, es preciso controlar su atmósfera para que logren conservar su calidad y su estado.

1.4.1 Métodos de Conservación de la Pasta de Aguacate

Muchos métodos han sido usados en la inhibición de la actividad de PFO de frutas y vegetales: exclusión de oxígeno, adición de químicos, ajuste de pH, refrigeración y tratamiento térmico (Toro, Ávila, & Luz, 2014):

- **Regularización del pH.** – El ajuste de pH con ácido cítrico (jugo de limón el más común), ácido málico o fumárico a pH 4 o menos, se puede usar para el control del pardeamiento, tajadas de frutas, palta, guacamole, etc., tanto como la acidez pueda ser tolerada por el gusto.
- **Congelación.** – Una temperatura de congelación de alrededor de -18 °C ralentiza la actividad enzimática y el desarrollo microbiano. Sin embargo, se ha observado que en muchos casos no es muy conveniente utilizar temperaturas tan bajas, debido a que la emulsión se vuelve inestable durante el proceso de descongelación, y con ello cambia la textura del producto.
- **Atmósferas modificadas.** – El aire libre en el recipiente se reemplaza por gas. Se ha demostrado que el nitrógeno es eficaz, especialmente cuando el producto se almacena a temperaturas bajo cero.
- **Tratamiento térmico.** – Covarrubias (1984), concluye que el tratamiento térmico puede inhibir el oscurecimiento de la pulpa del aguacate Hass, pero no debe ser demasiado severo ya que puede causar amargor y decoloración. Se recomienda la pasteurización en un corto tiempo a 75 °C.
- **Uso de aditivos.** – Una mezcla de conservantes como ácido cítrico, ácido ascórbico y vitamina E combinada con un tratamiento de temperatura puede controlar eficazmente la oxidación de la pulpa y los cambios sensoriales, físicos y químicos del producto durante la conservación.
- **Liofilización.** – Con diferencia, su mayor inconveniente es su elevado coste. El uso de este método para procesar a bajas temperaturas y contenido de humedad residual reduce el potencial de rancidez, degradación de la clorofila y crecimiento microbiano, lo que permite almacenarlo a temperatura ambiente.

- **Deshidratación osmótica.** – Se puede reducir el pardeamiento del aguacate (*Persea americana* var. Hass) por medio de la DO, con una solución de maltodextrina (50 %), NaCl (10 %), ácido cítrico (1.5 %) y ácido ascórbico (1.5 %), a 7.5 °C y presión de 850 mBar, durante 4 h de proceso. La textura, acidez, actividad acuosa, humedad, acidez y sólidos solubles del aguacate Hass, se ven favorecidas con la DO bajo las condiciones del estudio (Zapata, 2016)

1.4.2 Ácido Ascórbico

También conocida como vitamina C, es una vitamina importante y un antioxidante soluble en agua. Transcendental para la síntesis de colágeno, lípidos, proteínas, noradrenalina, serotonina, L-carnitina y el metabolismo de tirosina, histamina y fenilalanina. Promueve la absorción de hierro en el tracto digestivo y regula su distribución y almacenamiento. (Serra & Cafaro, 2007) La Norma oficial mexicana “NOM-131-SSA1-1995” indica que se permite el uso de ácido ascórbico y sus sales de sodio y potasio en 0.5 g/kg para productos que tienen como objetivo personas lactantes e infantes. Coello (2015) propone el uso de este antioxidante en un 0.15 %, obteniendo buenos resultados contra la oxidación del aguacate.

1.4.3 Butilhidroxitolueno

Es un antioxidante sintético utilizado en productos farmacéuticos y cosméticos, especialmente en aceites y grasas, para prevenir y retrasar el enranciamiento de dichos productos y reducir la pérdida de actividad de las vitaminas liposolubles. Normalmente se utilizan dosis de 0.01 – 0.03 % como antioxidante. Aceites esenciales y fragancias utilizados en dosis de hasta el 0.5 % (Acofarma, 2018). Según el Codex Alimentarius “CODEX – STAN 192-1995”, para aceites vegetales y grasas la dosis máxima es de 200 mg/kg cuando se mezcla con TBHQ. BHT o Galatos la dosis máxima es de 100 mg/ kg. Esta sustancia no es mutagénica, pero al igual que el BHA puede revertir los efectos de ciertos carcinógenos.

1. 4. 4 Envases Flexibles Retortables

El procesamiento de alimentos envasados en bolsas retortables es una tecnología que puede conservar los alimentos durante mucho tiempo. Similar al enlatado, el proceso implica esterilizar el producto con calor (Gallo, 2016) Las bolsas esterilizables son una combinación de aluminio y plástico que aportan importantes ventajas en la conservación de alimentos. La siguiente descripción se basa en la composición de cuatro láminas desde el interior hacia el exterior del recipiente:

- Polipropileno. – El material es un buen conductor del calor, flexible, duradero y compatible con los alimentos, lo que significa que no provoca reacciones secundarias.
- Lámina de aluminio. – Una excelente barrera bloqueadora de luz, antiolor y antimicrobiana puede prolongar la vida útil de los alimentos.
- Nylon. – Brinda abrasión y resistencia.
- Poliéster. – Resiste a altas temperaturas, dureza y facilidad de impresión.

Juntos, estos materiales proporcionan mayor resistencia a la tracción e impermeabilidad al gas y al vapor de agua. (Viver, 2011).

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Caracterización del Área de Estudio

El aguacate se obtuvo de una finca ubicada en la parroquia de Chaltura, perteneciente al cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. La altura de Chaltura varía de 1880 a 2240 m.s.n.m. La temperatura promedio depende de la altitud, pero oscila entre 7.5 °C y una máxima de 22 °C; la precipitación es de 714.4 mm y la precipitación máxima en 24 horas es de 36.2 mm; la humedad relativa promedio es del 75 % (GAD Chaltura, 2020).

El proceso de elaboración de la pasta de aguacate, los análisis fisicoquímicos, microbiológicos se realizaron en el Laboratorio de Análisis Fisicoquímico y Microbiológico, campus San Vicente, mientras que el empacado con atmósfera modificada se lo efectuó en el Laboratorio de Análisis Experimental e Innovación, campus El Olivo. En cuanto a los análisis de capacidad antioxidante, se realizaron en los laboratorios de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP. Y el análisis de contenido lipídico se realizó en la ciudad de Quito, en el laboratorio Assaylab.

2.2 Materiales y Equipos

Para el desarrollo del presente estudio y el cumplimiento de los objetivos propuestos, se utilizó el aguacate (*Persea americana* Mill.) en su variedad “fuerte” como materia prima, así también algunos materiales que se encuentran detallados en la Tabla 3.

Tabla 3

Materiales, equipos y reactivos usados en el desarrollo de la investigación

Materiales	Equipos	Reactivos
Cuchillos	Estufa (105 °C)	Butilhidroxitolueno (BHT)
Cucharas	Incubadora (37 – 40 °C, ± 1 °C)	Ácido ascórbico (C ₆ H ₈ O ₆)
Recipientes plásticos	Balanza analítica (± 0.1 mg)	Hidróxido de sodio (NaOH) N= 0.08126
Tollas absorbentes de cocina	Balanza gramera (± 0.1 g)	Fenolftaleína (C ₂₀ H ₁₄ O ₄)
Papel aluminio	Cámara de flujo laminar	Tartrato ácido de potasio (K ₂ C ₄ H ₄ O ₆)
Envases flexibles retortables (200 g)	Refrigerador (5 °C, ± 1 °C)	Tiosulfato de sodio (Na ₂ S ₂ O ₃ ·5H ₂ O)
Espátulas	Autoclave (121 °C, 1 atm)	Yoduro de potasio (KI)
Vasos de precipitación (50 ml y 100 ml)	Potenciómetro (± 0.1 pH)	Almidón soluble
Pipetas (10 ml)	Refractómetro	Agua destilada
Bureta (50 ml)	Equipo de atmósferas modificadas	Agua bidestilada
Soporte		
Agitadores		
Pisetas (500 ml)		
Pera de succión		
Charm Peel Plate AC		
Charm Peel Plate YM		

2.3 Metodología

En este apartado se explican los análisis y métodos que se realizaron para el cumplimiento de cada objetivo.

2.3.1 Caracterización de la Materia Prima Mediante Análisis Físicoquímicos y Funcionales

Para desarrollar este objetivo se realizó la recolección y selección del aguacate, y se clasificó según el estado de madurez. Se hizo pruebas de pH, materia seca, acidez titulable, sólidos solubles totales, color y capacidad antioxidante, con el fin de caracterizar la materia prima antes de ser procesada en pasta de aguacate (NTE INEN 1 755:2009). Los métodos que se usaron para cada análisis se encuentran en la Tabla 4.

Tabla 4

Análisis y métodos para la caracterización de la materia prima

Análisis	Método	Lugar a realizarse
Acidez titulable	NTE INEN ISO 750:2013-09	Laboratorios de Análisis Físicoquímico y Microbiológico de la
Materia seca	AOAC 930.15	Universidad Técnica del Norte, campus San Vicente
pH	NTE INEN 389	
Sólidos Solubles	NTE INEN 380	
Color	Carta de color Pantone Coated	
Capacidad antioxidante	ABTS	Estación Experimental Santa Catalina del INIAP en Cutuglahua, Tambillo

A continuación, se detalla el procedimiento que se realizó en cada análisis:

- **Determinación de la Acidez Titulable**

El método volumétrico se realizó según el instructivo de la norma NTE INEN – ISO 750:2013 para la determinación de la acidez titulable en productos vegetales y frutícolas, titulación con solución estándar de hidróxido de sodio en presencia de fenolftaleína como titulante indicador, se ingresó el valor obtenido de la titulación en la ecuación 1 y se consiguió el resultado final.

$$AT = \frac{V_{NaOH} * N * meq * VT}{PM * VA} \quad (1)$$

Donde:

AT = acidez titulable

V_{NaOH} = volumen de NaOH consumido en la titulación (ml)

N = normalidad del NaOH

meq = miliequivalentes de ácido tartárico (0.075)

VT = volumen de aforo (ml)

PM = peso de la muestra (g)

VA = volumen de la alícuota (ml)

- **Determinación de la Materia Seca**

Se utilizó la norma AOAC 930.15, 2000 como guía para la determinación de la humedad; se pesó 20 g de la muestra y se colocó sobre papel de aluminio y se dejó en la

estufa a 105 ± 2 °C durante 3 horas. Luego se enfrió en un desecador y se pesó (Ver anexo 1). Finalmente se ingresaron los datos en la ecuación 2 para obtener el resultado final.

$$MS = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} * 100 \quad (2)$$

- **Determinación del pH**

Se determinó el pH de la pulpa de aguacate en base a la norma NTE INEN 389, que define el método potenciométrico para determinar la concentración de iones de hidrógeno en vegetales encurtidos. Se pesó 20 g de muestra en un vaso de precipitado, se añadió 150 ml de agua destilada, se dejó reposar durante aproximadamente 15 minutos y se midió el pH con un potenciómetro precalibrado. (Ver anexo 2).

- **Determinación de los Sólidos Solubles**

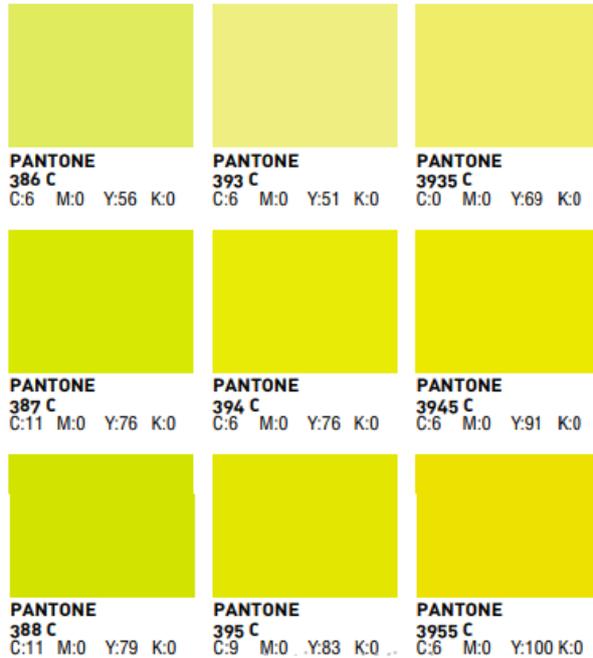
De acuerdo con la norma NTE INEN 380 que establece el método para determinar el contenido de sólidos solubles en conservas vegetales, mediante lectura refractométrica, se pesó 20 g de la muestra que se prensaron a través de una gasa o toalla absorbente. Se rechazó las primeras gotas del líquido y el resto se colocó en el refractómetro.

- **Determinación del Color**

Se ejecutó un análisis de color del mesocarpio del fruto utilizando una carta Pantone, la cual se observa en la figura 1. Se fueron analizando los aguacates elegidos al azar y comparándolos con la carta.

Figura 1

Carta Pantone



Fragmento de la paleta Pantone Coated. Tomado de: MSG Impresores

- **Determinación de la Capacidad Antioxidante**

Se efectuó por el método ABTS en las instalaciones de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP.

2.3.2 Determinación de la Vida Útil de la Pasta de Aguacate Elaborada con Distintos Conservantes y Envasada en Diferentes Condiciones a Través de Análisis Microbiológicos y Físicoquímicos

Para la realización de este objetivo es importante tener en cuenta los siguientes puntos:

- **Factores de estudio**

En el desarrollo de la presente investigación se tomó en cuenta tres factores que son: el estado de madurez del aguacate con el que se preparó la pasta, el tipo de conservante que

influyó en la vida útil y el modo de envasado que ayudó en la conservación del producto.

Cada uno de estos factores tuvo dos variables, las cuales se detallan en la Tabla 5.

Tabla 5

Factores de estudio variables

Parámetro	Nomenclatura	Variable	Valores
Estado de Madurez	M1		
	M2		
Conservante	C1	Ácido Ascórbico	0.15 %
	C2	BHT	0.02 %
Modo de envasado	E1	Atmósfera modificada	N ₂ : 90 %
			CO ₂ : 10 %
	E2		N ₂ : 92 %
			CO ₂ : 8 %

En la Tabla 6 se observan los parámetros que se mantuvieron constantes durante la elaboración de la pasta de aguacate, ya que de acuerdo con León (2019), las condiciones óptimas de conservación del aguacate fuerte son a 5 °C y para evitar el pardeamiento, es necesario contar con envases que eviten la presencia de luz.

Tabla 6*Factores de estudio constantes*

Factores	Descripción
Temperatura de almacenamiento	5 °C
Material de empaque	Envases flexibles retortables
Variedad del aguacate	Fuerte

- **Tratamientos**

Al existir tres factores con dos variables cada uno, se obtuvo un total de ocho combinaciones, que se detallan en la Tabla 7. Adicional también se prepararon los tratamientos testigo, como se observa en la Tabla 8, que permitieron comparar datos, estos se realizaron solo con el conservante mas no se usaron atmósferas modificadas.

Tabla 7*Tratamientos y Combinaciones*

Madurez	Conservante	Modo de envasado	Tratamientos	Combinaciones
M1	C1	E1	T1	M1C1E1
		E2	T2	M1C1E2
	C2	E1	T3	M1C2E1

		E2	T4	M1C2E2
M2	C1	E1	T5	M2C1E1
		E2	T6	M2C1E2
	C2	E1	T7	M2C2E1
		E2	T8	M2C2E2

Tabla 8

Tratamientos testigo

Madurez	Conservante	Tratamiento	Combinaciones
M1	C1	Testigo 1	M1C1
	C2	Testigo 2	M1C2
M2	C1	Testigo 3	M2C1
	C2	Testigo 4	M2C2

- **Características del experimento**

En esta investigación se trabajó con ocho tratamientos y cuatro testigos con tres repeticiones por cada uno. Teniendo en total de 36 unidades experimentales.

- **Unidades experimentales**

Se usó envases flexibles retortables para empacar el producto (NTE INEN 2883), cada unidad experimental contuvo 150 g de pasta de aguacate.

- **Variables evaluadas**

Se evaluó las características microbiológicas cada martes, empezando una semana después de haber realizado los tratamientos. Y también se valoró las características fisicoquímicas (NTE INEN 1 755:2009) al mejor tratamiento. En la tabla 9 se detallan los análisis realizados.

Tabla 9

Análisis fisicoquímicos y microbiológicos

Características	Variables	Lugar donde se realizó
Fisicoquímicas	Acidez titulable	Laboratorio de Análisis
	pH	Fisicoquímico y
	Sólidos solubles	Microbiológico, campus San
Microbiológicas	Mohos y Levaduras	Vicente
	Mesófilos totales	

- **Diseño Experimental y Análisis Estadístico**

Para el análisis estadístico de las características fisicoquímicas se utilizó un Diseño completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial (AxBxC) y tres repeticiones. Se realizó

los supuestos del análisis t Student (Ver tabla 10) y al no detectar diferencias significativas entre el mejor tratamiento y el testigo, no fue necesario utilizar la prueba Tukey al 5 %.

Tabla 10

Análisis estadístico t Student

Fuentes Variación	Grados de libertad
Total	6
Tratamientos	3
Factor A: Tratamiento 1	3
Factor B: Testigo 1	3
Error	0.05

A continuación, se detallan los procedimientos y las normas que se siguieron para ejecutar los análisis microbiológicos:

- **Determinación de mohos y levaduras**

En base a la norma NTE INEN 1529-10:2013 donde se establecen las condiciones que se deben aplicar para cuantificar el número de unidades propagadoras de mohos y levaduras en un 1 ml de muestra se procedió a hacer la siembra y recuento de microorganismos en la pasta de aguacate. Se pesó 22.5 g de pasta y se disolvió en 150 ml de agua de Peptona estéril, preparada con anterioridad. Se dejó reposar por al menos 20 minutos y con una micropipeta de 1000 µl se tomó la muestra y sembró en la charm peel plate ym. Se etiquetó bien todas las cajas y se dejó incubar a temperatura ambiente por dos días. Después de ese tiempo se realizó el conteo de colonias (Ver anexo 3).

- **Determinación de aerobios totales**

De acuerdo con la norma NTE INEN 1529-5:2006 que establece el método para cuantificar la carga de aerobios en una muestra de alimento destinado a consumo animal o humano, se procedió a la siembra y recuento de microorganismos en la pasta de aguacate. Se pesó 22.5 g de pasta y se disolvió en 150 ml de agua de Peptona, preparada con anterioridad. Se dejó reposar por al menos 20 minutos y con una micropipeta de 1000 µl se tomó la muestra y sembró en la charm peel plate ac para aerobios totales. Se etiquetó cada caja y se dejó incubar por dos días a una temperatura de 36 °C. Después de ese tiempo se realizó el conteo de colonias.

2.3.2 Evaluación de las Características Organolépticas, Índice de Peróxido, Capacidad Antioxidante, Cantidad de Fitoesteroles y Color de los Mejores Tratamientos

El análisis sensorial se realizó en la Universidad Técnica del Norte a un curso de 6to semestre de Agroindustria constituido por 31 personas (Ver anexo 4). Al panel se le entregaron dos muestras codificadas al azar, una de pasta fresca de aguacate y otra del tratamiento. Las dos primeras preguntas se evaluaron en una escala hedónica de 5 puntos (Santiz, 2013), distribuidos de la siguiente manera: (1) Muy débil, (2) Débil, (3) Moderado, (4) Intenso, (5) Muy intenso. También se añadió preguntas de preferencia. Con los resultados de la primera y segunda pregunta se aplicó la prueba t Student para determinar diferencias significativas (Ver tabla 11). Posteriormente se completaron los análisis al Tratamiento 1, los cuales se indican en la tabla 12.

Tabla 11*Análisis estadístico Prueba t Student*

Fuentes Variación	Grados de libertad
Total	10
Tratamientos	2
Factor A: Pasta fresca de aguacate	5
Factor B: Tratamiento 1	5
Error	0.05

Tabla 12*Análisis fisicoquímicos y funcionales*

Análisis	Método	Lugar
Índice de Peróxido	Método yodométrico	Laboratorios de
Color	Carta de color Pantone	Bioquímica de la Universidad Técnica del Norte, sede Hospital Antiguo
Cantidad de fitoesteroles	Extracción Soxhlet	Assaylab, Quito
Capacidad antioxidante	ABTS	Estación Experimental Santa Catalina del INIAP en Cutuglahua, Tambillo

- **Determinación del Índice de Peróxido**

Se realizó mediante Titulación Yodométrica Indirecta, la cual se efectúa en un medio débilmente ácido usando el almidón como indicador. Se diluyó la muestra y calentó para homogenizarla, se pesó 5 g y se colocó en el matraz. Se agregó 30 ml de la solución de ácido acético y cloroformo. Se agregó 0.5 ml de la solución saturada de yoduro de potasio. Después de 1 min de agitación se añadió 30 ml de agua y se tituló con solución 0.1 N de Tiosulfato de sodio. Se adicionó 0.5 ml de la solución indicadora de almidón y se prosiguió con la titulación hasta que el color azul desaparezca completamente.

- **Determinación de la Cantidad de Fitoesteroles**

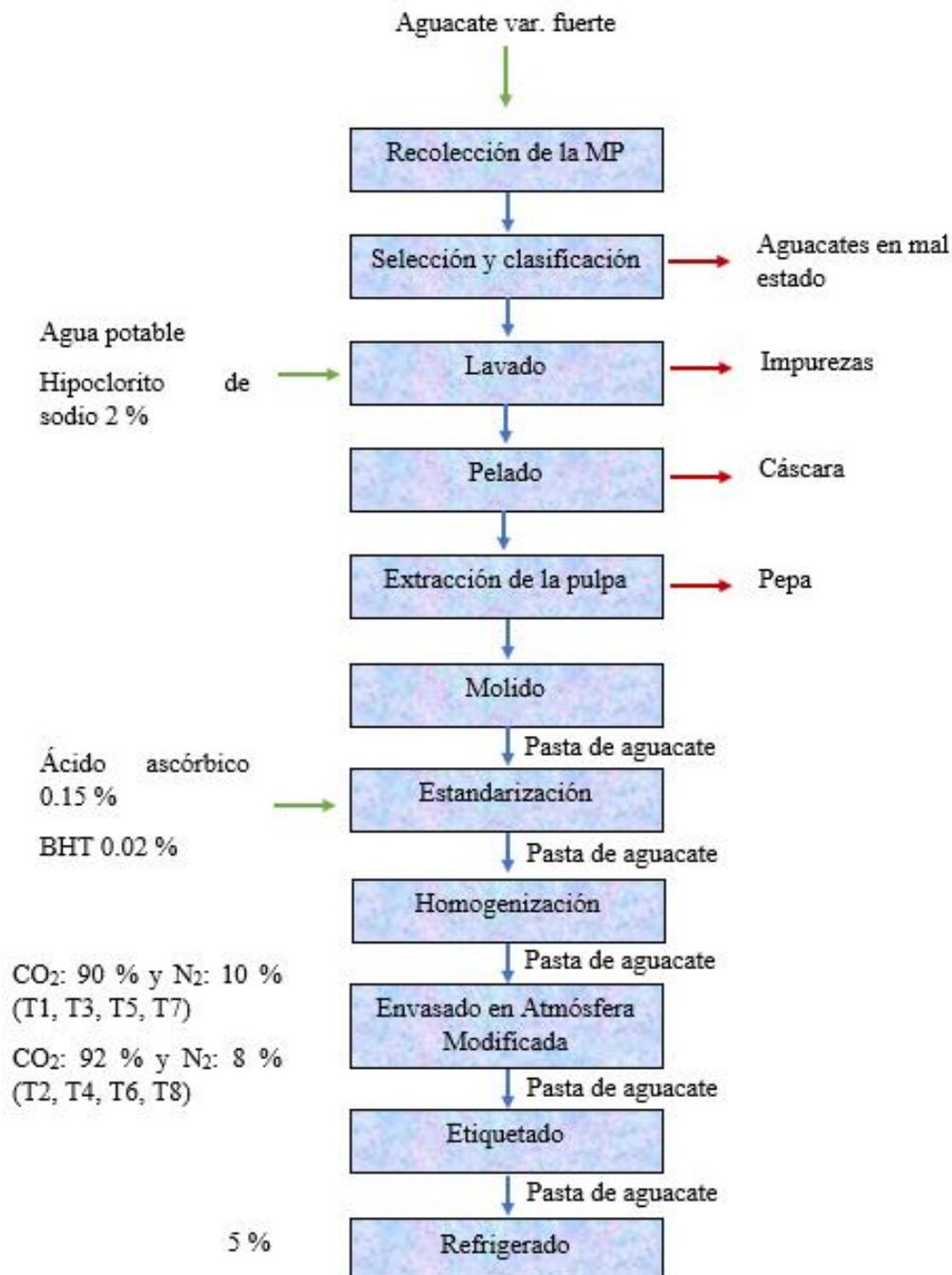
Se realizó la extracción del contenido lipídico del aguacate como materia prima y del tratamiento 1, a través del método Soxhlet. Se hizo una revisión bibliográfica de estudios sobre cuantificación de fitoesteroles en la pulpa del aguacate y mediante extrapolación con los datos conseguidos se obtuvo una aproximación de la cantidad de fitoesteroles que tienen la materia prima y el tratamiento.

2.4 Manejo Específico del Experimento

En la parte experimental de la investigación se llevó a cabo un procedimiento que se detalla en la figura 1.

Figura 2

Diagrama de flujo



2.4.1 Manejo Postcosecha

Se recolectó el aguacate en estado de madurez fisiológica y se guardó en costales. Posteriormente se conservó a temperatura ambiente hasta que estén en su estado de madurez comercial y proceder a realizar la fase experimental.

2.4.2 Descripción del Proceso

- 1.** Recolección de la Materia Prima. – Tras la entrega de los aguacates se procedió a acondicionarlos sin apilarlos.
- 2.** Selección. – Se revisó el lote completo y se descartaron los aguacates que presentaron golpes, magulladuras o estuvieran en mal estado.
- 3.** Clasificación. – Se procedió a realizar análisis de materia seca y acidez titulable, escogiendo al azar 3 aguacates de cada grupo para conocer el índice de madurez.
- 4.** Lavado. – Con una mezcla de agua potable e Hipoclorito de sodio al 2 % se procedió a lavar los aguacates y se dejó secar al ambiente.
- 5.** Pelado. – Una vez que los aguacates estaban secos, con los utensilios previamente lavados y esterilizados, se procedió a cortarlos.
- 6.** Extracción de la pulpa. – Con la ayuda de una cuchara se extrajo la pulpa del aguacate y se la colocó en un recipiente.
- 7.** Molido. – Usando una trituradora de papas se molió la pulpa del aguacate, hasta que esta se vea como una pasta.
- 8.** Estandarización. – Se pesó la cantidad de pasta de aguacate que se obtuvo y con ese dato se calculó la dosis de BHT y de ácido ascórbico que se debía agregar.
- 9.** Homogenización. – Se añadieron los conservantes a los respectivos tratamientos, mezclando hasta homogenizar.
- 10.** Envasado en Atmósfera Modificada. – Se colocaron 150 g de pasta de aguacate en cada envase retortable y se procedió a llenar el empaque con la combinación de gases

respectiva para cada tratamiento (CO₂: 10 % y N₂: 90 % ó CO₂: 8 % y N₂: 92 %), hasta que la funda esté completamente llena. Finalmente se selló evitando fugas.

11. Etiquetado. – A cada tratamiento se le agregó una etiqueta adhesiva que indicaba la fecha de elaboración, madurez del aguacate, tipo de conservante y la combinación de gases con la que se envasó.

12. Refrigerado. – Se refrigeraron los tratamientos a una temperatura de ± 5 °C hasta su posterior análisis.

CAPÍTULO III

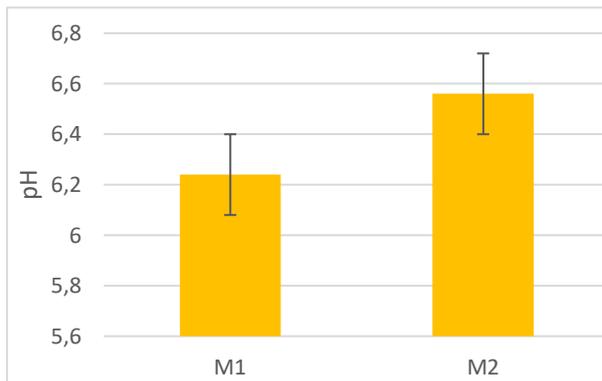
RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. Caracterización de la Materia Prima Mediante Análisis Fisicoquímicos y Funcionales

Las figuras 3 a 6 muestran los resultados de la caracterización de la materia prima.

Figura 3

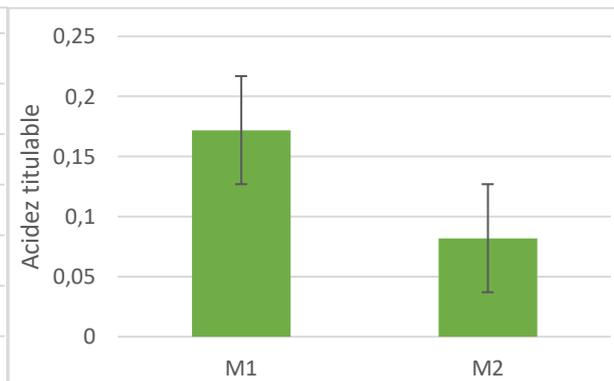
Valor del pH para M1 y M2



M1: 6.24 ± 0.09 ; M2: 6.56 ± 0.19

Figura 4

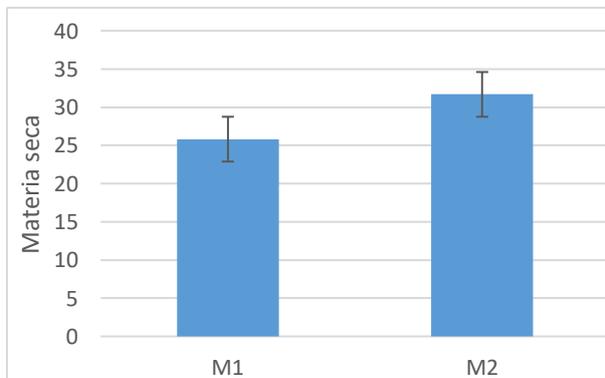
Valor de la Acidez Titulable para M1 y M2



M1: 0.172 ± 0.009 ; M2: 0.082 ± 0.007

Figura 5

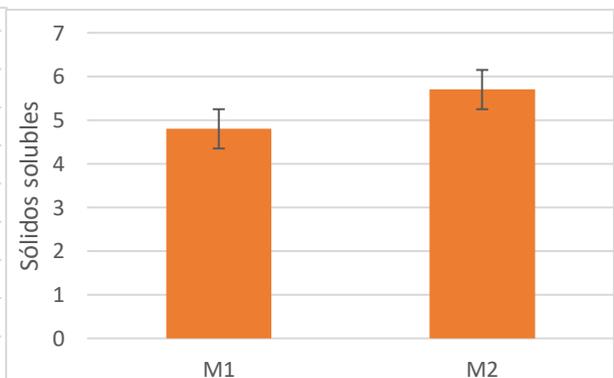
Valor de la Materia Seca para M1 y M2



M1: 25.82 ± 0.32 ; M2: 31.68 ± 0.98

Figura 6

Valor de los Sólidos Solubles para M1 y M2



M1: 4.8 ± 0.26 ; M2: 5.7 ± 0.3

La tabla 13 muestra los resultados de otras investigaciones, que al ser comparados con los de este estudio se deduce que los aguacates usados en el estudio de Astudillo y Rodríguez (2017) están más cerca del I.M que se obtuvo con M1. Se observa como el pH está alrededor de 6 para los dos tipos de maduración del aguacate, resultados que son similares a los obtenidos por otros autores, así mismo existe un ligero incremento de este parámetro al trabajar con aguacates con más tiempo de maduración, esto ocurre debido al consumo de azúcares de reserva y de ácidos orgánicos que le permitirán al fruto abastecerse de energía durante el ciclo de Krebs (Astudillo y Rodríguez, 2017), y explica la disminución de la acidez. Lo contrario pasa con los sólidos solubles, donde aumenta la concentración de azúcares debido al proceso de transpiración del fruto, en el cual pierde agua (Moreno et al, 2017). En cuanto a la materia seca se analiza que es directamente proporcional al tiempo de maduración en el aguacate, debido a que el contenido lipídico en el mesocarpio crece considerablemente con el tiempo mientras que los azúcares decrecen. También aumentan los compuestos volátiles que en su mayoría están bajo el control del etileno e influyen en el color, sabor y aroma del aguacate (INIA, 2015). Las diferencias encontradas en el contenido de materia seca con los diferentes autores consultados, probablemente se deban al estado de maduración del aguacate.

Tabla 13*Caracterización de la materia prima, por otros autores*

Especie	I.M.	pH	Acidez titulable (% Ac. tartárico)	Materia seca (%)	Sólidos solubles (°Brix)	Autor
	40	6.21	0.10	21.43	4	Yar, D (2021)
		6.52	0.14	21.75		Macas, G (2013)
				28.8	16.1	Carranza, S (2016)
<i>Persea americana</i>		6.39	0.13	24.18		Caiza, J (2020)*
Mill.		6.8			14.8	León, E (2019)*
	31.54	6.58	0.149	22.58	4.7	Astudillo, C.; Rodríguez, P. (2017)*

I.M: índice de madurez (Sólidos solubles / Acidez Titulable)

(*) Los autores señalados trabajaron con aguacate variedad Hass.

El resultado de comparación de color dio como resultado un Pantone 393c para la Madurez 1, transformando a valores en el modelo de color RGB se tiene: 240, 255, 125. Para la Madurez 2 en Pantone es el 395c, que en RGB tiene valores de: 232, 255, 43. La investigación realizada por Yar, D (2021), mostró valores RGB de: 196, 202, 126. En la figura 7 se puede observar que los colores son distintos, esto se debe principalmente a la madurez del aguacate y a las herramientas usadas para realizar el análisis.

Figura 7

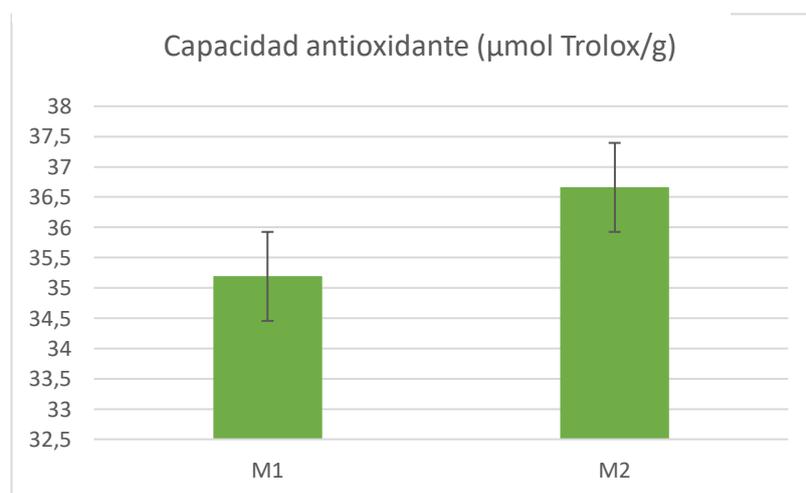
Comparación de color del mesocarpio del aguacate

M1	M2	Yar, D. 2021
----	----	--------------

Para la capacidad antioxidante, Yar (2021) explica que por el método ABTS obtuvo valores entre 17.06 y 33.08 $\mu\text{mol Trolox/g}$, mientras que para este estudio mostró datos entre 35.19 y 36.66 $\mu\text{m Trolox/g}$. En la figura 8 se logra observar como la capacidad antioxidante aumenta con el tiempo debido a que mientras el fruto madura va produciendo más compuestos fenólicos y antioxidantes, como por ejemplo la vitamina E (Lopes et al, 2012). Para entender mejor esta actividad antioxidante que se produce en el aguacate, se lo ubicó en la tabla 14 junto a otras frutas y hortalizas, que el Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos de la Universidad de Chile calculó en unidades $\mu\text{mol ET/100 g pf}$, para varios alimentos.

Figura 8

Valor de la Capacidad Antioxidante para M1 y M2



M1: 35.19 ± 0.16 ; M2: 36.66 ± 0.24

Tabla 14*Capacidad antioxidante de algunas frutas y hortalizas*

Orden	Fruta / Hortaliza	μmol ET/100 g pf
1	Perejil fresco crudo	28865
2	Albahaca fresca cruda	21269
3	Oliva, Natural ácida	18549
4	Chirimoya fresca	17881
5	Nuez, con piel	13073
6	Cilantro fresco crudo	9448
7	Frambuesa fresca	6903
8	Oliva sevillana	6035
9	Coco fresco	1527
10	Kiwi fresco	952
11	Papa fresca cruda	482
12	Sandía	193
13	Tomate beef fresco crudo, con cáscara	134

Datos tomados de Portal Antioxidante (2021)

Mediante una conversión de unidades el aguacate en Madurez 1 que se analizó tiene una capacidad antioxidante de $\approx 3519 \mu\text{mol ET}/100 \text{ g}$ y para la Madurez 2 $\approx 3666 \mu\text{mol ET}/100 \text{ g}$, lo cual comparando con valores de otros alimentos en la Tabla 14, el producto se ubica por debajo de la Oliva sevillana y por encima del Coco fresco, los lugares 9 y 10 respectivamente.

3.2 Determinación de la Vida Útil de la Pasta de Aguacate Elaborada con Distintos Tipos de Conservantes y Envasada en Diferentes Condiciones a Través de Análisis Microbiológicos y Físicoquímicos

Las figuras 9 a 12 muestran que el crecimiento de microorganismos alterantes en los tratamientos fue significativamente menor al compararlo con los testigos. Con base en la Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano RM N° 615-2003 SA/DM, en todos los tratamientos se obtuvo un criterio de aceptable.

Figura 9

Crecimiento de Mohos y Levaduras en Tratamientos y Testigos M1

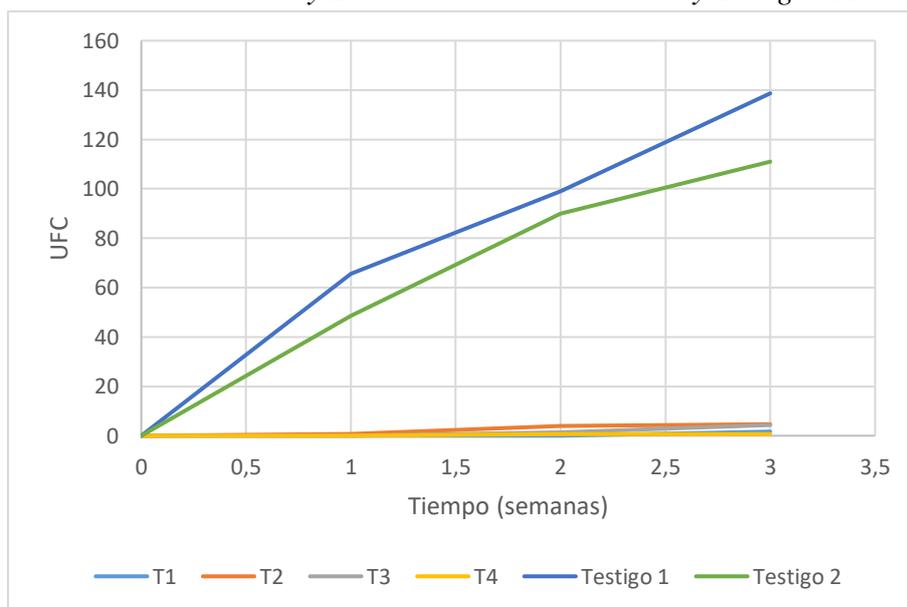


Figura 10

Crecimiento de Aerobios Totales en Tratamientos y Testigos M1

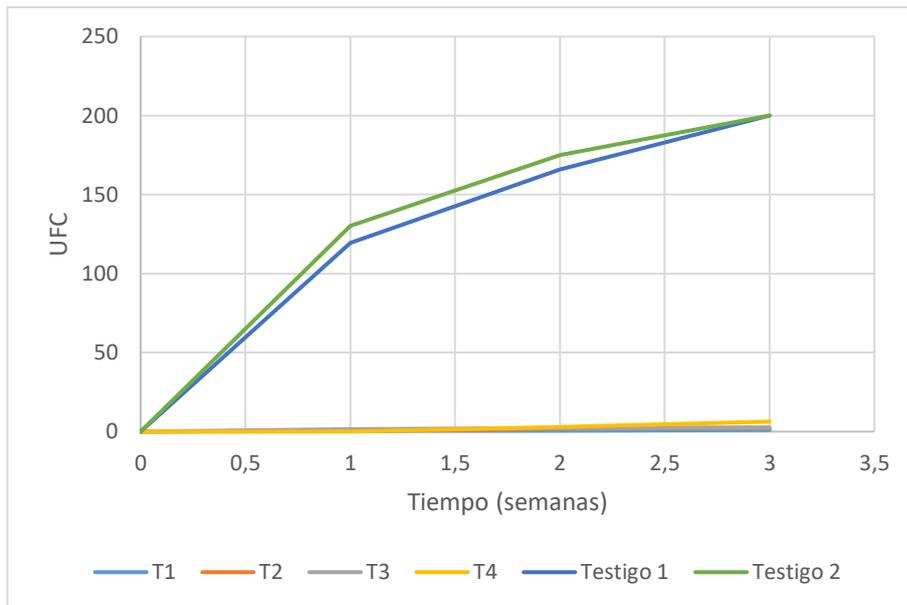


Figura 11

Crecimiento de Mohos y Levaduras en Tratamientos y Testigos M2

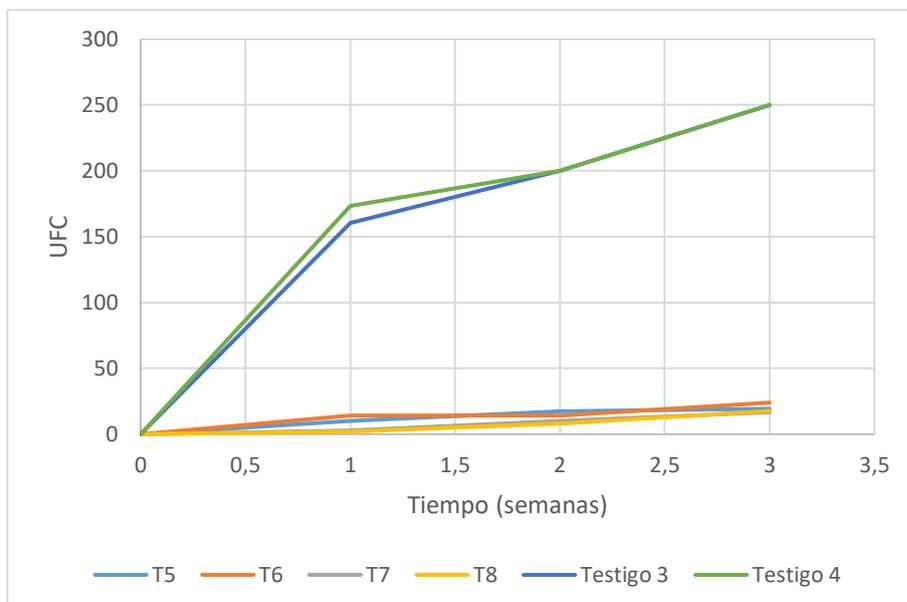
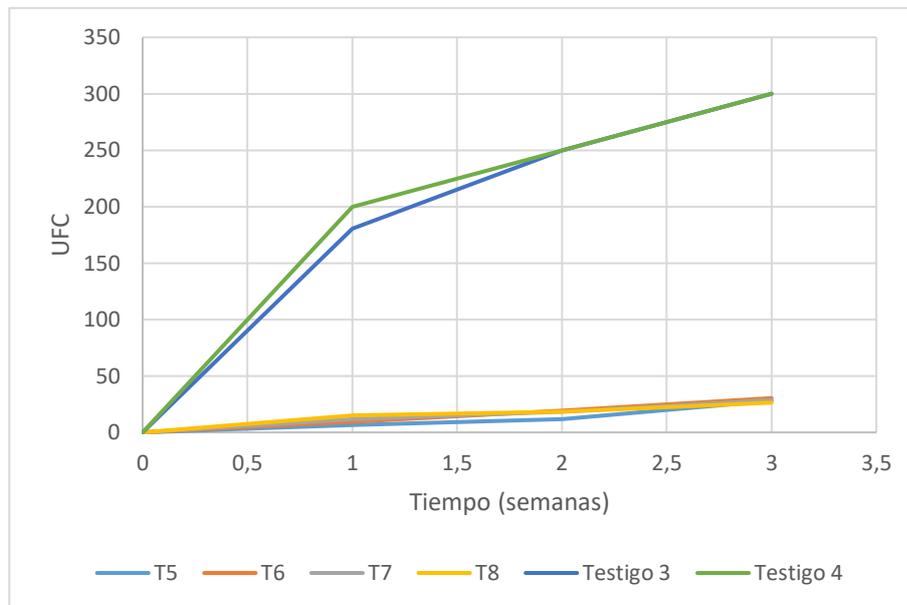


Figura 12

Crecimiento de Aerobios Totales en Tratamientos y Testigos M2



La investigación mostró un leve incremento de mohos y levaduras sobre todo en aquellos tratamientos con Butilhidroxitolueno. Las pulpas que contenían ácido ascórbico mostraron que el pardeamiento fue lento en comparación con las que tenían BHT. La atmósfera modificada también evitó la oxidación del producto debido a la ausencia de oxígeno en el empaque, mediante la reducción de la tasa de respiración de la pulpa de aguacate, tal como sucede con el empaque al vacío. García y López (2017) observaron que el aguacate empacado al vacío, con escaldado, en condiciones estrictas de refrigeración, manteniendo el empaque debidamente sellado, su vida útil fue de aproximadamente 2 a 3 semanas en muestreos periódicos por el lapso de un mes. Estos resultados son coincidentes con esta investigación, donde el Tratamiento 1 se mantuvo sin cambios considerables durante 3 semanas. El resto de los tratamientos mostraron alteraciones a partir de la segunda semana, en algunos se observó exudación o sinéresis, otros presentaron olores rancios y colores opacos desagradables a la vista, incluso algunas pulpas estaban cubiertas por una capa totalmente negra (Ver anexo 5), por tal razón, fueron descartados para el siguiente objetivo.

En las figuras 13 a 15 se muestran los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados al Tratamiento 1 y se compararon con los parámetros iniciales obtenidos en el objetivo 1 para M1.

Figura 13

Comportamiento del pH durante 3 semanas de análisis (T1 vs Testigo 1)

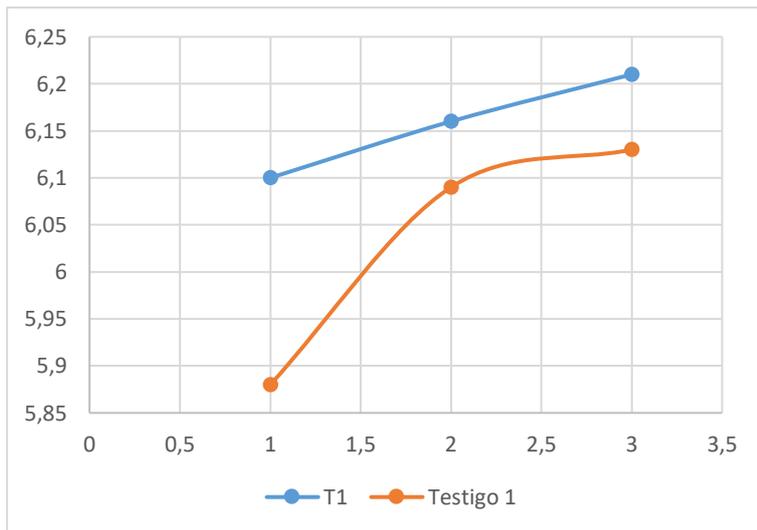


Figura 14

Comportamiento de la Ac. Titulable durante 3 semanas de análisis (T1 vs Testigo 1)

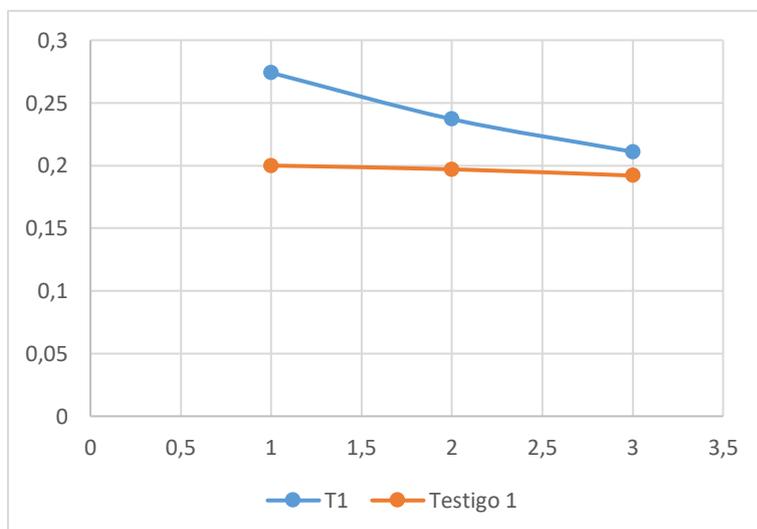
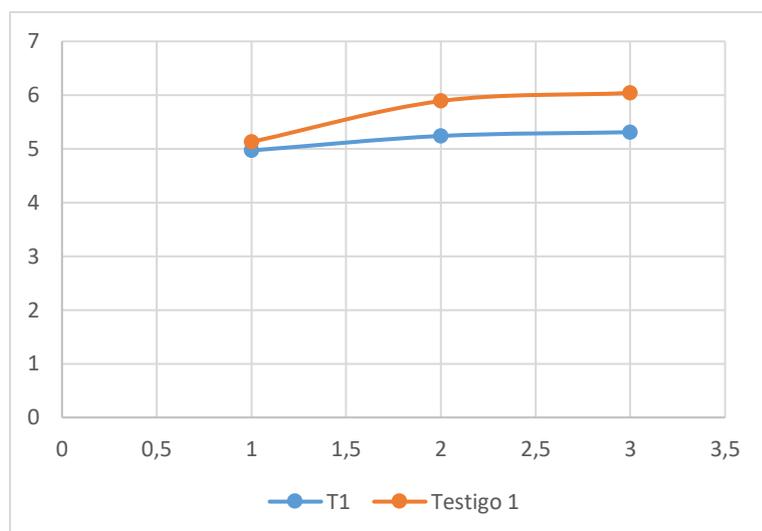


Figura 15

Comportamiento de los Sólidos solubles durante 3 semanas de análisis (T1 vs Testigo 1)



Se observa que existen cambios fisiológicos en las pulpas aun cuando estaban empacadas con una atmósfera que lleva 0 % de O₂, y que tanto el pH como los sólidos solubles aumentan con el pasar del tiempo, mientras que la acidez titulable disminuye. Para examinar estos cambios de manera técnica se realizaron análisis estadísticos.

3.2.1 Determinación de Diferencias Significativas en los Parámetros Fisicoquímicos

Al realizar la prueba t Student no se encontraron diferencias significativas en los parámetros fisicoquímicos entre el testigo y el tratamiento 1. Este resultado muestra que se puede conservar por 3 semanas la pasta de aguacate en un empaque retortable con 0 % de oxígeno, con ácido ascórbico como conservante y en refrigeración. Los datos completos del análisis estadístico se encuentran en los anexos 9 al 11.

3.3 Evaluación de las Características Organolépticas, Índice de Peróxido, Capacidad Antioxidante, Cantidad de Fitoesteroles y Color de los Mejores Tratamientos

El objetivo principal de la investigación es alargar la vida útil del producto conservando sus características iniciales, de manera que permanezca apetecible para los consumidores. Por esta razón el análisis sensorial se realizó mediante una prueba hedónica, que determina la aceptabilidad de un producto o las preferencias entre dos o más productos por una población específica de consumidores (Ver anexo 12). Los métodos son efectivos para saber si existe o no una preferencia perceptible (UNE, 2019).

Figura 16

Intensidad de aroma entre la Pasta fresca y el Tratamiento 1

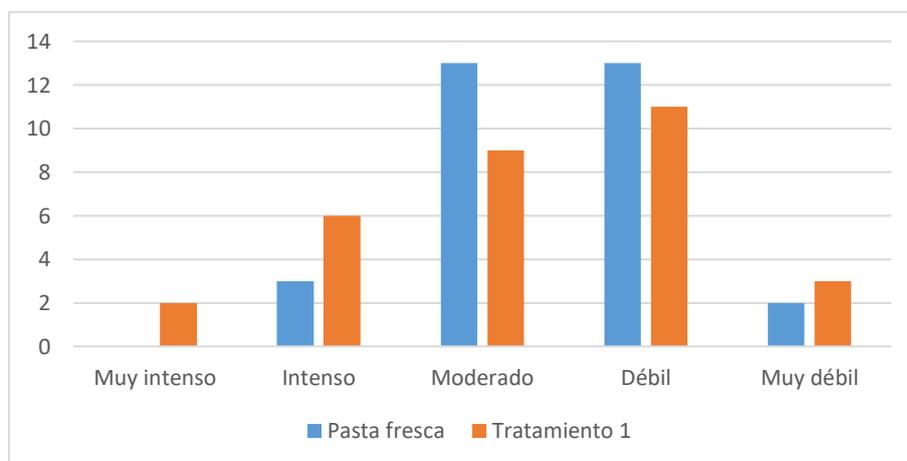


Figura 17

Intensidad de sabor entre la Pasta fresca y el Tratamiento 1

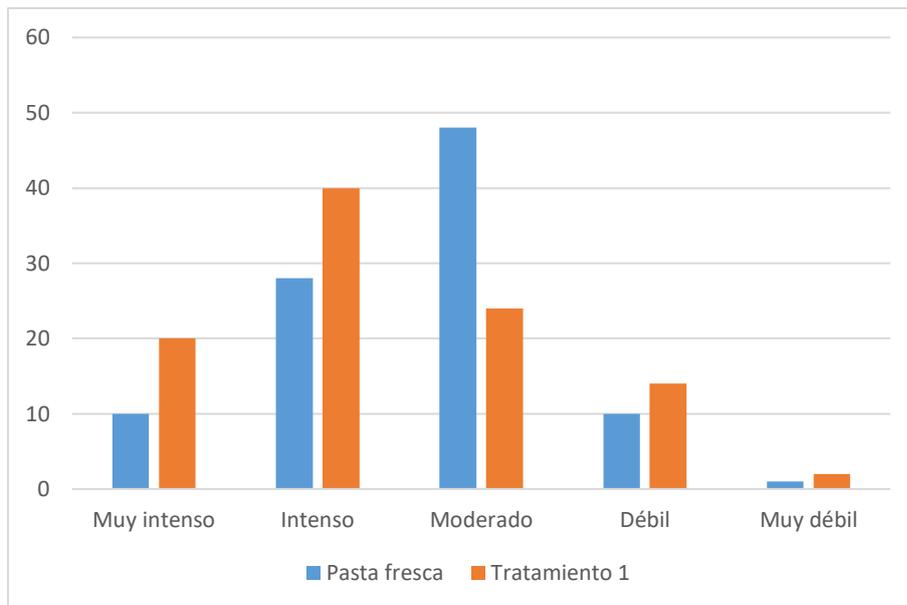


Figura 18

Preferencia en cuanto a aroma, sabor y color entre la Pasta fresca y el Tratamiento 1

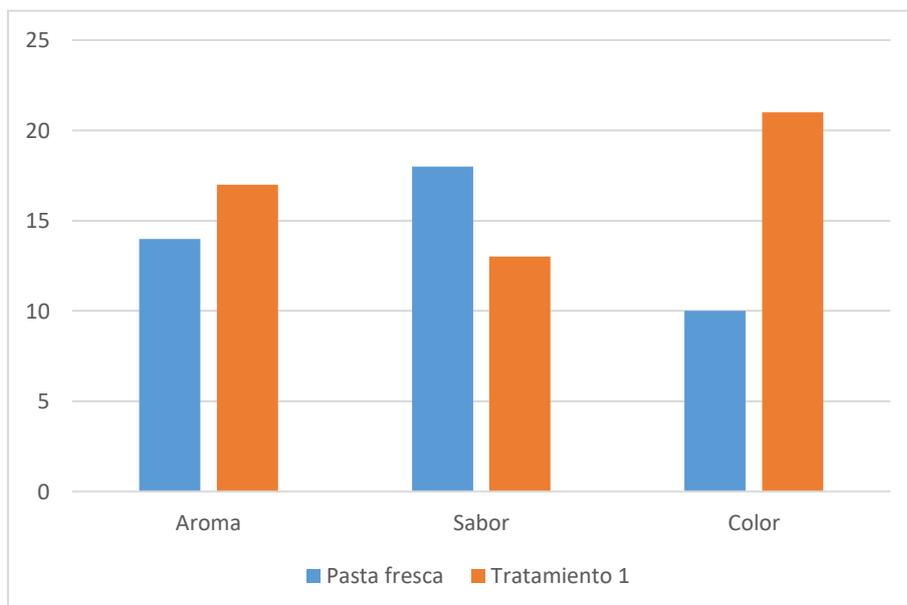
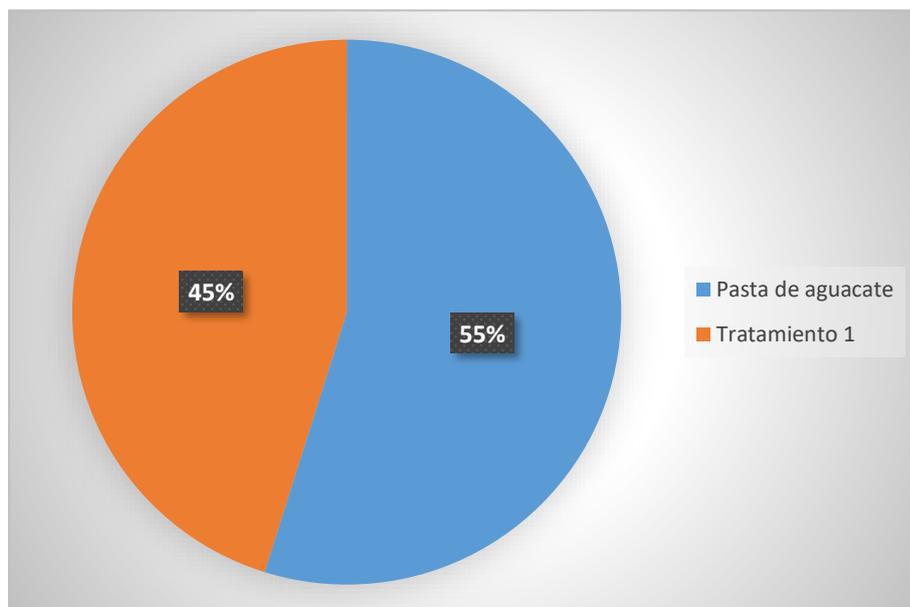


Figura 19

Muestra preferida por el público



En las figuras 16 a 19 se observa que las dos muestras poseen un aroma débil – moderado, la intensidad de sabor es más alta en el tratamiento 1. El sabor y el aroma de la pasta fresca de aguacate fue lo que, en promedio, les gustó más a los encuestados, mientras que del tratamiento 1 lo que más destacó fue el color y el aroma. En cuanto a preferencia, 17 encuestados se inclinaron por la pasta fresca frente a 14 que prefirieron el tratamiento. Coello, V. (2015) en su investigación realizó un análisis sensorial a 57 personas no entrenadas, determinando que el uso de conservantes combinados prolonga el tiempo de consumo sin afectar las cualidades organolépticas y el tratamiento que mejores resultados obtuvo para la pasta con aguacate variedad Hass llevaba 0.15 % de Ácido ascórbico y 0.02 % de BHT.

3.3.1 Determinación de Diferencias Significativas en el Análisis Organoléptico

Los resultados de la prueba t Student para las intensidades de aroma, sabor y color, mostraron que los evaluadores no detectaron diferencias significativas entre la pasta fresca y el tratamiento 1. Esto indica que el tratamiento después de 3 semanas en refrigeración conserva el aroma, sabor y color de la materia prima. Los datos completos del análisis estadístico se encuentran en los anexos 13 al 15.

3.3.2 Análisis Fisicoquímicos y Funcionales del Tratamiento 1

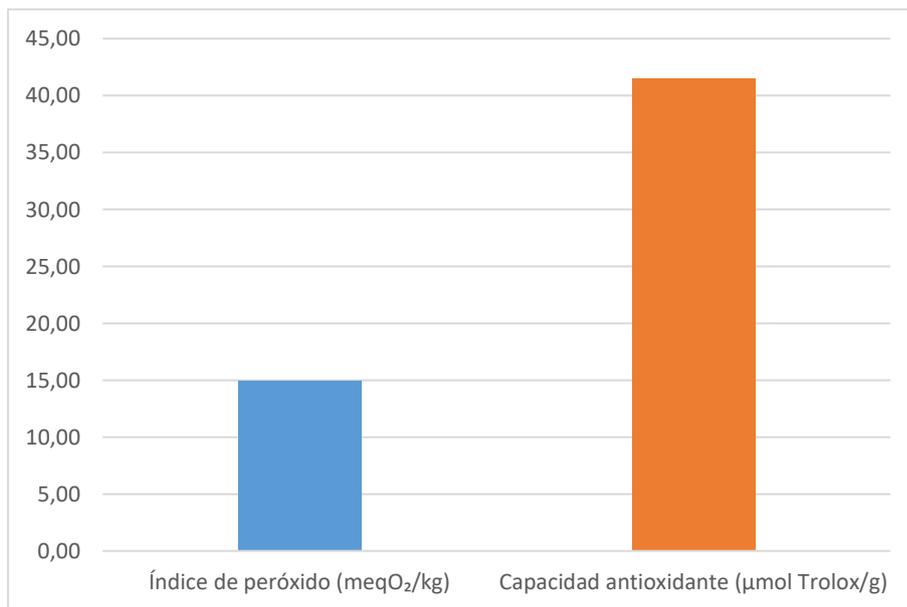
Se sabe que el índice de peróxido mide la calidad de los aceites vegetales y entre menor sea su valor se garantiza la estabilidad y frescura. Esta característica depende mucho de la conservación del producto, la luz y la temperatura (Ortega, 2018). El tratamiento 1 tiene un índice de peróxido mayor a 10, que es el valor máximo que la norma mexicana “NMX – F – 052 – SCFI – 2008” establece para el aceite de aguacate crudo. Esto puede deberse a que se trabajó con la pulpa del aguacate diluída, la misma que fue expuesta a la luz por algunos minutos antes de realizar el análisis; a pesar de esto el valor de 14.93 meqO₂/kg que se obtuvo, no significa que la pulpa de aguacate sea mala, lo que indica es que el producto ya empezó a oxidarse y perdió frescura, lo que se podría considerar un proceso normal después de 3 semanas desde su producción. Restrepo et al (2012) obtuvieron un índice de peróxido por encima de 10 meqO₂/kg en todos los aceites, concluyendo que se debe a la exposición a la luz y el calentamiento prolongado del aguacate al extraer su aceite, incrementando de esta manera la captación de oxígeno.

Para la capacidad antioxidante, en la figura 20 se evidencia un aumento en el tratamiento 1 con respecto al resultado obtenido para la materia prima, debido al uso de ácido ascórbico, se conoce que este es un antioxidante natural, comúnmente conocido como

Vitamina C, actúa como cofactor en distintas reacciones y participa en la retención del oxígeno y la reducción de radicales libres (Lugo et al, 2021). También se debe al almacenamiento de la pulpa, al estar en un empaque que impide el paso de la luz y al mantenerse en refrigeración se logró conservar los antioxidantes propios de la fruta.

Figura 20

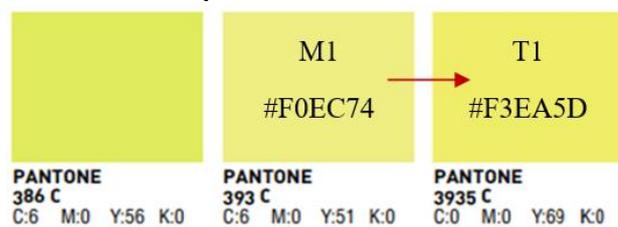
Análisis de Índice de peróxido y Capacidad antioxidante al Tratamiento 1



Para el color, en la figura 21 se observa como pasó de Pantone 393C a Pantone 3935 C, evidenciando un cambio en la pulpa del aguacate.

Figura 21

Color Pantone para el Tratamiento 1



Fragmento de la paleta Pantone Coated. Tomado de: MSG Impresores

3.3.3 Cuantificación de Fitoesteroles

En la tabla 15 se observan los datos conseguidos mediante revisión bibliográfica de la cantidad de fitoesteroles en el mesocarpio del aguacate. Se sabe que el contenido de fitoesteroles es muy importante en plantas oleaginosas, ya que tiene beneficios en la salud de quien lo consume (Silva et al, 2016)

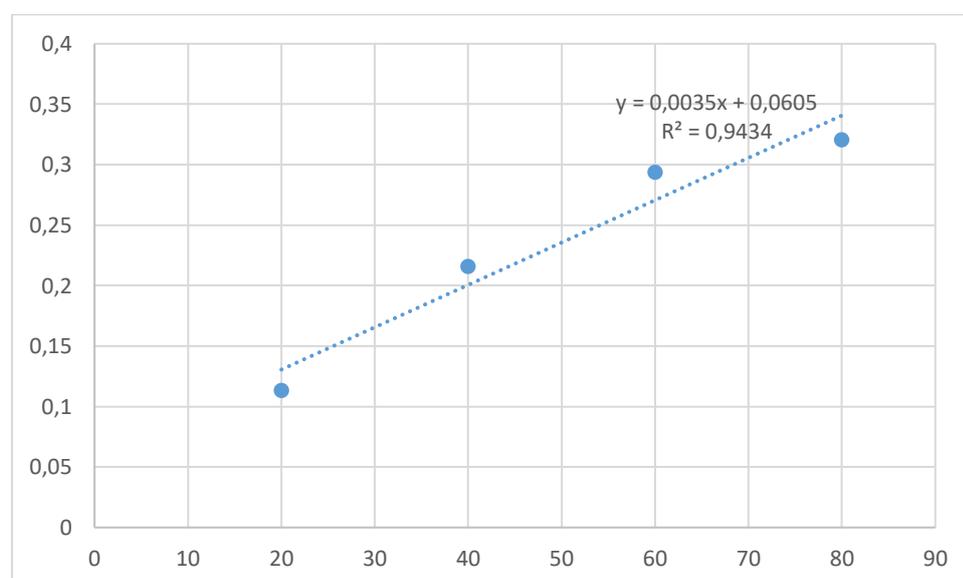
Tabla 15

Cantidad de fitoesteroles en estudios de otros autores

Autor	Contenido lipídico (g)	Cantidad de fitoesteroles (mg)	Variedad de aguacate
USDA	14.7	83	Hass
Dreher y Davenport	15.4	83	Hass
Robayo A.	19.89	97.3	Fuerte
	24.57	98.4	Hass

Figura 22

Contenido lipídico vs Cantidad de fitoesteroles



En la figura 22 se visualiza la gráfica obtenida una vez que todos los datos se transformaron en gramos y que el contenido lipídico se colocó en escala del 20 al 80. En la ecuación se ingresó el resultado de cada extracción Soxhlet realizada (ver anexo 16) de esta manera se obtuvo una aproximación de la cantidad de fitoesteroles para la materia prima y para el tratamiento, como se observa en la tabla 16.

Tabla 16

Cuantificación de fitoesteroles en la materia prima y el tratamiento 1

	Contenido lipídico (g)	Cantidad de fitoesteroles (g)
Materia prima	15.21	≈0.1137
Tratamiento 1	18.33	≈0.1247

Encontramos que aproximadamente en 100 g de aguacate como materia prima existen 113.7 mg de fitoesteroles y en 100 g de pulpa del tratamiento aumenta a 124.7 mg de fitoesteroles. En la investigación de Robayo, A. (2016) se evidencia como el contenido de este compuesto aumenta de acuerdo con el estado de madurez del aguacate. Esto se debe al crecimiento del contenido de aceites y grasas en la pulpa del aguacate a medida que va madurando, así también la textura va cambiando, volviéndose más cremoso y suave.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Al trabajar con un estado de madurez controlado y similar a otros estudios permitió obtener resultados consistentes y coincidentes con aquellos que también usaron la variedad de aguacate, fuerte.

La anulación del oxígeno en el tratamiento 1 permitió obtener características, tanto fisicoquímicas como organolépticas, similares a la pasta fresca, siendo esto lo primordial para la conservación, sobre todo del color.

Los panelistas no entrenados no detectaron diferencias entre el tratamiento 1 y la pasta fresca, por lo tanto, es posible conservar las características iniciales de la pasta de aguacate por tres semanas bajo las condiciones determinadas en este estudio.

4.2 Recomendaciones

Se recomienda trabajar con antioxidantes naturales y de ser posible usar una mezcla de estos, para alargar más la vida útil de la pasta de aguacate y también usar un emulsificante para evitar la separación del agua con la grasa del aguacate que se produce con el pasar del tiempo.

En caso de querer comercializar el producto se recomienda usar empaques más ergonómicos, como por ejemplo el Doy Pack con válvula.

Bibliografía

Agrodiario. (2020). *Generalidades del aguacate*. Obtenido de Agrodiario:

<http://www.agrodiario.hn/generalidades-del-aguacate/>

Agrotendencia. (2018). *Palta o aguacate*. Obtenido de Agrotendencia:

<https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-del-aguacate-o-palta/>

Álvarez, R. (12 de mayo de 2020). *Saber cuando un aguacate está maduro usando láser: el invento que busca acabar con el desperdicio y el tener que estar adivinando*. Obtenido de Xataka: <https://www.xataka.com.mx/ecologia-y-naturaleza/saber-cuando-aguacate-esta-maduro-usando-laser-invento-que-busca-acabar-desperdicio-tener-que-estar-advinando>

Cabrera, J. (2021). *Generalidades del cultivo de Aguacate*. Obtenido de Scribd:

<https://es.scribd.com/document/488004275/Generalidades-del-cultivo-de-Aguacate>

Castillo, R. (2018). *Composición del aguacate*. Obtenido de Universidad Agrícola:

<https://universidadagricola.com/composicion-del-aguacate/>

Cortés, M., Orrego, F., & Rodríguez, E. (2019). Optimización de una formulación de guacamole elaborada con polvo de aguacate y aguacate fresco. *DYNA*, 126-134.

Dreher, M., Davenport, A. (2013) *Hass Avocado Composition and Potential Health Effects, Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53:7, 738-750, DOI: [10.1080/10408398.2011.556759](https://doi.org/10.1080/10408398.2011.556759)

Ecos del Bosque. (2020). *Persea Americana*. Obtenido de Ecos del Bosque:

<https://ecosdelbosque.com/plantas/persea-americana>

Escobar, L. (2022). Ecuador exportó más de 600 toneladas de aguacate en 2021. *El Universo*, págs. <https://www.eluniverso.com/noticias/economia/ecuador-exporto-mas-de-600-toneladas-de-aguacate-en-2021-nota/>.

Espinoza, J., Castañeda, J., Morales, V., & Nieto, A. (2017). Estudio de la conservación de aguacate Hass mínimamente procesado a través de antioxidantes, empaque al vacío y congelación. *Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias*, 39-44.

GAD Chaltura. (2020). *Generalidades*. Obtenido de Chaltura Gobierno Parroquial: <https://chaltura.gob.ec/>

Griebel, J., & Colleen, K. (2009). *España Patente nº ES2318120T3*.

Gutierrez, R. (2017). *Aguacate: una de las variedades más sabrosas*. Obtenido de Interempresas: <http://www.interempresas.net/Distribucion-Hortofruticola/FeriaVirtual/Producto-Aguacate-Fuerte-75326.html>

Herrera, A. (2017). ¿Qué cantidad de aguacate se desperdicia de su producción anual de aguacate? En A. Herrera, *Estudio de la producción y comercialización del aguacate (Persea americana) en las variedades Fuerte y Hass, en la provincia de Imabura* (págs. 61-62). Ibarra: Universidad Técnica del Norte.

Herrera, A. (2017). *Estudio de la producción y comercialización del aguacate (Persea americana) en las variedades Fuerte y Hass, en la provincia de Imbabura (Tesis de grado)*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte.

InfoAgrónomo. (2020). *¿Qué son los frutos Climatéricos y No Climatéricos?* Obtenido de InfoAgrónomo: <https://infoagronomo.net/que-son-los-frutos-climatericos-y-no-climatericos/>

- INIAP. (2013). *Estudio de las características de calidad pre y poscosecha en dos variedades de aguacate (Persea americana Mili) provenientes de dos localidades de la provincia de Pichincha*. Obtenido de Repositorio INIAP:
<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/986/1/iniapscP.M113e2012.pdf>
- INTAGRI. (2018). Razas del Cultivo de Aguacate. *Serie Frutales. Núm. 32. Artículos Técnicos de INTAGRI. México*, 4.
- Lazzaris, S. (01 de febrero de 2021). *El ciclo de vida de los aguacates y el desperdicio de alimentos*. Obtenido de Food Unfolded: <https://www.foodunfolded.com/es/articulo/el-ciclo-de-vida-de-los-aguacates-y-el-desperdicio-de-alimentos#:~:text=Lazzaris%20Mis%20art%C3%ADculos-.El%20ciclo%20de%20vida%20de%20los%20aguacates%20y%20el%20desperdicio,c ausas%20del%20desperdicio%20de%20aguaca>
- López, C., García, A., & Martínez, H. (2019). *Caracterización in situ morfológica y físico-química de aguacates nativos (Persea americana Mill) en dos localidades de la región Huista, Huehuetenango*. Huehuetenango: CRIA Occidente.
- Moreno, E., Ortiz, B. L. y Restrepo, L. P. (2014). Contenido total de fenoles y actividad antioxidante de pulpa de seis frutas tropicales. *Revista Colombiana de Química*, 43(3), 41–48.
<https://doi.org/10.15446/rev.colomb.quim.v43n3.53615>
- NTE INEN 1 755:2009. (2009). *Frutas Frescas. Aguacate. Requisitos*. Obtenido de Instituto Ecuatoriano de Normalización:
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/25528/5/ANEXO%203%20norma%20INEN.pdf>
- Ortega, V. (2018). *Qué son los Peróxidos*. Obtenido de Cincolivas Blog:
<https://www.cincolivas.com/blog/que-son-los-peroxidos/>

- Pulgar, F. (2019). *Generando valor agregado en la industria del aguacate*. Obtenido de Portal Frutícola: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2019/06/12/generando-valor-agregado-en-la-industria-del-aguacate/>
- Restrepo Duque, A. M., Londoño-Londoño, J., González Álvarez, D., Benavides Paz, Y., & Cardona Salazar, B. L. (2012). Comparación del aceite de aguacate variedad Hass cultivado en Colombia, obtenido por fluidos supercríticos y métodos convencionales: una perspectiva desde la calidad. *Revista Lasallista de Investigación*, 9(2), 151-161.
- Reyes, L. (2013). *Uso de ácido cítrico en la elaboración de guacamole y su incidencia en el tiempo de vida útil. (Trabajo de grado)*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Robayo Medina, A. (2017). *Caracterización fisicoquímica de diferentes variedades de aguacate, Persea americana Mill. (Lauraceae) e implementación de un método de extracción del aceite de aguacate como alternativa de industrialización*.
- Rosben. (2021). *5 características del aguacate fuerte que no conociste*. Obtenido de Rosben Viveros Tropicales: <https://viverosrosben.com/5-caracteristicas-del-aguacate-fuerte/>
- Santiz, Y. (27 de octubre de 2013). *Escala Proporcional o Hedónica*. Obtenido de Prezi: <https://prezi.com/mft83x24ecp5/escala-proporcional-o-hedonica/>
- Silva, P., Pinheiro, A., Rodríguez, L., Figueroa, V., & Baginsky, C. (2016). *Fuentes naturales de fitoesteroles y factores de producción que lo modifican*. Obtenido de Scielo: https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0004-06222016000100002&script=sci_arttext
- SINAVIMO. (2019). *Persea Americana*. Obtenido de Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de Plagas: <https://www.sinavimo.gob.ar/cultivo/persea-americana>

Toro, G., Ávila, L., & Luz, Y. (2014). *Uso de aditivos en el procesamiento de guacamole*.

Obtenido de Academia:

https://www.academia.edu/7708977/USO_DE_ADITIVOS_EN_EL_PROCESAMIENTO_DE_GUACAMOLE_2

UNE. (2019). *Nuevas normas y proyectos*. Obtenido de Revista UNE:

<https://revista.une.org/12/analisis-sensorial.-metodologia.-guia-general.html>

USDA. (2019). *U. S. Department of Agriculture*. Obtenido de Avocados, raw, all commercial

varieties: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/%20171705/nutrients>

Yar Narváez, D. (2021). Evaluación físico-química y determinación de capacidad antioxidante en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill) por efecto del tipo de riego. Quito: UCE.

Zapata, J. (2016). *Cinética de la Deshidratación Osmótica del Aguacate (Persea americana), y Optimización del Color por Medio de Superficies de Respuesta*. Obtenido de Scielo:

https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642016000400003

Anexos

Anexo 1

Determinación de la materia seca



Anexo 2

Determinación del pH



Anexo 3

Siembra de muestras para análisis microbiológico



Anexo 4

Aplicación de la prueba organoléptica al 6to semestre de Agroindustria



Anexo 5

Tratamientos desechados



Anexo 6

Resultados del análisis de capacidad antioxidante para el aguacate M1

ANÁLISIS SOLICITADO			Capacidad Antioxidante (ABTS)
ANÁLISIS	HUMEDAD	CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Ω	**IDENTIFICACIÓN
MÉTODO	MO-LSAIA-01.01	HENRIQUEZ, ALIAGA Y LISSI 2002	
METODO REF.	U. FLORIDA 1970	ABTS	
UNIDAD	%	µm Trolox/g	
23-0290	74,18	35,19	Fruta de aguacate

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.

OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

Anexo 7

Resultados del análisis de capacidad antioxidante para el aguacate M2

ANÁLISIS SOLICITADO			Capacidad Antioxidante (ABTS)
ANÁLISIS	HUMEDAD	CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Ω	**IDENTIFICACIÓN
MÉTODO	MO-LSAIA-01.01	HENRIQUEZ, ALIAGA Y LISSI 2002	
METODO REF.	U. FLORIDA 1970	ABTS	
UNIDAD	%	µm Trolox/g	
23-0393	68,32	36,66	Fruta de aguacate

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.

OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

Anexo 8

Resultados del análisis de capacidad antioxidante del Tratamiento 1

ANÁLISIS SOLICITADO			Capacidad Antioxidante
ANÁLISIS	HUMEDAD	CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Ω	**IDENTIFICACIÓN
MÉTODO	MO-LSAIA-01.01	HENRIQUEZ,ALIAGA Y LISSI 2002	
METODO REF.	U. FLORIDA 1970	ABTS	
UNIDAD	%	µm Trolox/g	
23-0226	7,98	41,50	Pulpa de Aguacate

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.
OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

Anexo 9

Análisis estadístico t Student para los Sólidos Solubles

	Tratamiento 1	Testigo 1
Media	5,173333333	5,68666667
Varianza	0,032233333	0,238033333
Observaciones	3	3
Varianza agrupada	0,135133333	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	-1,710266743	
P(T<=t) una cola	0,081195005	
Valor crítico de t (una cola)	2,131846786	
P(T<=t) dos colas	0,162390009	
Valor crítico de t (dos colas)	2,776445105	

Anexo 10

Análisis estadístico t Student para la Acidez titulable

	Tratamiento 1	Testigo 1
Media	0,240666667	0,196333333
Varianza	0,001002333	1,6333E-05
Observaciones	3	3
Varianza agrupada	0,000509333	
Grados de libertad	4	

Estadístico t	2,405885563
P(T<=t) una cola	0,036941694
Valor crítico de t (una cola)	2,131846786
P(T<=t) dos colas	0,073883389
Valor crítico de t (dos colas)	2,776445105

Anexo 11

Análisis estadístico t Student para el pH

	Tratamiento 1	Testigo 1
Media	6,156666667	6,033333333
Varianza	0,003033333	0,018033333
Observaciones	3	3
Varianza agrupada	0,010533333	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	1,471780976	
P(T<=t) una cola	0,107526825	
Valor crítico de t (una cola)	2,131846786	
P(T<=t) dos colas	0,21505365	
Valor crítico de t (dos colas)	2,776445105	

Anexo 12

Preguntas del Análisis organoléptico



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales

Agroindustria

Gracias por su colaboración para la realización de este análisis sensorial a la pasta de aguacate. Por favor, sea muy honesto/a con su respuesta, su opinión sincera es muy importante.

- 1) Seleccione la casilla de acuerdo con la **intensidad de aroma** de cada una de las muestras de pasta de aguacate:

913	
5 (Muy intenso)	
4 (Intenso)	X
3 (Moderado)	
2 (Débil)	
1 (Muy débil)	

869	
5 (Muy intenso)	
4 (Intenso)	
3 (Moderado)	
2 (Débil)	X
1 (Muy débil)	

- 2) Seleccione la casilla de acuerdo con la **intensidad en el sabor** de cada una de las muestras de pasta de aguacate:

913	
5 (Muy intenso)	
4 (Intenso)	X
3 (Moderado)	
2 (Débil)	
1 (Muy débil)	

869	
5 (Muy intenso)	
4 (Intenso)	
3 (Moderado)	X
2 (Débil)	
1 (Muy débil)	

- 3) Seleccione la casilla de la muestra que más le gustó de acuerdo con su agrado personal:

	913	869
Aroma	X	
Sabor	X	
Color		X

- 4) ¿Cuál de las dos muestras de pasta de aguacate es de su preferencia?

913

Muchas gracias por su participación.

Anexo 13

Análisis estadístico t Student para la intensidad de aroma (pregunta 1)

	Pasta fresca	T1
Media	15,8	17,2
Varianza	274,2	104,7
Observaciones	5	5
Varianza agrupada	189,45	
Grados de libertad	8	
Estadístico t	-0,160823954	
P(T<=t) una cola	0,43810953	
Valor crítico de t (una cola)	1,859548038	
P(T<=t) dos colas	0,876219061	
Valor crítico de t (dos colas)	2,306004135	

Anexo 14

Análisis estadístico t Student para la intensidad de sabor (pregunta 2)

	Pasta fresca	T1
Media	19,4	20
Varianza	351,8	194
Observaciones	5	5
Varianza agrupada	272,9	
Grados de libertad	8	
Estadístico t	-0,057427444	
P(T<=t) una cola	0,477806586	
Valor crítico de t (una cola)	1,859548038	
P(T<=t) dos colas	0,955613173	
Valor crítico de t (dos colas)	2,306004135	

Anexo 15

Análisis estadístico t Student para la preferencia de aroma, sabor y color (pregunta 3)

	Pasta fresca	T1
Media	19,4	20
Varianza	351,8	194
Observaciones	5	5
Varianza agrupada	272,9	
Grados de libertad	8	
Estadístico t	-0,057427444	
P(T<=t) una cola	0,477806586	
Valor crítico de t (una cola)	1,859548038	
P(T<=t) dos colas	0,955613173	
Valor crítico de t (dos colas)	2,306004135	

Anexo 16

Informe del contenido lipídico

INFORME

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS		
PARÁMETROS	RESULTADO MUESTRA 1	RESULTADO MUESTRA 2
Color	Verde	Verde
Olor	Característico	Característico
Estado	Sólido	Sólido

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	VALORES DE REFERENCIA
Grasa Total muestra 1	g/100g	15,21	Gravimetría- Extracción Soxhlet (Norma INEN 523)	-----
Grasa Total muestra 2	g/100g	18,33	Gravimetría- Extracción Soxhlet (Norma INEN 523)	-----

EQUIVALENCIAS: g = gramos.

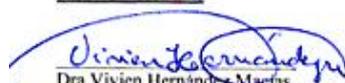
NOTAS: N/A

NOTA DE DESCARGO: Los campos marcados con © es información dada por el cliente. Assaylab Cía Ltda no se responsabiliza por la veracidad de la misma.

COMENTARIOS: N/A

Los resultados se refieren únicamente a la muestra analizada.

RESPONSABLE:


Dra Vivien Hernández Maefas
Gerente Laboratorio Cenain
ASSAYLAB CIA. LTDA.



Este informe no será reproducido excepto en su totalidad con la aprobación de la Gerente