

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



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

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**ESTUDIO DE LA APLICACIÓN DE ATMÓSFERAS MODIFICADAS EN
LA CONSERVACIÓN DEL AGUACATE FUERTE (*Persea americana Mill. cv.*
“Fuerte”)**

Tesis previa a la obtención del título de ingeniero agroindustrial

Autora: Quiguango Sánchez Melany Jazmín

Director: Ing. Juan Carlos De La Vega

Ibarra-Ecuador

2023



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:	1004300370
APELLIDOS Y NOMBRES:	Quiguango Sánchez Melany Jazmín
DIRECCIÓN:	Barrio San Agustín-San Roque
E-MAIL:	mjquiguangos@utn.edu.ec
TELEFONO:	0988661212

DATOS DE LA OBRA

TÍTULO:	Estudio de la aplicación de atmósferas modificadas en la conservación del aguacate fuerte (<i>Persea Americana Mill. cv. "Fuerte"</i>)
AUTOR:	Quiguango Sánchez Melany Jazmín
FECHA:	15/02/2023
PROGRAMA:	X PREGRADO POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Agroindustrial
DIRECTOR	Ing. Juan Carlos De La Vega, MSc.

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta 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 el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 17 días del mes de febrero de 2023

AUTOR:

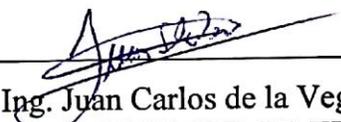
A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Melany Jazmín', written over a horizontal dotted line.

.....
Quiguango Sánchez Melany Jazmín

C.I.: 1004300370

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la Srta. Quiguango Sánchez Melany Jazmín, con cédula de ciudadanía 1004300370, bajo mi supervisión.



Ing. Juan Carlos de la Vega, MSc
DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

La presente tesis se la dedico a mis padres quienes me han apoyado para poder llegar hasta esta instancia, ya que ellos siempre han estado presentes para apoyarme.

También la dedico a mi hijo Matheo, quien ha sido mi más grande motivación para nunca rendirme en los estudios y poder llegar a ser un ejemplo para él.

Melany Q.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, doy gracias a Dios por haberme permitido tener tan buena experiencia dentro de mi universidad. Agradezco a mis amigas Dome, Belén y Sandy, las cuales se han convertido en mi familia y a mi compañero Xavi, quien siempre estuvo presente a lo largo de mi investigación.

A mis padres y a mi hijo, ya que ellos han sido la motivación de mi vida; es para mí una gran satisfacción poder dedicarles este logro.

Agradezco muy profundamente a mi tutor Ing. Juan Carlos de la Vega, por su dedicación y paciencia, gracias por su guía y todos sus consejos.

Este es un momento muy especial que espero, perdure en el tiempo, no solo en la mente de las personas a quienes agradecí, sino también a quienes invirtieron su tiempo analizando mi proyecto de tesis; a ellos asimismo les agradezco con todo mi ser.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS	11
ÍNDICE DE TABLAS	12
CAPÍTULO I	13
1.1. PROBLEMA	13
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	14
1.3. OBJETIVOS.....	15
1.4. HIPÓTESIS.....	15
CAPÍTULO II	16
2.1. Aguacate.....	16
2.2. Características fisicoquímicas del aguacate	18
2.2.1. Acidez titulable	19
2.2.2. Vitaminas	20
2.2.3. Ácidos fenólicos.....	21
2.2.4. pH.....	23
2.2.5. Sólidos solubles	24
2.2.6. Índice de madurez	25
2.2.7. Materia seca	27

2.2.8. Pérdida fisiológica de peso	28
2.3. Conservación de alimentos.....	29
2.3.1. Métodos físicos de conservación	30
2.3.2. Métodos químicos de conservación	31
2.3.3. Métodos por reducción del contenido de agua	31
2.3.4. Conservación en envases	33
2.4. Análisis Económico	35
 CAPÍTULO III.....	 37
 MATERIALES Y MÉTODOS	 37
3.1. Caracterización del área de estudio.....	37
3.2. Materiales y equipos.....	37
3.3. Métodos.....	38
3.3.1. Determinación de las variaciones fisicoquímicas y pérdida fisiológica de peso que sufre el aguacate fuerte durante el almacenamiento en atmósferas modificadas. ...	38
3.3.2. Análisis del efecto que producen los tratamientos en estudio sobre las propiedades fisicoquímicas del aguacate al finalizar su conservación.....	43
3.3.3. Desarrollo del análisis micro económico del proceso de conservación para el mejor tratamiento.....	47
3.4. Manejo específico del experimento.....	48
3.4.1. Diagrama de bloques.....	49

3.4.2. Descripción del proceso	50
CAPÍTULO IV	54
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	54
4.1. Determinación de las variaciones fisicoquímicas y pérdida fisiológica de peso que sufre el aguacate fuerte durante el almacenamiento en atmósferas modificadas.....	54
4.1.1. Comportamiento del pH durante el almacenamiento en AM	54
4.1.2. Comportamiento de los sólidos solubles (SST) durante el almacenamiento en AM	55
4.1.3. Comportamiento de la acidez titulable durante el almacenamiento en AM	57
4.1.4. Comportamiento de la pérdida fisiológica de peso (PFP) durante el almacenamiento en AM.....	58
4.2. Análisis del efecto que producen los tratamientos en estudio sobre las propiedades fisicoquímicas del aguacate al finalizar su conservación.....	59
4.3. Desarrollo del análisis microeconómico del proceso de conservación para el mejor tratamiento.	72
CAPÍTULO V	74
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	74
5.1. Conclusiones	74
5.2. Recomendaciones.....	75
BIBLIOGRAFÍA	76
CAPÍTULO VI.....	89

Anexo 1	89
Anexo 2	90

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Estructura molecular del ácido ascórbico **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 2.** Estructura molecular del fenol **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3.** Comportamiento de solidos solubles en el aguacate**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 4.** Etapas entre la formación de la fruta y la senescencia**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 5.** Escala de maduración del aguacate variedad “méndez”**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 6.** Correlación entre aceite (%) y materia seca (%) en aguacate hass . **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 7.** Pérdida fisiológica de peso..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 8.** Diagrama de flujo..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 9.** Pesado de las muestras.....40
- Figura 10.** Secado de las muestras.....40
- Figura 11.** Selección y clasificación de la materia prima.....41
- Figura 12.** Envasado de la materia prima42
- Figura 13.** Almacenamiento de la materia prima.....42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características generales del aguacate	16
Tabla 2. Producción de aguacate en la Región Andina.....	17
Tabla 3. Composición del aguacate	18
Tabla 4. Ácidos presentes en frutas	19
Tabla 5. Factor de los ácidos predominantes en frutas	20
Tabla 6. Vitaminas presentes en el aguacate.....	20
Tabla 7. Perfil fenólico de la cascara, pulpa y semilla de aguacate variedad “fuerte”22	
Tabla 8. Contenido de pH en algunas frutas	23
Tabla 9. Parámetros mínimos de calidad	27
Tabla 10. Métodos de conservación a través de la historia.....	29
Tabla 11. Métodos físicos de conservación	30
Tabla 12. Métodos químicos de conservación	31
Tabla 13. Métodos por secado	32
Tabla 14. Métodos por concentración.....	32
Tabla 15. Métodos de envasado.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 16. Atmósferas modificadas en el aguacate	34
Tabla 17. Características demográficas de Imbabura.	37
Tabla 18. Materiales, equipos e insumos	38
Tabla 19. Temperatura de almacenamiento	44
Tabla 20. Concentración de gases.....	45
Tabla 21. Descripción de tratamientos.....	45
Tabla 22. Variables en estudio	39
Tabla 23. Esquema del ADEVA	46
Tabla 24. Variables en consideración	47

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PROBLEMA

El aguacate (*Persea americana Mill*) es una fruta tradicional en la dieta ecuatoriana, debido a que su sabor se convierte en el complemento perfecto de los platos típicos de la región. Ecuador, por su ubicación geográfica tiene las condiciones climáticas apropiadas para el cultivo del aguacate, siendo las principales zonas productoras: Carchi, Imbabura, Pichincha, Tungurahua, Azuay y Loja (Viera, Viera, & Sotomayor, 2016). Sin embargo, según López (2000), se estima que entre el 25 y 80% de frutas frescas producidas se desperdician después de la recolección, siendo un factor importante con respecto a la economía de los productores.

El aguacate al ser un fruto climatérico es muy susceptible a cambios fisicoquímicos (incremento de azúcares, reducción de acidez, cambio de color, etc.) y al daño por frío, por lo que durante el almacenamiento puede sufrir una descomposición fisiológica (Sandoval, Forero, & García, 2010). Sin embargo, existen varios métodos físicos de conservación como la reducción de temperatura u oxígeno, adición de químicos, ajuste de pH y el uso de atmósferas modificadas o películas de recubrimiento; la utilización de estos métodos depende de lo que se desee en el producto, inhibir enzimas o conservar sustratos (Suarez, 2012).

Actualmente en la Federación de Agricultores del Norte (FEDEFRUNOR), existen este tipo de problemas (desperdicio de productos), debido a que el productor desconoce alternativas de postcosecha, afectando la rentabilidad y provocando bajos ingresos económicos. En la actualidad, existen varias investigaciones en atmósferas controladas y modificadas con aguacate, generalmente de la variedad “Hass”, ya que es la que más se exporta debido a sus características físicas, a diferencia de la variedad “fuerte o guatemalteca”. Esta última se consume casi en su totalidad en el mercado nacional, pero en época de cosecha existe una sobreproducción y por tanto el desperdicio de la misma. Por esta razón, se evaluó el método de atmósferas modificadas en esta variedad, para verificar si existe la posibilidad de mantener las propiedades fisicoquímicas del aguacate, durante un tiempo determinado de almacenamiento y evitar pérdidas de producción.

1.2. JUSTIFICACIÓN

Se estima que en Ecuador existen 7 mil hectáreas de aguacate y según las cifras del Banco Central del Ecuador, se exportó 34352 toneladas de aguacate, con un ingreso monetario de 2,3 millones (FAO, 2012). El aguacate es uno de los alimentos más apreciados, debido a su contenido en grasas saludables, nutrientes y a sus grandes beneficios en el organismo, ya que mejora el sistema inmunológico, ayuda a bajar el colesterol, mejora la salud del cabello, entre otros (indicepr, 2015).

Actualmente en la zona 1 no existen instituciones que trabajen en la investigación de atmósferas modificadas en el aguacate, ya que es una tecnología relativamente nueva y no existe apoyo económico, ni personal capacitado en el tema, y dado que según la encuesta realizada por Herrera (2017), existen pérdidas de hasta el 20% de la producción, se aplicó la tecnología de atmósferas modificadas para mantener en mejor medida las propiedades del fruto.

Los productos en el mercado que se presentan empacados con este tipo de tecnología se limitan a vegetales, por este motivo el proyecto de investigación se enfocó en investigar las mejores concentraciones y temperaturas de refrigeración, con el fin de mantener las características fisicoquímicas del aguacate fuerte, y así proveer al mercado nacional un producto de buena calidad y apto para el consumo humano, esperando que los productores puedan replicar los resultados obtenidos en función de disminuir las pérdidas de producción mencionadas anteriormente.

1.3. OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar la aplicación de atmósferas modificadas en la conservación del aguacate fuerte (*Persea americana Mill. cv. "fuerte"*)

Objetivos específicos

- Examinar los cambios fisicoquímicos y la pérdida fisiológica de peso que sufre el aguacate fuerte durante el almacenamiento en atmosferas modificadas.
- Analizar el efecto que produce los tratamientos en estudio sobre las propiedades fisicoquímicas del aguacate al finalizar su conservación.
- Desarrollar el análisis microeconómico del proceso de conservación para el mejor tratamiento.

1.4. HIPÓTESIS

- **Hipótesis alternativa**

La temperatura de refrigeración y la conservación en atmosferas modificadas influyen en las propiedades fisicoquímicas del aguacate.

- **Hipótesis nula**

La temperatura de refrigeración y la conservación en atmosferas modificadas no influyen en las propiedades fisicoquímicas del aguacate.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Aguacate

El nombre científico del aguacate es “*Persea americana* Mill.”, pertenece a la familia Lauraceae (Galindo & Arzate, 2010), este árbol es originario de las regiones tropicales de México y América central, siendo conocido por el hombre desde hace milenios (Pérez, Ávila, & Coto, 2015), es una especie perenne y puede alcanzar hasta los 30 m de altura según ICA (2012). Esta fruta es muy apreciada en el mercado mundial por su sabor exquisito, su alto valor nutritivo y sus extensas posibilidades de uso en procesos industriales (pulpas, mitades o cubos congelados, aceite e industria cosmética) (Sandoval, Forero, & García, 2010).

En Ecuador se exporta las variedades Hass y Fuerte o guatemalteco, sin embargo, existen más de 20 tipos diferentes en el país, la variedad “fuerte” tiene gran demanda en el mercado nacional debido a que se madura 10 días después de la recolección, a diferencia de la variedad “hass” donde su tiempo de madurez es de 15 días y contiene mayor contenido de aceite, siendo la más demandada en el mercado internacional (Palacios, 2010).

Al aguacate variedad fuerte se lo conoce también como guatemalteco, es originario de Atlixco (México), su nombre se debe a que sobrevivió a la dura helada del invierno en 1913, ya que es resistente al frío y fue una de las variedades más cultivadas en el mundo, hasta la aparición de la variedad Hass (DANE, 2015). Es de color verde claro y se caracteriza porque no cambia de color con la maduración, su pulpa es mantecosa y la piel delgada; tiene forma de pera alargada y su peso es de 250 gramos aproximadamente (TROPS, 2016). Se estima que en el 2011 existían 6.500 ha de la variedad fuerte en el país, mientras que de la variedad hass solo 500 ha, este fruto tiene gran potencial en el mercado, debido a que existe producción durante todo el año (INIAP, 2012). En la tabla 1 se muestran las características generales del aguacate, mientras que en la tabla 2 se muestra la producción de aguacate en la región andina.

Tabla 1

Características generales del aguacate

Características	Definición
-----------------	------------

Nombre científico	Persea Americana Mill.
Nombre Comercial	Aguacate, Avocado
Familia	Lauraceae
Origen	México y América Central
Variedad de exportación	Hass
Otras variedades	Fuerte, Antillano, Pikerton, Lamb Hass, Reed
Épocas de cosecha	Todo el año

Tabla 2

Producción de aguacate en la Región Andina

Provincias	Toneladas de producción
Carchi	1148
Imbabura	391
Pichincha	1850
Cotopaxi	1015
Tungurahua	22
Chimborazo	110
Bolívar	295
Cañar	105
Azuay	285
Loja	42
Total	5263

Nota. Tomado de (INEC, 2001), según Palacios (2010).

El aguacate tiene alto contenido de vitamina E (potente antioxidante), además de ser una buena fuente de energía y ácidos grasos en su mayor parte monoinsaturados, destacando al ácido oleico. También es una de las frutas más ricas en fibra y minerales como el magnesio y el potasio. El consumo en una cantidad suficiente puede proporcionar varios beneficios para la salud en el organismo (Cruz, 2019). En la tabla 3 se muestra la composición del aguacate en 100 gramos de porción comestible.

Tabla 3

Composición del aguacate

Compuesto	Cantidad
Agua (%)	73.23
Energía (kcal)	160
Grasa Total (g)	14.66
Carbohidratos (g)	8.53
Vitamina C (mg)	10
Potasio (mg)	485
Magnesio (mg)	29

Nota. Tomado de (Salud, 2012)

2.2. Características fisicoquímicas del aguacate

Astudillo & Rodríguez (2018), mencionan que actualmente se utilizan varios indicadores para saber la madurez de cosecha del aguacate como longitud y diámetro del fruto, presencia o ausencia de brillo en la cascara, tasa de respiración, materia seca, entre otros. Aunque también constituyen indicadores de madurez las variables fisicoquímicas como acidez titulable, sólidos solubles, pH, vitaminas, entre otros; estos parámetros también se utilizan como indicadores de calidad, a continuación, se describen algunos de ellos.

2.2.1. Acidez titulable

También se lo conoce como acidez libre, esta representa a los ácidos orgánicos presentes que se encuentran libres y se mide neutralizando la muestra con una base fuerte. Para cuantificar la acidez titulable, se considera el ácido orgánico más abundante en la fruta (J & A, 2018). En el aguacate el ácido predominante es el ácido cítrico y ácido tartárico, varias literaturas mencionan que 1 ml de la solución 0.1N de NaOH equivale a 64 g de ácido cítrico y 75 g de ácido tartárico.

Para determinar la acidez titulable en frutas se utiliza la norma INEN 381, con la ayuda de un potenciómetro y utilizando hidróxido de sodio; este método potenciómetro es el más utilizado (INEN, Norma Técnica Ecuatoriana, 2012). También se utiliza el método por titulación que consiste en neutralizar los iones H^+ con solución valorada de hidróxido de sodio, en presencia de una sustancia indicadora (fenolftaleína) (COLPOS, 1982). En la tabla 4 se especifican los ácidos predominantes en algunas frutas y en la tabla 5 el factor apropiado al ácido predominante.

Tabla 4

Ácidos presentes en frutas

Fruta	Ácido
Aguacate	Tartárico o Cítrico
Cereza	Málico
Ciruela	Málico
Frambuesa	Cítrico
Guayaba	Málico
Higo	Tartárico
Pera	Cítrico
Uva	Tartárico

Nota. Tomado de (Palomino, 2015)

Tabla 5*Factor de los ácidos predominantes en frutas*

Ácido	Factor
Ácido málico	0.67
Ácido orálico	0.45
Ácido cítrico	0.64
Ácido tartárico	0.75
Ácido acético	0.60

Nota. Tomado de (COLPOS, 1982)**2.2.2. Vitaminas**

Estos compuestos actúan en el organismo como catalizadores, eso quiere decir que aceleran o retardan las reacciones donde intervienen; se dividen en solubles e hidrosolubles como, Vitamina C o ácido ascórbico, Tiamina o B1, Riboflavina o B2, Ácido fólico o B8, B5 o PP, B5 o Ácido pantoténico, B6 o Piridoxina, B12 o Cianocobalamina y el factor H o Biotina) y en liposolubles como, Vitamina A, E, D y K (Ortega, 2003). En la tabla 6 se presentan las concentraciones de algunas vitaminas presentes en la pulpa del aguacate, donde se puede apreciar que tiene todas las vitaminas requeridas por el organismo, a excepción de la vitamina B12, que se la encuentra solo en el reino animal.

Tabla 6*Vitaminas presentes en el aguacate*

Vitamina	U/ 100 g b.h.
Vitamina C	8.80 mg
Vitamina B1	0.08 mg
Vitamina B2	0.14 mg
Vitamina B3	1.91 mg

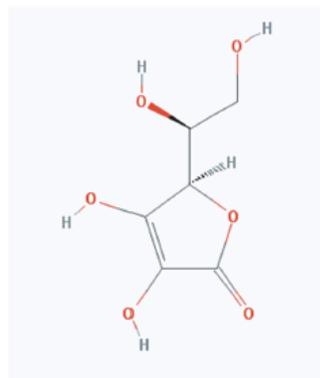
Vitamina B5	1.46 mg
Vitamina B6	0.29 mg
Vitamina B8	89 µg

Nota. Tomado de (Robayo, 2016)

La vitamina C es muy conocida gracias a su poder ante infecciones agudas, resfriados y cuya efectividad sobre el sistema inmunitario ha sido estudiada por varias literaturas. También es un donador de electrones que ayuda a la prevención del daño por oxidación, este mecanismo es muy beneficioso en enfermedades como la aterosclerosis, diabetes tipo 2 y el cáncer (San Mauro & Garicano, 2015). Esta vitamina no es muy estable, por eso su contenido en alimentos disminuye con el almacenamiento de larga duración, en soluciones neutras y alcalinas y cuando se expone al aire, luz y el calor (Cardero, Sarmiento, & Selva, 2009), ya que su estructura química es muy sensible a la degradación (Horacio & Cafaro, 2007). A continuación, en la figura 1 se encuentra la estructura molecular del ácido ascórbico.

Figura 1

Estructura molecular del ácido ascórbico



Nota. Tomado de (Aristizábal, 2016)

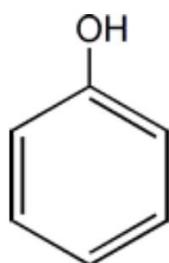
2.2.3. Ácidos fenólicos

Son compuestos químicos que intervienen como antioxidantes naturales, están estrechamente relacionados con la calidad sensorial de los alimentos y son los metabolitos secundarios más importantes presentes en las plantas, derivados en su mayor parte de la

fenilalanina y de la tirosina en menor cantidad, se dividen en flavonoides, ácidos fenólicos y polifenoles (Porrás & López, 2009). Los fenoles son un grupo muy diverso, que comprende desde moléculas sencillas como ácidos fenólicos hasta polímeros complejos como los taninos y la lignina, según menciona Ávalos & Pérez (2009), en la figura 2 se muestra la estructura molecular del fenol.

Figura 2

Estructura molecular del fenol



Nota. Tomado de (Ávalos & Pérez, 2009)

Según la investigación realizada por Rodríguez, Morcuende, Andrade, Kylli, & Estévez (2011), los fenoles encontrados en el tejido del aguacate fueron catequinas, ácidos hidroxibenzoicos (OH-B), ácidos hidroxicinámicos (OH-C), flavonoles y procianidinas; en donde las cascaras y semillas de aguacate tenían mayor cantidad de fenoles que la pulpa. La determinación de compuestos fenólicos según Yudi & Vidaurre (2015), se realiza por el método colorimétrico de Follin-Ciocalteu, donde 50 μL de muestra fueron adicionados a 125 μL del reactivo de Follin, y 400 μL de CaCO_3 al 7.1 %, se afora con agua destilada hasta 1000 μL y se realiza la lectura espectrofotométrica a 775 nm y, por último, se compara con la curva patrón usando ácido gálico, el resultado se expresa como mg de ácido gálico eq / 100 g de fruta fresca. En la tabla 7 se indican los fenoles identificados en el aguacate variedad “fuerte”.

Tabla 7

Perfil fenólico de la cascara, pulpa y semilla de aguacate variedad “fuerte”

Perfil fenólico de la cascara, pulpa y semilla de aguacate variedad “fuerte”

	Catequinas	Flavonoles	Procianidinas
Cascara	751.9 ± 24.8	361.1 ± 15.6	13484.3 ± 512.2
Pulpa	0.4 ± 0.1	<LOD	62.1 ± 1.0
Semilla	96.7 ± 4.1	2.1 ± 0.1	876.9 ± 25.9

Nota. Tomado de (Rodríguez, Morcuende, Andrade, Kylli, & Estévez, 2011)

2.2.4. pH

El pH o potencial de hidrógeno expresa el grado de acidez o basicidad de una solución, en una escala que varía entre 0 y 14, cabe recalcar que la acidez aumenta cuando el pH disminuye (Goyenola, 2007). Astudillo & Rodríguez (2018), mencionan que el comportamiento del pH se relaciona con el contenido de ácidos orgánicos presentes en las frutas, debido a que durante el periodo de maduración estos ácidos tienden a disminuir, ya que se consumen en los distintos ciclos metabólicos.

Las frutas se consideran ácidas si su pH es inferior a 7, tienen bajo contenido de ácido si su pH es de 4.6 a 7, si su contenido de pH es inferior a 4.6, las frutas son consideradas muy ácidas (Casaubon, y otros, 2018). Una forma simple de determinar si una solución es ácido o base es mediante la utilización del papel tornasol, el cual sumergida en la solución cambia de color a rosa, si es una solución ácida o a color azul si es alcalina; aunque no es muy adecuado para soluciones muy coloreadas (González, 2011). Según el CODEX (2002), se utiliza el potenciómetro para medir el pH, siendo el método actualmente más utilizado. En la tabla 8 se encuentran algunas frutas con su respectivo pH.

Tabla 8

Contenido de pH en algunas frutas

Fruta	pH
Aguacate	6-7
Limón	2.2 – 2.4
Ciruelas	2.8 – 4.6

Mango	3.9 – 4.6
Plátano	4.5 – 5.2
Higo	4.6
Papaya	5.2 – 5.7

Nota. Tomado de (INFO, 2017)

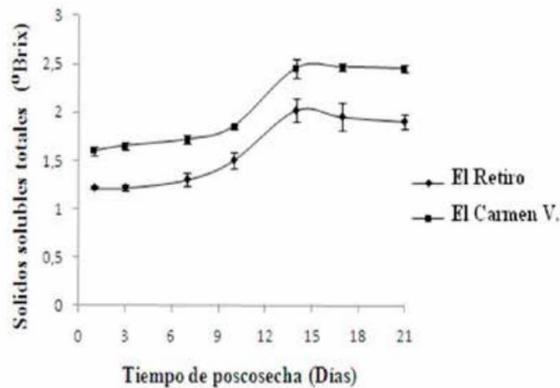
2.2.5. Sólidos solubles

Los sólidos solubles se miden mediante una escala °Brix, que permite medir la cantidad aproximada de azúcares o sólidos solubles en una solución. Esta es una medida de densidad, donde 1 °Brix es la densidad de una disolución de sacarosa al 1% peso, y a esta corresponde un índice de refracción, así se establece la relación entre el % de sólidos solubles y °Brix según mencionan Domene & Segura (2014). Los sólidos solubles se pueden cuantificar mediante el método IFU No. 8 (1991), la AOAC 983.17 y la ISO 2173:2003, por refractometría (CODEX, 2005), o por la metodología descrita por Maftoonazad y Ramaswamy (Mora, 2019), que es la más apropiada para sólidos como el aguacate.

Según la investigación realizada por Márquez, Yepes, Sánchez, & Osorio (2014), existe un incremento de la concentración de sólidos solubles durante el almacenamiento, lo cual se debe a la actividad metabólica que involucra a las enzimas α y β amilasas, las cuales durante el proceso de maduración, hidrolizan el almidón a carbohidratos más simples (monosacáridos y disacáridos). Otra investigación afirma que este comportamiento se debe por la hidrólisis de algunos polisacáridos, como el almidón, pectinas de la pared celular, los cuales acumulan azúcares (glucosa, fructosa y sacarosa), que son los componentes principales de los sólidos solubles (Torres, Montes, Pérez, & Andrade, 2013). En la figura 3 se muestra el comportamiento de los sólidos solubles del aguacate provenientes de dos lugares, durante el almacenamiento.

Figura 3

Comportamiento de sólidos solubles en el aguacate



Nota. Tomado de (Márquez, Yepes, Sanchez, & Osorio, 2014)

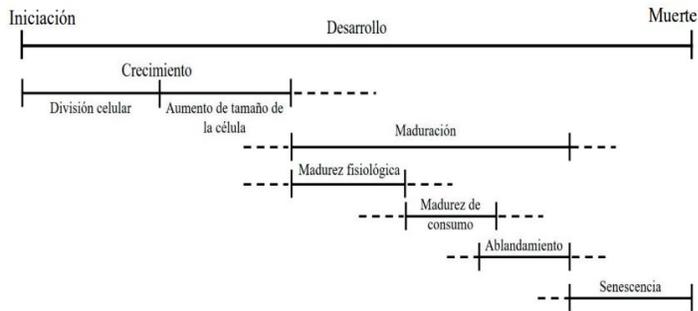
2.2.6. Índice de madurez

La calidad de la fruta depende en su mayor parte de la correcta cosecha de las frutas, deben estar en el estado de madurez adecuado, debido a que de él depende la duración en el almacenamiento del producto. Cuando la fruta se cosecha inmadura, la calidad sensorial y comestible será inferior, aunque reciba los más adecuados manejos postcosecha (Angón, Santos, & Hernandez, 2006). El índice de madurez se realiza teniendo en cuenta la relación entre el contenido de sólidos solubles y la acidez total, mencionan Villalba, Yepes, & Arrázola (2005).

El proceso de maduración de las frutas ocurre en las etapas finales del crecimiento y el desarrollo, se da en dos pasos, la madurez fisiológica que sucede cuando el fruto alcanza su máximo tamaño y el mayor vigor de las semillas, y la madurez de consumo, en donde se incluyen varios cambios como la modificación del color, la modificación de la textura, azúcares, ácidos orgánicos y compuestos volátiles que afectan la calidad nutricional del fruto y el aumento a la susceptibilidad de patógenos que están asociados a la pérdida de integridad de la pared celular (Martínez, y otros, 2017). En la figura 4 se muestran las distintas etapas que se llevan a cabo entre el inicio del desarrollo de la fruta y su senescencia.

Figura 4

Etapas entre la formación de la fruta y la senescencia



Nota. Tomado de (Martinez, y otros, 2017)

Para la correcta cosecha del aguacate se utilizan varios indicadores como el cambio de color en la cáscara y la desaparición del brillo, las cuales son mediciones subjetivas y presentan bastante imprecisión. El contenido de grasa y materia seca son indicadores más factibles, sin embargo el primero es muy difícil de determinar (Sandoval, Forero, & García, 2010). En la tabla 9 se muestran los parámetros mínimos de calidad para algunas variedades de aguacate. El aguacate variedad hass y méndez cambian de color con el proceso de maduración, mientras que la variedad fuerte, solo pierde brillo. En la figura 5 se observa la escala de maduración del aguacate Méndez, según el cambio de color de la corteza.

Figura 5

Escala de maduración del aguacate variedad “Méndez”



Nota. Tomado de (Herrera, Salazar, Martínez, & Ruiz, 2017)

Tabla 9*Parámetros mínimos de calidad del aguacate*

Variedad	Pulpa (%)	Aceite (%)	Materia Seca (%)	Dureza (kgf. cm²)
Hass	55.7	25.5	39.5	2.4
Fuerte	70.6	10	21.1	2.2
Trinidad	62.9	10.8	23.9	2.4

Nota. Tomado de (Sandoval, Forero, & García, 2010)

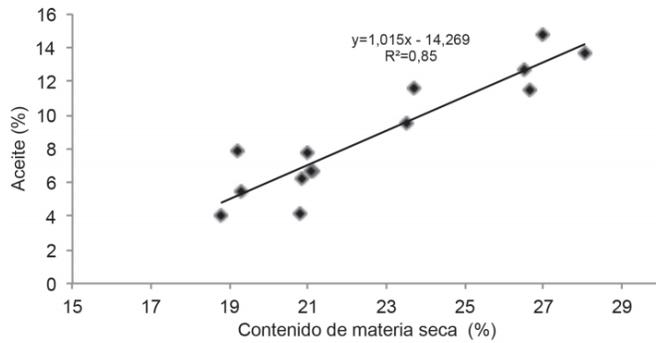
2.2.7. Materia seca

La materia seca es lo que queda cuando la humedad es eliminada de un alimento y es uno de los indicadores más utilizado para definir la madurez fisiológica de las frutas, debido a que es un proceso confiable, reproducible, de bajo costo y fácil aplicación (Cerdas, Montero, & Somarribas, 2014). Se la puede calcular de distintas formas, una técnica nueva es con la aplicación del espectro infrarrojo cercano (NIR), que se basa en una combinación sofisticada de espectros y métodos matemáticos, donde la luz infrarroja (IR) es reflejada sobre la muestra; esta tecnología estima el contenido de materia seca sin destruir el fruto (Lobo, 2018). El más utilizado es el método de microondas, donde la muestra se seca en un horno a 70°C hasta que los pesos sean consecutivos; se la utiliza mucho debido a su velocidad, simplicidad, bajo costo y repetibilidad (ALIMENTARIUS, 2012).

Los estándares de materia seca en el aguacate dependen de la variedad, 19% para la variedad fuerte, 20.8% para la hass y 24.2 para la gweng (Carvalho, Velásquez, & Rooyen, 2015). (Cerdas, Montero, & Somarribas (2014) mencionan que, si el aguacate se cosecha sin la madurez adecuada, al momento de cortar el fruto, la semilla permanece adherida a la pulpa y no presenta la palatabilidad deseada por el consumidor. Según la investigación realizada por Cerdas, Montero, & Somarribas (2014), el contenido de aceite como el de materia seca tienden a aumentar durante el almacenamiento del aguacate hass, esto se le atribuye al comportamiento climatérico del fruto. En la figura 6 se muestra el comportamiento de las dos variables.

Figura 6

Correlación entre aceite y materia seca en Aguacate Hass



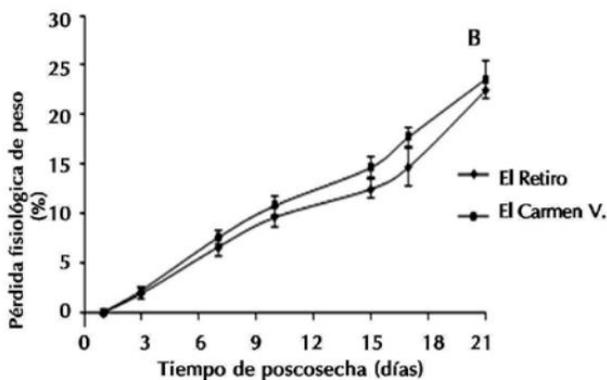
Nota. Tomado de (Cerdas, Montero, & Somarribas, 2014)

2.2.8. Pérdida fisiológica de peso

La pérdida de peso de las frutas ocurre durante la postcosecha, donde existe una pérdida de peso que se acompaña de otros cambios como arrugamiento en la superficie y ablandamiento de las frutas (Blandón, 2012). Se la determina mediante la diferencia de peso de la fruta después del tratamiento aplicado, con respecto al peso inicial, con la ayuda de una balanza. El resultado se expresa en porcentaje (Magaña, Sauri, Corrales, & Saucedo, 2013). Con respecto a la pérdida de peso fisiológico en el aguacate hass, la figura 7 muestra el comportamiento continuo creciente del aguacate proveniente de dos distintos lugares.

Figura 7

Pérdida fisiológica de peso



Nota. Tomado de (Márquez, Yepes, Sanchez, & Osorio, 2014)

Dada la importancia de todas estas propiedades y ya que se busca conservarlas a lo largo del tiempo, existen muchas tecnologías en la conservación de alimentos las cuales se van a discutir a continuación.

2.3. Conservación de alimentos

Los métodos de conservación han existido desde hace mucho tiempo, los cuales se han ido consolidando y perfeccionando con el tiempo, entre ellos se encuentran los más comunes como el salado, ahumado, refrigerado, entre otros (Aguilar, 2012). Es necesario aplicar tratamientos adecuados, con el fin de evitar la pérdida de las características organolépticas del producto y mantener una óptima calidad por un período de tiempo prolongado (Ministerio de Producción y Trabajo, 2016). A continuación, se describen algunos métodos de conservación. En la tabla 10 se da a conocer los diferentes métodos de conservación a través del tiempo.

Tabla 10

Métodos de conservación a través de la historia

Época	Método utilizado
Tiempos primitivos	Utilización de sal común, hielo.
Región egipcia	Utilización de aceite, derivados del vinagre.
Región de los persas	Adición de azúcares
Griegos	Grajeado de frutas y hortalizas
Antigua Roma	Adición de dióxido de azufre al vino
Siglo XV	Empleo del adobo
Siglo XIX	Aplicación de sulfitos a carnes
	Pasteurización
Siglo XX	Congelación
	Liofilización
	Procesos no térmicos

Nota. Tomado de (Aguilar, 2012)

2.3.1. Métodos físicos de conservación

Esta operación unitaria consiste en someter los productos a altas o bajas temperaturas por un período determinado de tiempo, con el fin de reducir la carga microbiana inicial. Actualmente los tratamientos térmicos siguen siendo los métodos más utilizados para preservar los alimentos, independientemente del desarrollo de nuevas tecnologías (López, Valencia, & Medina, 2016). En la tabla 11 se encuentran los métodos físicos de conservación por frío y calor.

Tabla 11

Métodos físicos de conservación

Método de conservación	Temperatura (°C)
Horneo	180
Ultra pasteurización	135
Esterilización	121
Pasteurización	75
Refrigeración	0
Congelación	-18
Ultra congelación	-35

Nota. Tomado de (Yunga, 2011)

El escaldado consiste en exponer las frutas a altas temperaturas durante pocos minutos, con el fin de destruir enzimas que podrían deteriorar al producto, además de reducir la carga microbiana mediante la inactivación de microorganismos sensibles al calor. Se ha determinado que el escaldado reduce la carga microbiana entre el 60 y 90%, según Alzamora, Guerrero, Nieto, & Vidales (2004). En cambio un método por frío es la refrigeración, con temperaturas por debajo de 4°C, inhibiendo el crecimiento de la mayoría de las bacterias patógenas pero sin matarlas, por

lo que durante el almacenamiento hay que tener varias precauciones (Universidad Industrial de Santander, 2008).

2.3.2. Métodos químicos de conservación

La operación de conservar alimentos mediante sustancias químicas ha originado una infinidad de métodos de conservación, debido a sus propiedades conservadoras, tales como el antipardeamiento, antioxidantes y antimicrobiana (Aguilar, 2012). Cada tipo de conservación química utilizada en el producto tiene su objetivo, como por ejemplo en el salazón es deshidratar parcialmente, reforzar el sabor e inhibir algunas bacterias. En el caso de la adición de ácidos, su fin es evitar o retardar la oxidación de algunos compuestos presentes en el producto (Arias, 2016). En la tabla 12 se especifican los métodos químicos de conservación.

Tabla 12

Métodos químicos de conservación

Métodos Químicos	
Modifica de las propiedades sensoriales	No modifica las propiedades sensoriales
Adición de alcohol	Adición de sustancias con actividad antiséptica
Adición de grasas	
Adición de azúcares	
Adición de sales	
Ahumado	
Fermentación	

Nota. Tomado de (Aguilar, 2012)

2.3.3. Métodos por reducción del contenido de agua

El secado es el método más antiguo, donde se conservan alimentos como la carne, frutas, verduras, leche, entre otros (Arias, 2016). Es una de las operaciones unitarias más comunes en la conservación del valor nutricional del producto, que implica simultáneamente una transferencia

de calor y masa, acompañada por un cambio de fase según señalan Pineda, Chacón, & Cordero (2009). A continuación, en la tabla 13 se describen los métodos más utilizados.

Tabla 13

Métodos por secado

Método	Descripción
Deshidratación	Se elimina el agua en forma de vapor .
Liofilización	Se somete al producto a bajas temperaturas y presiones, seguido de una sublimación.
Atomización	Se transforma una disolución en un material seco en partículas.

Nota. Tomado de (Pineda, Chacón, & Cordero, 2009)

También se utiliza la concentración, la cuál disminuye el agua hasta que la A_w del producto sea mínima, evitando así, el desarrollo de microorganismos. En la industria alimentaria se la utiliza en la concentración de alimentos líquidos. Según a lo establecido en el Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios de la Secretaría de Salud, existen distintos concentrados (artificiales, de frutas, de aceite esencial, entre otros), dependiendo del alimento que se emplea . En la tabla 14 se muestran los métodos que se emplean para realizar la concentración en alimentos.

Tabla 14

Métodos por concentración

Método	Descripción
Evaporación	El agua se elimina por aplicación de calor, hasta que el alimento alcance la concentración deseada.
Deshidratación azeotrópica	Se combina un disolvente con el agua, formando un azeótropo, destilando para separar el exceso de disolvente.
Ósmosis inversa y ultrafiltración	Se utilizan membranas permeables al agua, que permitan el paso selectivo de moléculas.

Nota. Tomado de (Pineda, Chacón, & Cordero, 2009)

2.3.4. Conservación en envases

Actualmente los envases se están transformando en un medio muy utilizado para la comercialización de alimentos, ya que además de brindar una mejor conservación y mayor tiempo de vida útil, generan también un impacto visual que llama la atención de los consumidores (Rodríguez, y otros, 2014). En la última década, la industria del envasado ha mostrado grandes avances, a través de los envases activos e inteligentes. Los envases activos poseen componentes integrados que pueden liberar o absorber sustancias hacia o desde el producto, a diferencia de los envases inteligentes, estos pueden ser incorporados como etiquetas o de diferentes maneras en el alimento, con el fin de indicar la frescura y buen estado del producto (Quezada, 2013). En la tabla 15 se muestran los distintos tipos de envasado.

Tabla 15

Métodos de envasado

Método	Descripción
Envasado tradicional	Se envasa el producto sin ninguna modificación gaseosa, evitando simplemente la contaminación cruzada, manipuladores o el ambiente.
Envasado al vacío	Se elimina el aire que rodea al alimento, reduciendo la degradación del alimento por parte del oxígeno.
Atmósferas controladas	La composición de N ₂ y CO ₂ se mantiene constante durante el almacenamiento, mediante un control continuado.
Atmósferas modificadas	Se utiliza O ₂ , N ₂ y CO ₂ , la composición de los gases se modifica dependiendo el tipo de alimento y envase utilizado.

Nota. Tomado de (Rodríguez, y otros, 2014)

En esta investigación se utilizará el envasado en atmósferas modificadas (AM), que según mencionan De la Vega, Cañarejo, & Pinto (2017), el producto es sometido en atmósferas distintas a la ambiental dentro de empaques (polietileno), que permitan el ingreso de oxígeno y la salida de

dióxido de carbono y vapor de agua. Varias investigaciones respaldan el uso de atmósferas modificadas como método de conservación que retrasa los procesos metabólicos de los alimentos, mejorando la calidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial (Vallejo & Velasco, 2015).

La aplicación de esta técnica tuvo orígenes en los años 30, cuando las embarcaciones que transportaban carne y mariscos desde Australia a Inglaterra, empezaron a utilizar gases para la preservación de los productos (Ospina & Cartagena, 2008). Desde ahí fueron perfeccionando la técnica hasta hoy en día. La concentración de los gases depende de las exigencias del alimento a envasar, con una atmósfera rica en CO₂ y pobre en O₂ con el fin de reducir el proceso de respiración de los productos, conservando las características físicoquímicas, organolépticas y microbiológicas por un determinado tiempo (Ospina & Cartagena, 2008).

Últimamente se están utilizando concentraciones superatmosféricas de O₂, ya que según investigaciones son efectivas para inhibir el pardeamiento enzimático, prevenir la fermentación anaeróbica y reducir el crecimiento microbiano (Sosa, Van de Velde, & Pirovani, 2012). Según esta investigación las atmósferas modificadas convencionales son recomendadas para conservar la calidad de frutas y hortalizas, mientras que las concentraciones superatmosféricas inhiben las reacciones antes mencionadas, aunque en productos enteros puede no tener efecto o reducir la respiración, la producción de etileno y actividades enzimáticas, dependiendo de la fruta.

Se han realizado varios estudios con atmósferas modificadas en el aguacate tanto frescas como mínimamente procesadas, a continuación, en la tabla 16 se presentan los resultados de algunas investigaciones, en donde se evaluaron trastornos fisiológicos (pulpa gris, pardeamiento), parámetros de calidad del fruto (humedad, firmeza, pérdida de peso), parámetros sensoriales (sabor, textura), actividad antioxidante, actividad enzimática, compuestos fenólicos, entre otros.

Tabla 16

Atmósferas modificadas en el aguacate

Estudio	Resultado
Frigoconservación y atmósferas modificadas en aguacate mínimamente procesado	Se evaluaron dos AM (polietileno de baja densidad lineal y Vacumm 300) a 5 y 20 °C y con adición o no de antioxidantes, en donde el mejor tratamiento fue el de película

	para vacío (Vacumm 300) con antioxidantes a 5°C (Zarazúa, Martínez, Colinas , Barrientos, & Aguilar, 2005) .
Manejo de frutos de aguacate 'hass' en atmósferas modificadas en postcosecha	Se evaluaron AM con cuatro y dos microperforaciones a 5 y 18 °C, en donde se comprobó que esta alternativa es viable con relación a un almacenamiento en aire normal (Valle , Espinosa, & Marínez, 2017).
El vapor de aceite de tomillo y el envasado en atmósfera modificada reducen la incidencia de antracnosis y mantienen la calidad de la fruta en el aguacate	Se evaluó una AM (8%CO ₂ y 2% O ₂) más aceite de tomillo, los cuales resultaron beneficiosos con respecto a trastornos fisiológicos, parámetros de calidad de la fruta, actividad enzimática, entre otros (Sellamuthu, Mafune, Sivakumar, & Soundy, 2013).

2.4. Análisis Económico

La evaluación de proyectos de inversión tiene como objetivo, analizar la ventaja o desventaja en el uso de recursos destinados a la ejecución de un proyecto, dirigido a la solución de un problema. El análisis económico ayuda a establecer los beneficios y costos desde el punto de vista del país, la población y su impacto en la economía (Duarte, Jimenez, & Ruiz, 2007). Los métodos para realizar este análisis a menudo incluyen calcular el valor actual neto, la tasa de retorno, utilizar el método de período de recuperación y el índice de rentabilidad (González, 2009). El proyecto se enfocará en la microeconomía.

A la microeconomía se la conoce también como teoría de los precios, ésta estudia las unidades económicas de consumo y producción, los mercados, la interacción entre oferta y demanda, los precios, el salario y distintos comportamientos que tienen los agentes económicos (abc, 2007). Este modelo económico permite hacer predicciones acerca del comportamiento futuro

de las variables se construyen sobre unos principios de partida, denominados “supuestos” los cuáles:

- No se encuentran sujetos a deducción de otros principios más básicos.
- Son razonablemente verdaderos, pero no necesariamente comprobables.
- Funcionan como indicios en la estructura lógica para deducir las conclusiones y correlaciones que se encuentren en los niveles más bajos de generalidad (Montilla, 2007).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Caracterización del área de estudio

El proceso de envasado en atmósferas modificadas se llevó a cabo a nivel experimental en el laboratorio de análisis fisicoquímico y microbiológico de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA) de la Universidad Técnica del Norte (UTN), en el complejo de laboratorios de la Universidad ubicada en el antiguo hospital viejo y en el Laboratorio Experimental Santa Catalina INIAP. En la tabla 17 se muestran las características demográficas de Imbabura.

Tabla 17

Características demográficas de Imbabura.

Características	Definición
Coordenadas	00° 20' 00" y 78° 06' 00"
Superficie	1162,22 Km ²
Altitud	2220 msnm.
Temperatura media	15,9 °C

Nota. Tomado de (Cornejo de Grunauer, Zorrilla, Bermúdez, & Estacio, 2013)

La materia prima que se utilizó en esta investigación es el aguacate (*Persea americana* Mill. var. “fuerte”), obtenida de la Federación de Agricultores del Norte (FEDEFRUNOR), los frutos fueron cosechados en junio en una finca ubicada en Cotacachi, vía Intag en época lluviosa.

3.2. Materiales y equipos

Los equipos, materiales e insumos utilizados en la investigación se muestran en la Tabla 18. Además, para cumplir con los objetivos propuestos se utilizó aguacate en estado de madurez de consumo. Así también se utilizó tanques de oxígeno (O₂), dióxido de carbono (CO₂) y nitrógeno (N₂).

Tabla 18*Materiales, equipos e insumos*

Materiales	Equipos	Insumos
Agitador	Potenciómetro	Aguacate variedad “fuerte”
Mortero	Balanza analítica	Agua destilada
Matraz Erlenmeyer (250,500 ml)	Soporte universal	Hidróxido de sodio
Matraz volumétrico (250,500 ml)	Refractómetro	Reactivo Folin- Ciocalteu
Embudo	Centrifugadora	Carbonato de Sodio
Vasos de precipitación (50, 500 ml)	Espectrofotómetro	Ácido metafosfórico
Pipetas	Horno	Indofenol
Pelador		Ácido ascórbico
Balón aforado (50, 500, 1000 ml)		Ácido gálico
Platos Petri		Metanol
Papel filtro		Fenolftaleína
Toallas de papel		Bicarbonato de sodio

3.3. Métodos

3.3.1. Determinación de las variaciones fisicoquímicas y pérdida fisiológica de peso que sufre el aguacate fuerte durante el almacenamiento en atmósferas modificadas.

Para la determinación de las variaciones fisicoquímicas y pérdida fisiológica de peso que sufre el aguacate durante el almacenamiento se realizaron curvas de comportamiento de las variables expuestas en la tabla 19, las cuáles se examinaron los días 4, 8 12 y 16; cada tratamiento se analizó por triplicado.

Tabla 19

Variables en estudio

Variable	Método
pH	AOAC 981.12 (2016)
Sólidos solubles	Maftoonazad y Ramaswamy (2008)
Pérdida fisiológica de peso	Gravimetría
Ácido titulable	NTE INEN 381

3.3.1.1. Unidad experimental

Cada unidad experimental está constituida por una unidad de aguacate, donde cada unidad experimental consta de cuatro subunidades. En la tabla 20 se aprecian las variables en estudio con su determinada metodología.

Tabla 20*Variables en estudio*

Variable	Método
Ácido titulable	NTE INEN 381
pH	AOAC 981.12 (2016)
Sólidos solubles	Maftoonazad y Ramaswamy (2008)
Polifenoles	Folin-Ciocalteu
Vitamina C	AOAC 967.21
Pérdida fisiológica de peso	Gravimetría
Índice de madurez	Cálculo matemático

3.3.1.1.1. Ácido titulable y pH

Para medir el pH se utilizó la metodología AOAC 981.12 (2016), donde se tomaron 5 g de pulpa y se agregó 25 ml de agua destilada, se homogenizó y determinó el pH de la solución con la ayuda de un potenciómetro. Inmediatamente después de la lectura del pH, se midió la acidez expresada en % de ácido tartárico por titulación siguiendo la NTE INEN 381, se utilizó hidróxido de sodio hasta llegar a 8.1 ± 0.2 unidades del pH. El valor del pH de la muestra se lee directamente en la escala del potenciómetro. La acidez titulable se determinó mediante la ecuación (1).

$$A = \frac{V_1 N_1 M}{V_2} \quad (1)$$

Donde:

A: g de ácido por 100 g de producto.

V_1 : ml de NaOH usados para la titulación de la alícuota.

N_1 : normalidad de la solución de NaOH (0.1 N).

M: peso molecular del ácido considerado de referencia.

V_2 : volumen de la alícuota tomada para el análisis.

La acidez de aguacate también se puede determinar en % de ácido tartárico.

3.3.1.1.2. Sólidos solubles

Para determinar los sólidos solubles, referidos como °Brix, se utilizó la metodología descrita por Maftoonazad y Ramaswamy (2008). Se preparó una solución de pulpa de aguacate con agua destilada en relación 1:3, se la centrifugó a 3000 rpm durante 15 min y se realizó la medición usando un refractómetro digital. Se utilizó la fórmula (2) para cuantificar los sólidos solubles:

$$SS = \frac{^{\circ}Brix}{V} * 100 \quad (2)$$

Donde:

°Brix: los °Brix leídos por el refractómetro digital.

V: volumen utilizado para realizar la solución.

3.3.1.1.3. Polifenoles

Para la cuantificación del contenido total de fenoles se empleó el método espectrofotométrico de Folin Ciocalteu, que consiste en mezclar 750 μL del reactivo Folin diluido al 10% v/v y 100 μL de la solución patrón de la curva de calibración de ácido gálico o del extracto diluido 1:1 con agua. La mezcla se agitó en vórtex durante 30 s y se dejó a temperatura ambiente durante 10 min. Luego se adicionó 750 μL de una solución de carbonato de calcio al 6% p/v en agua, se agitó en vórtex durante 30 s y se incubó a temperatura ambiente en oscuridad durante 90 min. Finalmente se midió la absorbancia a 765 nm. La curva de calibración se realizó con ácido gálico en un rango de concentración final de 12 a 190 $\mu\text{g/ml}$. La concentración de fenoles se expresó como mg de ácido gálico/ 100 g de fruta.

3.3.1.1.4. Vitamina C

Para determinar el ácido ascórbico en el aguacate se siguió la metodología AOAC 967.21, primero se preparó la solución extractora de ácido metafosfórico- ácido acético. Se disolvió con agitación 15 g de HPO_3 en 40 ml de CH_3COOH y 200 ml de H_2O , se diluyó a 500 ml y filtró a través de papel filtro en un balón aforado. La solución se mantuvo en refrigeración ya que puede cambiar lentamente de HPO_3 a HPO_4 .

Luego se preparó la solución estándar de ácido ascórbico, se pesó 50 mg del estándar de referencia de ácido ascórbico que se almacenó en un lugar oscuro, lejos de la luz solar directa. Se transfirió a un matraz volumétrico de 50 ml y se procedió a diluir. Luego se preparó la solución estándar de indofenol, se disolvió 50 mg de sal de 2,6 dicloroindofenol en 50 ml de agua a la que se agregó 42 mg de NaHCO_3 , se agitó y cuando el tinte se disolvió se diluyó con 200 ml de H_2O , se filtró a través de papel filtro a un balón aforado y se tapó. Para verificar si está lista la solución, se agregó 5 ml de solución de extracción a 15 ml del reactivo de tinte, si la solución no es prácticamente incolora, se descarta y se prepara una nueva solución.

Se transfirió tres alícuotas de 2 ml de solución estándar de ácido ascórbico a tres Erlenmeyer de 50 ml que contenían 5 ml de solución de HPO_3 - CH_3COOH , se tituló con una solución de indofenol desde 50 ml de la bureta hasta que se mantenga el color rosado claro durante

5 s. Luego se preparó el azul de timo pH, donde se disolvió 0,1 g de indicar triturado en un mortero con 10.75 ml de NaOH 0.02 M y diluyó con 250 ml de H₂O destilada.

Para titular la muestra, se molió y pesó 1g, se agregó 25 ml de solución de HPO₃-CH₃COOH, se agitó la solución para asegurar una porción de prueba uniforme y se filtró a través de papel filtro a un balón aforado de 50 ml, se aforó y transfirió 5ml de la solución a un vaso de precipitación y se tituló. El ácido ascórbico se determinó mediante la ecuación (3) y (4).

$$\frac{mg\ ac}{100\ g} = (X - B) \left(\frac{F}{E}\right) \left(\frac{V}{Y}\right) * 100 \quad (3)$$

Donde:

X: ml promedio para la titulación de la solución de prueba.

B: ml promedio para la valoración del blanco de prueba.

F: mg de ácido ascórbico equivalente a 1,0 ml de solución estándar de indofenol.

Donde:

$$F = \frac{mg\ ac.\ asc.}{Vt - Vr} \quad (4)$$

E = g o ml analizados.

V = solución de prueba inicial de volumen.

Y = volumen de la resolución de la prueba titulada.

3.3.1.1.5. Pérdida fisiológica de peso

La pérdida de peso se la determinó mediante la diferencia de peso de la fruta después del tratamiento aplicado, con respecto al peso inicial, con la ayuda de una balanza. El resultado se expresa en % y se utilizó la ecuación (5).

$$PP = \frac{(Pf - Po)}{Po} \times 100 \quad (5)$$

Donde:

PP: pérdida de peso.

Pf: peso al final del tratamiento.

Po: peso inicial.

3.3.1.1.6. Índice de madurez

El índice de madurez se calculó mediante la relación entre el contenido de sólidos solubles y la acidez total, expresada en %. Se calculó mediante la ecuación (6).

$$IM = \frac{SS}{AT} \quad (6)$$

Donde:

IM: Índice de madurez.

SS: sólidos solubles.

AT: acidez titulable.

3.3.2. Análisis del efecto que producen los tratamientos en estudio sobre las propiedades fisicoquímicas del aguacate al finalizar su conservación.

Para desarrollar esta investigación se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial AxB con tres repeticiones, donde el factor A es la temperatura y el factor B la concentración de gases. Se analizaron las variables mencionadas en la tabla 21 al inicio (día 0) y al final del experimento (día 16), con la finalidad de conocer el tratamiento que ha mantenido en mejores condiciones las propiedades fisicoquímicas del aguacate e identificar si las

concentraciones y temperaturas de refrigeración influyen en el almacenamiento en atmósferas modificadas del aguacate.

Tabla 21

Variables en estudio

Variable	Método
Ácido titulable	NTE INEN 381
pH	AOAC 981.12 (2016)
Sólidos solubles	Maftoonazad y Ramaswamy (2008)
Polifenoles	Folin-Ciocalteu
Vitamina C	AOAC 967.21
Pérdida fisiológica de peso	Gravimetría
Índice de madurez	Cálculo matemático

3.3.2.1. Factores en estudio

En la tabla 22 se observan las temperaturas utilizadas en el almacenamiento en atmósferas modificadas del aguacate fuerte.

Tabla 22

Temperatura de almacenamiento

FACTOR A	
Simbología	Temperatura
A1	5 °C
A2	8 °C

Se utilizó la concentración de gases que se encuentra en la tabla 23, ya que se ha demostrado que estos inhiben el crecimiento microbiano y reacciones de oxidación, mantienen el color de la fruta, entre otras ventajas.

Tabla 23

Concentración de gases

FACTOR B	
Simbología	Concentración de gases
B1	5% O ₂ – 10% CO ₂
B2	40% O ₂ – 10% CO ₂
B3	Aire atmosférico

En la tabla 22 y 23 se muestran los factores controlables de la investigación, los tratamientos se almacenaron por 16 días en donde cada tratamiento consta de 4 subunidades.

3.3.2.2. Tratamiento

Los tratamientos resultan de la combinación entre el factor A y factor B, como se muestra en la tabla 24.

Tabla 24

Descripción de tratamientos

Tratamiento	Interacción	Descripción
T1	A1B1	Atmósferas modificadas con concentraciones de 5% O ₂ – 10% CO ₂ a 5°C.
T2	A2B1	Atmósferas modificadas con concentraciones de 5% O ₂ – 10% CO ₂ a 8°C.
T3	A1B2	Atmósferas modificadas con concentraciones de 40% O ₂ – 10% CO ₂ a 5°C.

T4	A2B2	Atmósferas modificadas con concentraciones de 40% O ₂ – 10% CO ₂ a 8°C.
T5	A1B3	Atmósferas modificadas en aire atmosférico a 5°C.
T6	A2B3	Atmósferas modificadas en aire atmosférico a 8°C.

3.3.2.3. Características del experimento

La investigación está descrita por las siguientes características del experimento.

- Tratamientos: Seis (6)
- Repeticiones: Tres (3)
- Unidades experimentales: Dieciocho (18)

3.3.2.4. Esquema del análisis estadístico

El esquema del análisis estadístico se expresa en la tabla 25.

Tabla 25

Esquema del ADEVA

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	17
Bloques	2
Tratamientos	5
Temperaturas (A)	1
Concentraciones (B)	2
Interacción (AxB)	2
Error	10

3.3.2.5. Análisis funcional

En las variables que se detectó diferencias significativas se realizó la prueba TUKEY al 5%, el análisis de varianza (ANOVA) para comparar las medias y la prueba DMS con el fin de saber si influyen o no los factores controlables en el experimento.

3.3.3. Desarrollo del análisis micro económico del proceso de conservación para el mejor tratamiento.

Se aplicó la microeconomía, que se refiere el estudio de mercados específicos o del comportamiento de agentes a nivel individual o en un mercado en donde se aplicarán supuestos económicos. En esta investigación se determinará el presupuesto necesario para la conservación del aguacate fuerte en atmósferas modificadas del mejor tratamiento en donde se tomarán en cuenta las variables descritas en la tabla 26.

Para obtener el costo por kg de fruta se analizó los costos fijos y variables que se utilizaron en la investigación. Según la investigación realizada por Sy Corbo (2019), el costo unitario se genera a partir de los costos fijos y variables incurridos por un proceso de producción, dividido entre las unidades producidas.

$$PP = \frac{\text{Costos variables} + \text{Costos fijos}}{\text{Unidades producidas}}$$

Tabla 26

Costos Variables

	Unidad	Costo Unitario	Cantidad Utilizada	Costo Total
Materia Prima	Kg	\$		\$
Fundas de polietileno de baja densidad	U	\$		\$
Mano de obra	h	\$		\$
Concentración de gases	l	\$		\$
COSTO TOTAL				\$

Tabla 27

Costos fijos

	Unidad	Costo Unitario	Cantidad Utilizada	Costo Total
Energía eléctrica	KW	\$		\$

Agua	m3	\$	\$
COSTO TOTAL			\$

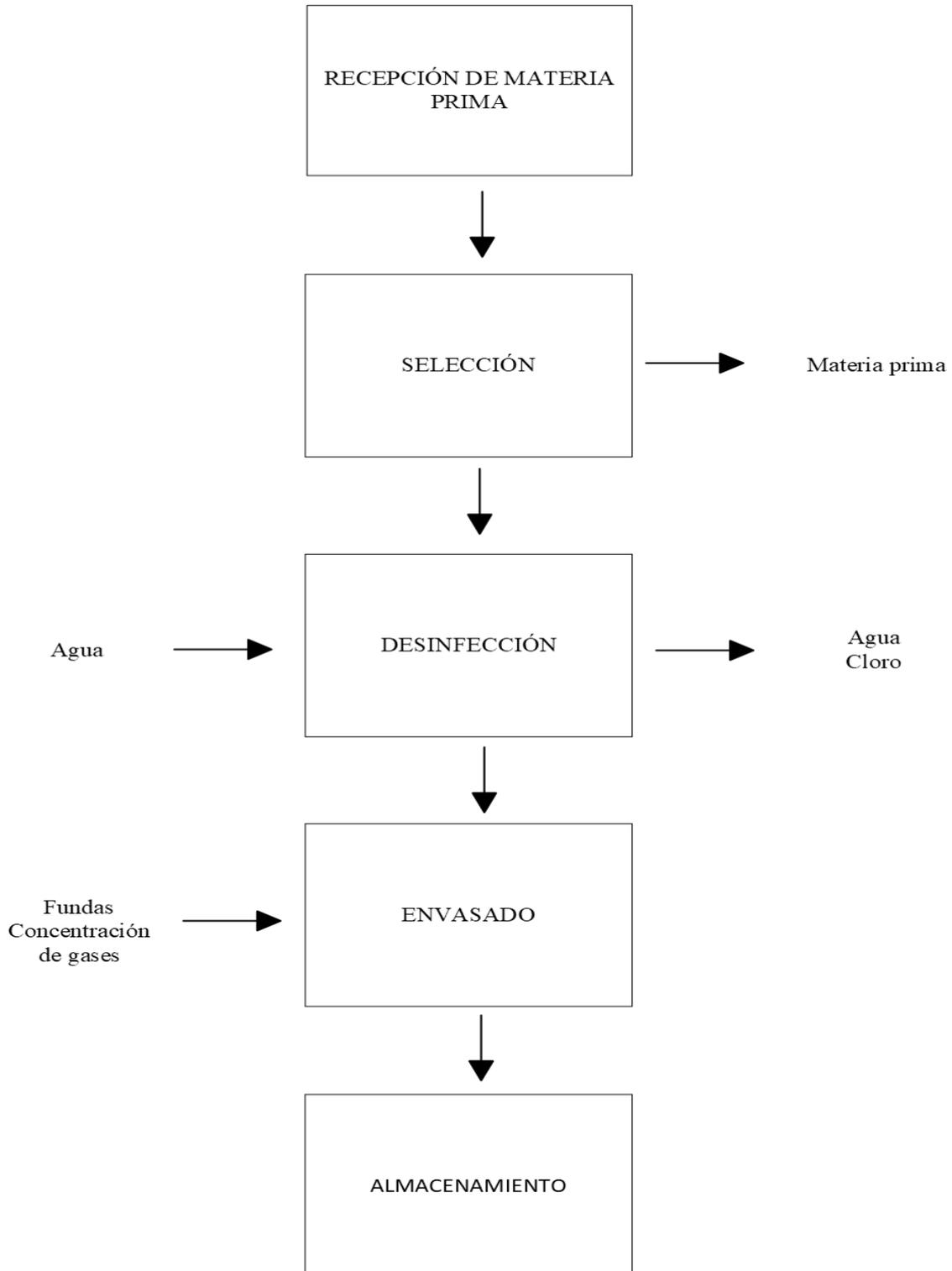
3.4. Manejo específico del experimento

Se utilizó aguacate fuerte en estado de consumo, el cual se clasificó de acuerdo a sus características físicas y peso promedio para cada tratamiento con su respectiva repetición, se realizó un análisis fisicoquímico y determinación de materia seca (para saber si se encuentra en estado de madurez fisiológico adecuado) en la fruta fresca. Para el proceso de empacado se utilizaron temperaturas de refrigeración de 5 y 8 °C con tres diferentes concentraciones de gases, donde se realizó un análisis fisicoquímico cada 4 días hasta los 16 días de almacenamiento con la finalidad de realizar una comparación entre los parámetros establecidos al principio y así determinar cuál de las combinaciones conserva mejor las propiedades fisicoquímicas del aguacate fuerte.

3.4.1. Diagrama de bloques

Figura 8

Diagrama de flujo de la fase experimental



3.4.2. Descripción del proceso

A continuación, se describe los distintos procesos que se realizaron para el cumplimiento de los objetivos propuestos en la investigación.

3.4.2.1. Recepción de materia prima

Los aguacates se obtuvieron de FEDEFRUNOR en estado de madurez fisiológica con un peso de entre 250 ± 30 gramos. Posteriormente se los almacenó a temperatura ambiente hasta que alcancen su madurez de consumo, que es el estado con el que se envasó la fruta. Los aguacates fueron previamente examinados para verificar su estado de madurez fisiológica, analizando el contenido de materia seca, el cual según la (INEN, Norma Técnica Ecuatoriana, 2012) debe oscilar entre 19-21% de MS, se realizó por triplicado escogiendo 3 frutas al azar.

El contenido de materia seca se determinó mediante el método de referencia de laboratorio en un horno con flujo de aire entre 60 y 105 °C, previamente se debe remover la cáscara con un pelador, cortar rodajas longitudinales de 1 mm de espesor aproximadamente. En la figura 9 se observa el pesado de las muestras mediante una balanza digital donde se coloca 10 g de rodajas en platos Petri anteriormente pesados.

Figura 9

Pesado de las muestras



Luego se procedió a secar las muestras en el horno a 60 °C como se muestra en la figura 10, para evitar la reacción de maillard, hasta alcanzar un peso constante. Después del secado se pesó la muestra y se anotó el peso de la misma más el plato Petri.

Figura 10

Secado de las muestras



La materia seca se calculó sólo al momento de recepción de la materia prima, con el fin de verificar si la fruta se encuentra en estado de madurez fisiológico. Se calculó mediante la ecuación (9) y se expresó en porcentaje.

$$CMS = \frac{(C - A)}{(B - A)} * 100 \quad (9)$$

Donde:

CMS: contenido de materia seca.

A: peso del plato Petri.

B: peso total de la muestra + el plato Petri.

C: peso de la muestra seca + el plato Petri.

3.4.2.2. Selección

Se seleccionaron los frutos de acuerdo a sus características físicas, que estén exentos de plagas y daños causados por ellas, que no tengan daños ocasionados por golpes que afecten el aspecto general del producto tal como se indica en la figura 11.

Figura 11

Selección y clasificación de la materia prima



3.4.2.3. Envasado

Para elegir la mejor película de almacenamiento, se realizaron previas donde el aguacate se envasó con una concentración de 3% O₂ y 6% CO₂ a 5 °C en 8 diferentes tipos de fundas utilizadas comercialmente para alimentos frescos, con el fin de elegir el mejor envase. Tras realizar la investigación, se seleccionó como empaque, funda transparente de polietileno extruido de baja densidad. En el anexo 1 se muestran las propiedades y especificaciones del empaque. La fruta se envasó mediante la ayuda del equipo WITT Mezclador MAPY 4.0 LE SP O₂ / CO₂ Zr. En la figura 12 se puede apreciar el envasado del aguacate con las diferentes concentraciones de gases.

Figura 12

Envasado de la materia prima



3.4.2.4. Almacenamiento

Los aguacates previamente envasados se almacenaron a temperaturas de refrigeración de 5 y 8 °C como se muestra en la figura 13, con el propósito de conservar sus propiedades.

Figura 13

Almacenamiento de la materia prima



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

La materia prima se obtuvo de la Federación de Agricultores del Norte (FEDEFRUNOR), previo al análisis de materia seca se determinó que la materia prima se encontraba en estado de madurez fisiológico con 21.04 % de MS.

Según una investigación realizada por Agronews Castilla y León (2020), el consumo de agua del aguacate es proporcional a su aporte nutricional, por lo que el contenido de sus nutrientes varía dependiendo la cantidad de agua que la fruta utilizó durante todo el proceso hasta su maduración.

El análisis estadístico de los resultados obtenidos se realizó utilizando InfoStat en donde todas las variables en estudio (Acidez Titulable, Sólidos Solubles, Índice de madurez, Vitamina C, Polifenoles, pH y Pérdida Fisiológica de Peso) cumplieron con los supuestos del ANOVA.

4.1. Determinación de las variaciones fisicoquímicas y pérdida fisiológica de peso que sufre el aguacate fuerte durante el almacenamiento en atmósferas modificadas.

Para la determinación de las variaciones fisicoquímicas y pérdida fisiológica de peso de la materia prima se realizaron curvas de comportamiento, las cuáles se examinaron cada 4 días bajo las condiciones previamente establecidas en este estudio. A continuación, se describen los resultados obtenidos.

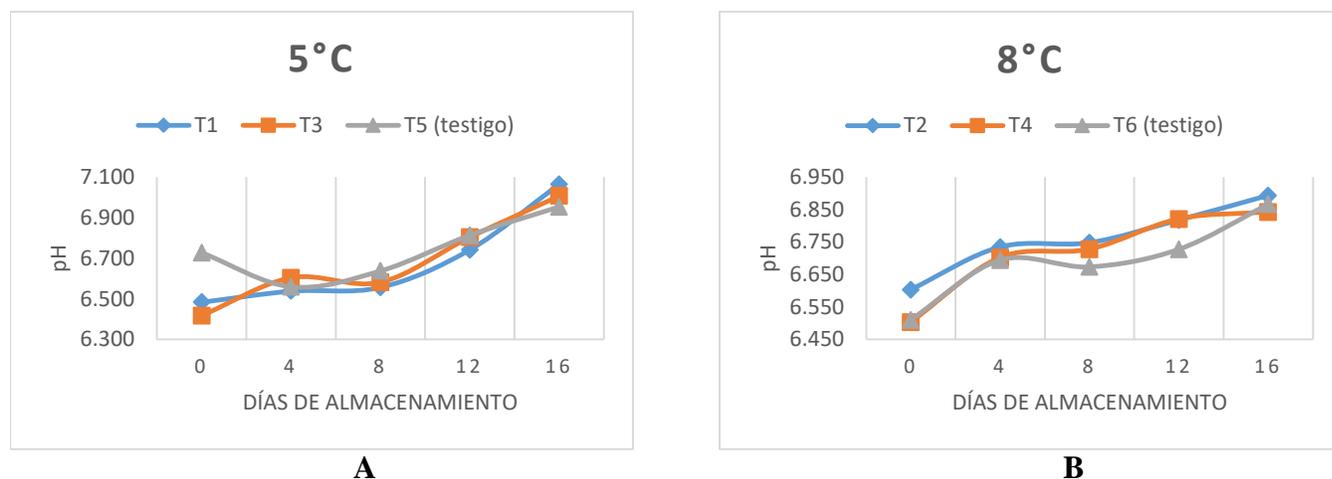
4.1.1. Comportamiento del pH durante el almacenamiento en AM

En la figura 14 se puede observar como los aguacates almacenados a 5 y 8°C presentaron un aumento en el pH durante su almacenamiento. En la figura 14 A muestra una tendencia creciente a partir del octavo día mientras que en la figura 14 B se puede apreciar un aumento constante hasta los 16 días de almacenamiento; la baja temperatura (5°C) evitó un mayor incremento de pH en todos los tratamientos hasta el octavo día, sin embargo, se puede decir que el cambio de atmósfera en el empaque no influyó en el cambio de pH debido a que en todos los

tratamientos incluido el testigo tiende a incrementarse, Sandoval et al. (2017), menciona que en el aguacate refrigerado a bajas temperaturas (3 a 5°C) por tiempos prolongados (15 días) se pueden llegar a encontrar problemas de maduración; en los tratamientos a temperatura de 8°C, por su parte, el incremento se da en los primeros cuatro días, llegando a un pH de 6,74 que ligeramente se mantiene hasta el día 8 (a excepción del testigo) que puede ser debido a la interacción entre temperatura y concentraciones en el empaque, pero de igual manera que sucedió con los tratamientos a 5°C, todos los tratamientos presentaron una tendencia a incrementar.

Figura 14

Curvas de comportamiento del pH presente en el aguacate durante su almacenamiento



Además, se puede apreciar que los frutos almacenados a 5°C (T1=7,06; T3=7,00; T5=6,95), alcanzan valores mayores a los almacenados a 8°C (T2=6,89; T4=6,85; T6=6,86), estos son similares a los reportados por Astudillo-Ordoñez et al. (2018) los cuales presentaron unidades de pH de entre 6,58 y 7,14. Los autores encontraron que, con tiempos prolongados de refrigeración y mayor maduración, el pH del fruto tiende a aumentar. Buelvas-Salgado et al. (2012), mencionan que el pH incrementa en la etapa de madurez hasta acercarse a la neutralidad, que fue lo que ocurrió en los resultados, pues la mayoría de los valores máximos fueron iguales o cercanos a ese punto.

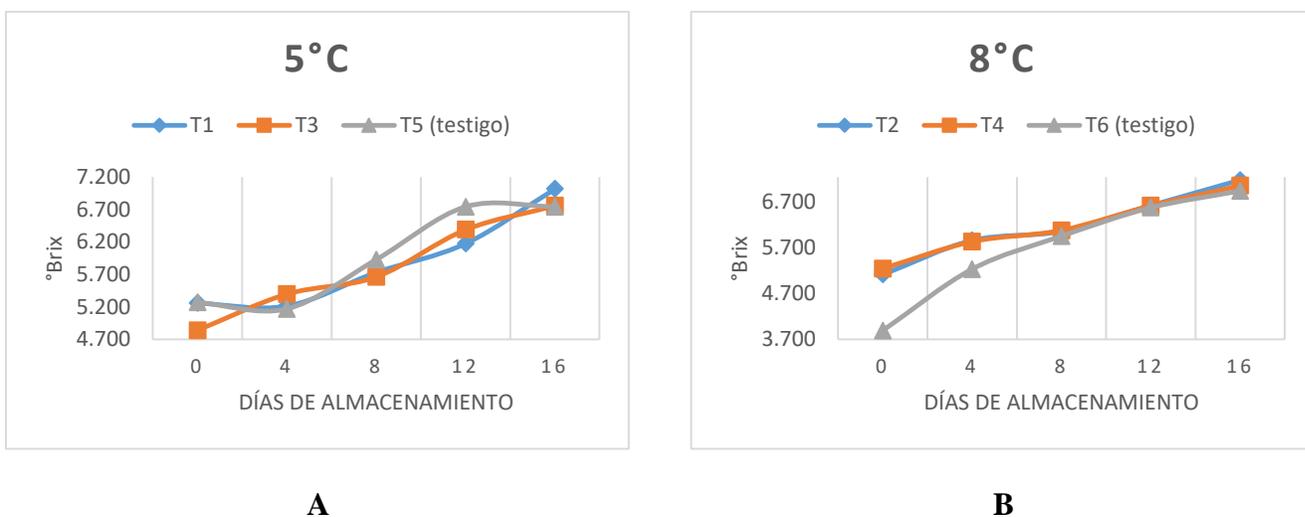
4.1.2. Comportamiento de los sólidos solubles (SST) durante el almacenamiento en AM

En la figura 15, se puede observar que hubo una tendencia al incremento de SST, este comportamiento puede deberse a distintos procesos bioquímicos que ocurren en los frutos de

manera simultánea. El incremento de los °Brix está relacionado con la conversión de polisacáridos y ácidos orgánicos en azúcares (Cosimo, y otros, 2015). Además, en la investigación realizada por Márquez et al. (2014) (Márquez, Yepes, Sanchez, & Osorio, 2014), se ha encontrado que existe un incremento de la concentración de SST durante el almacenamiento, debido a la hidrólisis del almidón provocado por las enzimas involucradas en el metabolismo de la fruta (α y β amilasas), que generan carbohidratos más simples (glucosa, fructosa y sacarosa) que son los componentes principales de los sólidos solubles (Torres, Montes, Pérez, & Andrade, 2013).

Figura 15

Curvas de comportamiento de los SST presentes en el aguacate durante su almacenamiento.



De igual manera, se puede apreciar que los tratamientos que se encuentran a 8°C presentan un incremento lineal de los SST, a diferencia de los almacenados a 5°C que se comportan de manera diferente a lo largo del almacenamiento, esto puede ser explicado por los procesos de transpiración, lo que causa que el fruto presente una menor cantidad de agua y a su vez una mayor concentración de azúcares, que son originados por el comportamiento climatérico del aguacate (Buelvas, Gómez, & Salazar, 2012).

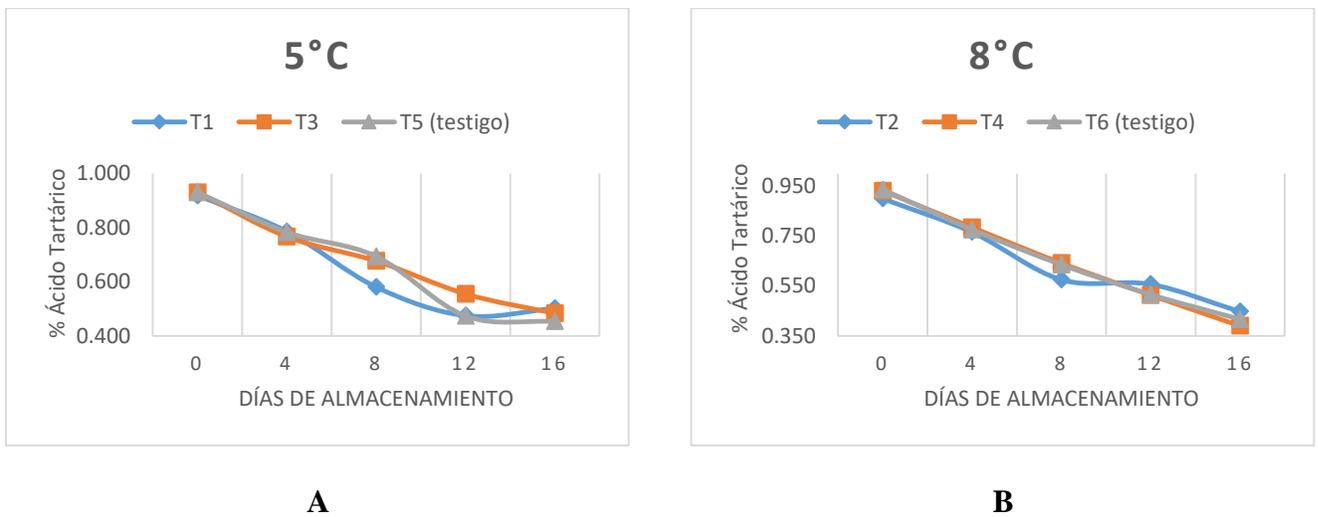
A los 16 días de almacenamiento se observó un rango entre 6,74 y 7,18 °Brix, estos resultados son acordes con los obtenidos por Astudillo & Rodríguez (2018) y Salgado, Gómez, & Salazar (2012).

4.1.3. Comportamiento de la acidez titulable durante el almacenamiento en AM

La acidez titulable del aguacate fue expresada en porcentaje de ácido tartárico, puesto que es el que predomina en la fruta. En la figura 16 se puede observar la disminución de la acidez durante el almacenamiento llegando a valores de entre 0,39 y 0,5 % de acidez, estos son similares a los reportados por Sandoval, Hernández, Rodríguez, & Herrera (2017). Esta disminución se debe a que los carbohidratos junto con los ácidos orgánicos son utilizados para suministrar la energía que el fruto requiere durante el proceso de maduración para los distintos ciclos metabólicos del fruto (Astudillo & Rodríguez, 2018).

Figura 16

Curvas de comportamiento de la acidez titulable presente en el aguacate durante su almacenamiento



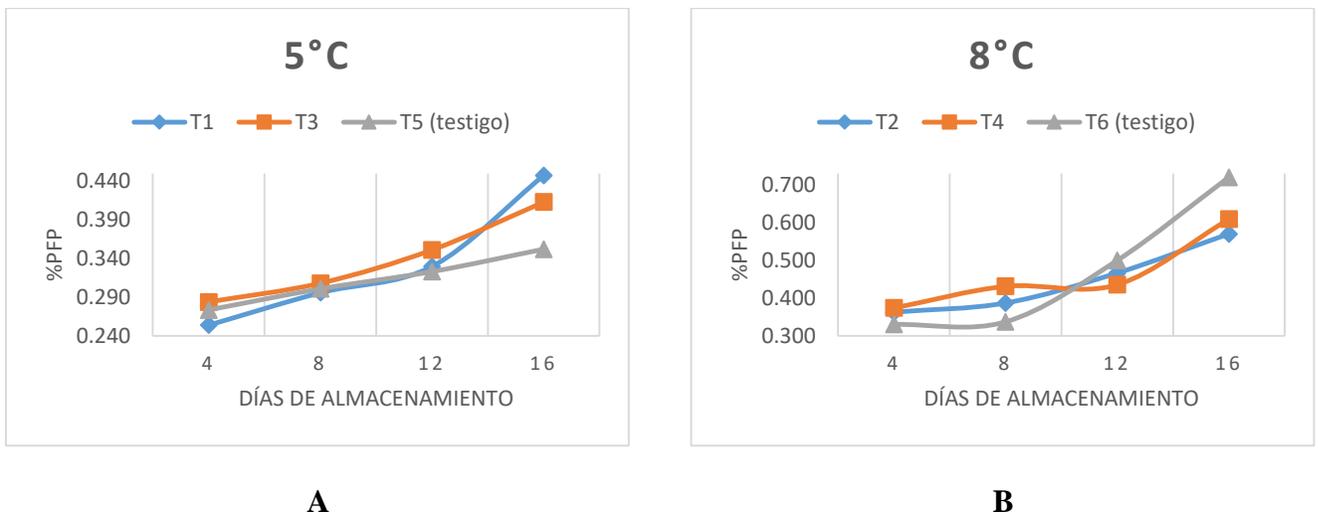
En la figura 16 se aprecia una tendencia decreciente lineal tanto a 5°C como a 8°C, a excepción de T1 el cual tiene un ligero aumento a partir del día 12 y T2 que se mantiene constante del día 8 al 12, teniendo un leve descenso al día 16. El comportamiento de la acidez puede verse afectado también por la presencia de compuestos diferentes a los ácidos orgánicos, los mismos que pueden influir en la medida de acidez, por ejemplo, los ácidos grasos, los cuales se acumulan rápidamente durante la maduración (Buelvas, Gómez, & Salazar, 2012).

4.1.4. Comportamiento de la pérdida fisiológica de peso (PFP) durante el almacenamiento en AM

Una de las ventajas que tiene el uso de AM es la reducción significativa en la pérdida de peso del fruto durante el almacenamiento, y eso se puede observar en la figura 17, ya que a lo largo de los 16 días el aguacate perdió alrededor de 0.35 y 0.72 % de masa de su peso inicial. Esta pérdida se atribuye principalmente a la transpiración producida por un déficit de presión de vapor del fruto con relación a su entorno (Espinoza, Valle, Ybarra, & Martínez, 2014). Además que, el uso de películas plásticas y refrigeración se encuentran entre las estrategias sugeridas para reducir la pérdida de peso (Yehoshua & Rodov, 2003).

Figura 17

Curvas de comportamiento de la pérdida fisiológica de peso (%PFP) presente en el aguacate durante su almacenamiento



En la figura 17 A se puede apreciar un aumento lineal de esta variable a diferencia de la figura 17 B, en donde el T4 se mantiene constante entre el día 8 y 12. La temperatura fue el factor principal que influyó en el comportamiento de la pérdida fisiológica de peso (PFP), encontrándose mayor PFP a mayor temperatura empleada, puesto que a 5°C la mayor pérdida es de 0.45%, mientras que a 8°C es 0.72%. Según (Ocaña, 2019) Ocaña (2019), la temperatura óptima que permite disminuir los procesos fisiológicos que provocan la pérdida de agua en el aguacate está entre 4.5 y 7.2°C, explicando lo sucedido en esta investigación.

4.2. Análisis del efecto que producen los tratamientos en estudio sobre las propiedades fisicoquímicas del aguacate al finalizar su conservación.

Los parámetros fisicoquímicos (acidez titulable, sólidos solubles, pH e índice de madurez), son indicadores de importancia para verificar la calidad del fruto (Vinha, Moreira, & Ferreira, 2013). Por esta razón se realizó el análisis estadístico a cada una de estas variables. Previo al análisis, se realizó aleatoriedad, la prueba de Shapiro Wilk y la prueba de Levene, determinando así, que existe normalidad y homogeneidad de varianzas. Cumplidos los requerimientos estadísticos, se procedió a realizar el ANOVA de cada una de las variables.

En la tabla 27 se observa el ANOVA del pH, donde se evidencia que existen diferencias altamente significativas para el Factor A, no obstante, para el factor B y la interacción AxB no existió una diferencia significativa, por ello se acepta la hipótesis nula, la conservación en atmósferas modificadas no influyen en las propiedades fisicoquímicas del aguacate.

Tabla 27

Anova del pH en AM.

Fuentes de Variación	SC	GL	CM	F	p-valor	
Modelo	0.11	5	0.02	2.69	0.0747	ns
FACTOR A	0.09	1	0.09	10.61	0.0069	**
FACTOR B	0.02	2	0.01	0.98	0.4031	ns
FACTOR A*B	0.01	2	3.50E-03	0.43	0.6622	ns
ERROR	0.10	12	0.01			

Nota. **SC:** suma de cuadrados, **GL:** grados de libertad, **CM:** cuadros medios, **F:** f tabular, ****:** Diferencias Altamente significativas, *****: Diferencias significativas, **ns:** Diferencia no significativa

Al existir diferencias significativas en los factores se procedió a realizar la prueba DMS para el factor A. En la tabla 28 se observan las diferencias significativas entre los niveles A1 (5°C) y A2 (8°C), mismo que presentó menor aumento del pH durante su almacenamiento en AM.

Tabla 28

Prueba DMS para pH del Factor A

FACTOR A	Medias	n	E.E.	GRUPOS
A2	6.87	9	0.03	a
A1	7.01	9	0.03	b

Nota. **A1:** 5°C; **A2:** 8°C

De igual manera, se realizó el análisis de varianza a la acidez titulable, donde se encontraron diferencias significativas en el factor A como se puede apreciar en la tabla 29, al igual que en la variable de pH no existió diferencias significativas ni en el factor B, ni en la interacción AxB, aceptando nuevamente la hipótesis nula, la conservación en atmósferas modificadas no influyó en las propiedades fisicoquímicas del aguacate.

Tabla 29

ANOVA de la acidez titulable

Fuentes de Variación	SC	GL	CM	F	p-valor	
Modelo	0.03	5	0.01	1.98	0.154	ns
FACTOR A	0.02	1	3.00E-03	6.73	0.0235	*
FACTOR B	0.01	2	0.02	1.14	0.3517	ns
FACTOR A*B	2.30E-03	2	0.00	0.45	0.6502	ns
ERROR	0.03	12	0.00			

Nota. **SC:** suma de cuadrados, **GL:** grados de libertad, **CM:** cuadros medios, **F:** f tabular, ****:** Diferencias Altamente significativas, *****: Diferencias significativas, **ns:** Diferencia no significativa

En la tabla 30 se muestra la prueba DMS donde se puede evidenciar que el factor A influye en la variable analizada, donde el nivel A2 presenta el valor más bajo de acidez titulable presentado durante los 16 días de almacenamiento en AM.

Tabla 30

Prueba DMS para acidez titulable del Factor A

FACTOR A	Medias	n	E.E.	GRUPOS
A2	0.42	9	0.02	a
A1	0.48	9	0.02	b

Nota: **A1**: 5°C; **A2**: 8°C

Las evaluaciones de pH y acidez titulable en los diferentes tratamientos durante el tiempo de almacenamiento, mostraron que estos valores no variaron significativamente, sin embargo, en el nivel A2 (8°C) se logró mantener en mejor condición estas variables, esto puede deberse al daño por frío que sufren las frutas almacenadas a bajas temperaturas, manteniendo así, en mejor condición el pH y la acidez titulable de la fruta almacenada a 8°C. Además que estos daños afectan principalmente a frutas tropicales como el mango, aguacate, papaya, piña entre otros (Paull, 1990).

Uno de los aspectos que muestra la madurez del fruto es el comportamiento de los SST medidos en °Brix, en la tabla 31 se muestra el ANOVA de esta variable, donde no se encontraron diferencias significativas para el Factor B, ni para la interacción AxB, en contraste el Factor A presentó diferencias significativas, es decir, la refrigeración influyó en las propiedades fisicoquímicas del aguacate.

Tabla 31

ANOVA de los sólidos solubles totales

Fuentes de Variación	SC	GL	CM	F	p-valor	
Modelo	0.46	5	0.09	2.87	0.0627	ns
FACTOR A	0.23	21	0.23	7.08	0.0207	*
FACTOR B	0.11	2	0.05	1.68	0.2278	ns
FACTOR A*B	0.12	2	0.06	1.95	0.1852	ns
ERROR	0.38	12	0.03			

Nota. **SC**: suma de cuadrados, **GL**: grados de libertad, **CM**: cuadros medios, **F**: f tabular, ******: Diferencias Altamente significativas, *****: Diferencias significativas, **ns**: Diferencia no significativa

En la tabla 32 se muestra la prueba DMS para el factor A, se evidencia que existen diferencias significativas entre los dos niveles; obteniendo el menor valor de SST en el nivel A1 (5°C).

Tabla 32

Prueba DMS para el Factor A

FACTOR A	Medias	n	E.E.	GRUPOS
A1	6.84	9	0.06	a
A2	7.06	9	0.06	b

Nota: **A1:** 5°C; **A2:** 8°C

A través del proceso de maduración existe un aumento del índice de madurez (IM), en los frutos climatéricos este aumento sucede cuando alcanzan la tasa respiratoria máxima y desdoblan rápidamente sus reservas (ácidos orgánicos) como respuesta al incremento de su metabolismo, acrecentando el IM (Del Pilar, Fischer, & Corredor, 2007). Por este motivo se realizó el análisis estadístico a esta variable. En la tabla 33 se aprecia el ANOVA del índice de madurez donde se muestran diferencias significativas para el factor A, sin embargo, no existieron diferencias tanto en el factor A como en la interacción AxB, aceptando la hipótesis nula, la conservación en atmósferas modificadas no influyó en las propiedades fisicoquímicas del aguacate.

Tabla 33

ANOVA del IM

Fuentes de Variación	SC	GL	CM	F	p-valor	
Modelo	46.40	5	9.28	1.97	0.1561	ns
FACTOR A	37.82	1	37.82	8.02	0.0151	*
FACTOR B	2.46	2	1.23	0.26	0.7746	ns
FACTOR A*B	6.12	2	3.06	0.65	0.5398	ns
ERROR	56.56	12	4.71			

Nota. **SC:** suma de cuadrados, **GL:** grados de libertad, **CM:** cuadros medios, **F:** f tabular, ****:** Diferencias Altamente significativas, *****: Diferencias significativas, **ns:** Diferencia no significativa

Al existir diferencias significativas en el factor A, se procedió a realizar la prueba DMS la cual se muestra en la tabla 34, donde se evidencian diferencias entre los niveles, presentando el menor valor de IM el nivel A1 (5°C).

FACTOR A	Medias	n	E.E.	GRUPOS
A1	14.54	9	0.72	a

A2	17.44	9	0.72	b
-----------	-------	---	------	----------

Nota: **A1**: 5°C; **A2**: 8°C

Los SST son compuestos solubles en el agua, los cuales se disuelven en la fruta, están formados principalmente por azúcares y generalmente incrementan a medida que los frutos maduran (Cavalcanti, y otros, 2010), esto puede explicar por qué la fruta conservó en menor medida esta variable a 5°C (A1), ya que a bajas temperaturas de almacenamiento ralentizan la maduración de la fruta, explicando así también el menor IM a esta misma temperatura.

Según Yehoshua & Rodov (2003), el uso de películas plásticas y refrigeración se hallan entre las estrategias sugeridas para disminuir la pérdida de peso, por esta razón se realizó el ANOVA a la pérdida fisiológica de peso (PFP), donde se puede evidenciar en la tabla 34 que existen diferencias significativas para el factor A y la interacción AxB, aceptando así la hipótesis alternativa, la refrigeración influyó en las propiedades fisicoquímicas del aguacate, sin embargo para el factor B no existió diferencias, es decir, las conservación en atmósferas modificadas no influyó en las propiedades fisicoquímicas del aguacate.

Tabla 34

ADEVA para la PFP

Fuentes de Variación	SC	GL	CM	F	p-valor	
Modelo	0.51	5	0.10	63.86	<0.0001	**
FACTOR A	0.34	21	0.34	211.59	<0.0001	**
FACTOR B	0.12	2	0.06	38.35	0.4504	ns
FACTOR A*B	0.05	2	0.02	15.49	0.0010	**
ERROR	0.02	12	1.60E-03			

Nota. **SC**: suma de cuadrados, **GL**: grados de libertad, **CM**: cuadros medios, **F**: f tabular, **: Diferencias Altamente significativas, *: Diferencias significativas, **ns**: Diferencia no significativa

Se realizó la prueba DMS para el factor A, en donde los niveles difieren de cada una de sus medias como se muestra en la tabla 35, obteniendo una menor PFP en el nivel A1 (5°C). Esto puede ser explicado de acuerdo a los resultados de (Beaudry, Cameron, Shirazi, & Dostal-Lange, 1992)Beaudry et al. (1992), quienes estudiaron el efecto de la temperatura y presión parcial de O₂

sobre la respiración y pérdida de peso en arándano mínimamente procesado, encontrando que a mayor temperatura hubo un aumento de la respiración y pérdida de peso, es por ello que a 5°C se encontró la menor PFP.

Tabla 35

Prueba DMS para PFP del Factor A

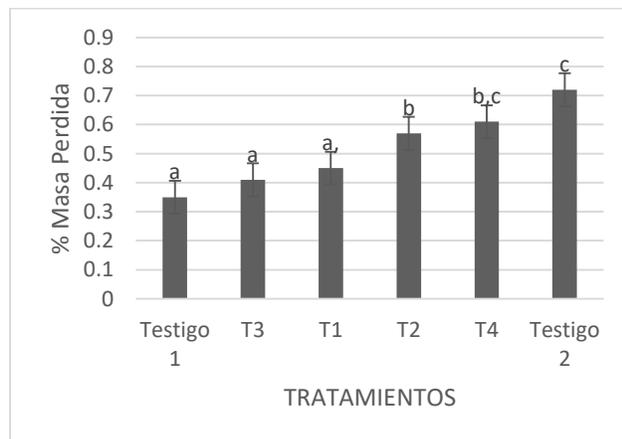
FACTOR A	Medias	n	E.E.	GRUPOS
A1	0.30	9	0.01	a
A2	0.58	9	0.01	b

Nota. A1: 5°C; A2: 8°C

Al realizar la prueba TUKEY a los tratamientos (Figura 18) se encontraron diferencias significativas entre los testigos, obteniendo la menor PFP en el T5 almacenado en aire atmosférico, no obstante, T3 y T1 son estadísticamente iguales a T5, los mismo que fueron almacenados a 5°C, los resultados coinciden con los presentados por Zarazúa et al. (2005), en donde se manifestó mayor PFP a mayor temperatura empleada.

Figura 18

Prueba TUKEY para la PFP

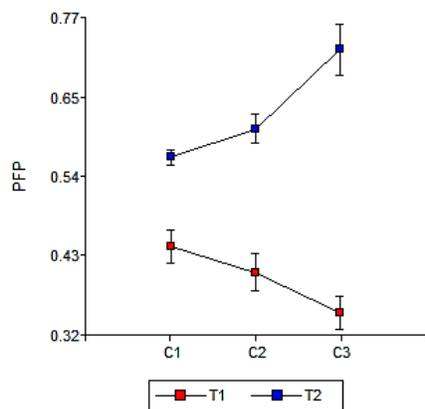


Además, existió interacción entre la concentración de gases y la temperatura de almacenamiento, en el gráfico 19 se puede observar que la interacción de las concentraciones con

T1 (5°C) favorece a obtener una menor PFP después de los 16 días de almacenamiento, mientras que al interactuar con T2 (8°C) se evidencia mayor PFP.

Figura 19

Interacción de los Factores para la Variable PFP



Nota. **C1** (5% O₂ – 10% CO₂), **C2** (40% O₂ – 10% CO₂), **C3** (Aire atmosférico), **T1** (5°C), **T2** (8°C)

La capacidad de los polifenoles para modular la actividad de distintas enzimas y para interferir en varios procesos celulares, puede deberse a las características fisicoquímicas de estos compuestos, los cuales les permiten participar en diferentes reacciones metabólicas celulares óxido-reducción; sus propiedades antioxidantes justifican varios de sus efectos beneficiosos (Quiñonez, Miguel, & Aleixandre, 2012). Por este motivo se realizó el análisis estadístico a esta variable (Tabla 36) donde se puede evidenciar diferencias altamente significativas en todos los factores, aceptando así la hipótesis alternativa, la refrigeración y conservación en atmósferas modificadas influyeron en las propiedades fisicoquímicas del aguacate.

Tabla 36

ADEVA para Polifenoles Totales

Fuentes de Variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	6.52	5	1.30	59.03	<0.0001

**

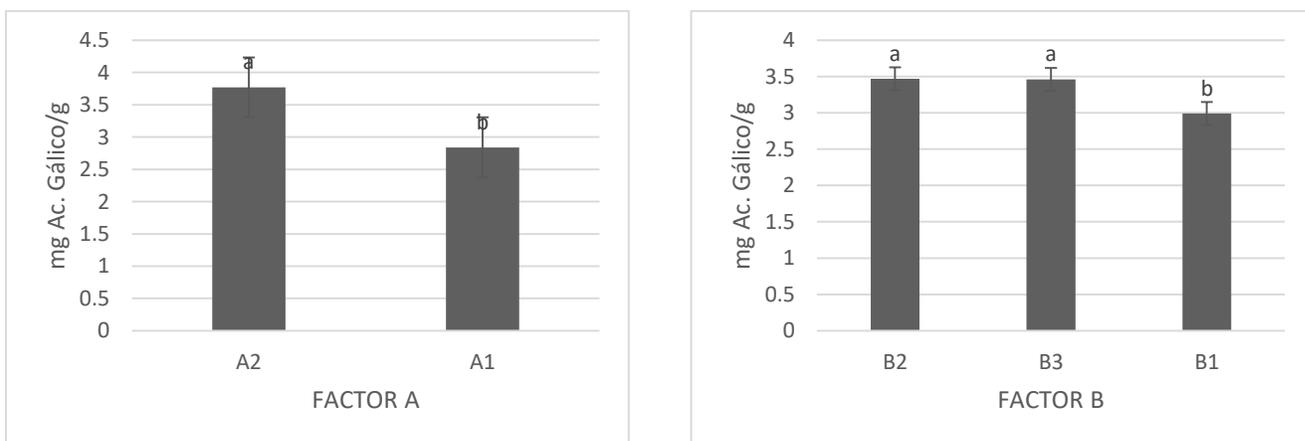
FACTOR A	3.97	1	3.97	179.58	<0.0001	**
FACTOR B	0.88	2	0.44	20	0.0014	*
FACTOR A*B	1.67	2	0.83	37.78	<0.0001	**
ERROR	0.27	12	0.02			

Nota. **SC:** suma de cuadrados, **GL:** grados de libertad, **CM:** cuadros medios, **F:** f tabular, ****:** Diferencias Altamente significativas, *****: Diferencias significativas, **ns:** Diferencia no significativa

Se realizó la prueba DMS a cada uno de los factores (figura 20), en donde los niveles del factor A presentan diferencias significativas, encontrando mayor contenido de polifenoles en el nivel A2 (8°C), de igual manera en el factor B, B2 (40% O₂ – 10 % CO₂) y B3 (Aire atmosférico) mantuvieron el mayor contenido de polifenoles durante el almacenamiento. Este comportamiento es similar a la investigación realizada por Sosa et al. (2012), en naranjas almacenadas mediante AM cuyo resultado indicó que al utilizar concentraciones enriquecida en O₂ conservó por mayor tiempo los polifenoles totales. Así mismo, encontró que las temperaturas altas benefician al incremento del contenido de esta variable.

Figura 20

Prueba DMS para el Factor A y Factor B

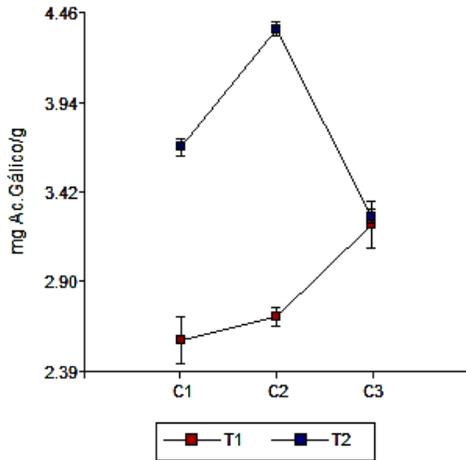


De igual manera, se encontró una interacción entre los factores A y B, en la figura 21 se observa que las concentraciones C1(5% O₂ – 10% CO₂) y C2 (40% O₂ – 10% CO₂) ayudan a una mejor conservación de polifenoles cuando estas interaccionan con una temperatura T2 (8°C), ya que presentan valores más altos que las mismas concentraciones cuando interaccionan con una

temperatura T1; en este caso se produce un descenso en el contenido de polifenoles y puede ser debido a las bajas temperaturas en las que se almacenaron las frutas. Por otro lado, la concentración C3 (Aire atmosférico) presenta la misma conservación a T1 y T2.

Figura 21

Interacción de los Factores para la Variable Polifenoles



Nota. C1 (5% O₂ – 10% CO₂), C2 (40% O₂ – 10% CO₂), C3 (Aire atmosférico), T1 (5°C), T2 (8°C)

También se realizó el análisis estadístico de la Vitamina C, puesto que este es un agente antioxidante necesario para la formación del material intercelular, ayuda a reducir la acción perjudicial de los radicales libres y contribuye al mejoramiento de la adsorción del hierro no hemínico (Bastías & Cepero, 2016). En la tabla 37 se puede apreciar el ADEVA, donde se encontraron diferencias altamente significativas para todos los factores, esto significa que la refrigeración y conservación en atmósferas modificadas influyeron en las propiedades fisicoquímicas del aguacate.

Tabla 37

ADEVA de la Vitamina C

Fuentes de Variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	925.70	5	185.14	556.77	<0.0001 **

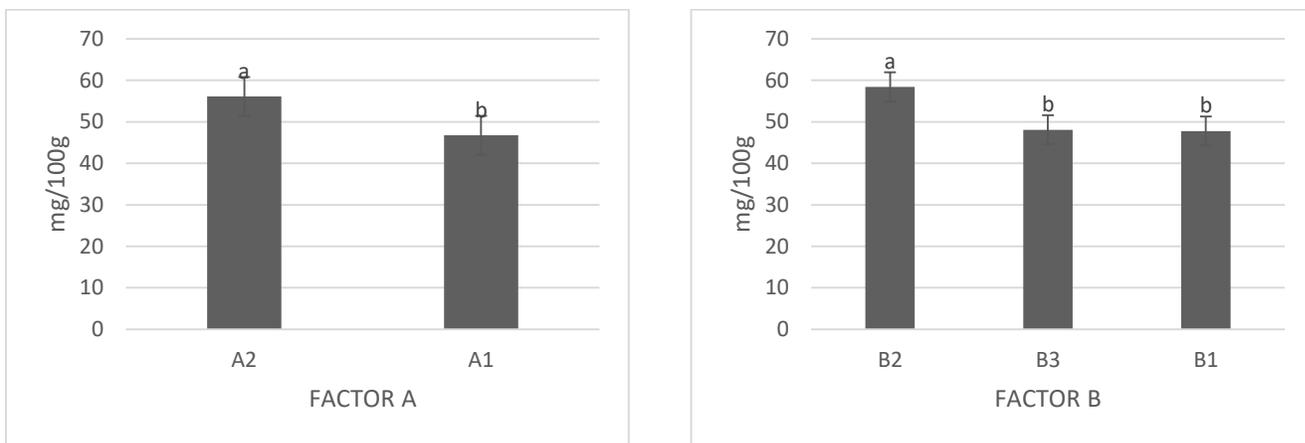
FACTOR A	395.09	1	395.09	1188.15	<0.0001 **
FACTOR B	340.07	2	170.03	511.35	<0.0001 **
FACTOR A*B	190.54	2	95.27	286.51	<0.0001 **
ERROR	3.99	12	0.33		

Nota. **SC:** suma de cuadrados, **GL:** grados de libertad, **CM:** cuadros medios, **F:** f tabular, ****:** Diferencias Altamente significativas, *****: Diferencias significativas, **ns:** Diferencia no significativa

Se realizó la prueba DMS a cada uno de los factores, en la figura 22 se puede apreciar diferencias significativas entre los niveles del factor A, encontrando que el nivel A2 (8°C) mantuvo el contenido de Vitamina C en mejores condiciones. De igual forma, se encontraron diferencias significativas en el factor B, donde B2 (40% O₂ – 10 % CO₂) fue el tratamiento que obtuvo mayor cantidad de Vitamina C en el aguacate. Una investigación realizada por Agar et al. (1997), encontraron que altas concentraciones de CO₂ en la atmósfera de envasado podrían ser perjudiciales para la conservación del contenido en ácido ascórbico, esto puede explicar por qué se encontró mayor contenido de Vitamina C en los tratamientos almacenados en concentraciones superatmosféricas de O₂ y bajas de CO₂.

Figura 22

Prueba DMS para el Factor A y Factor B

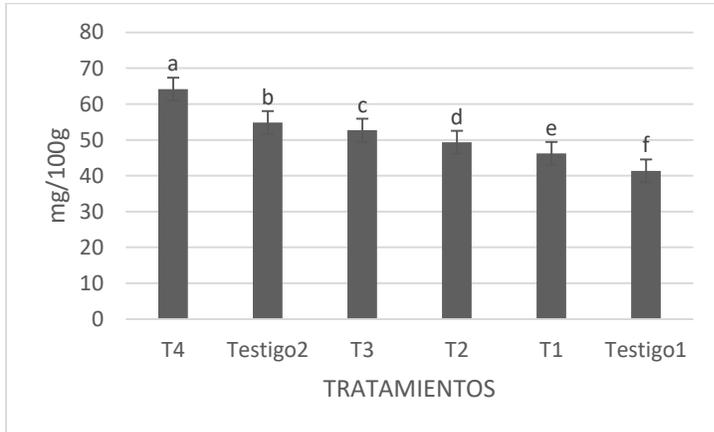


Así mismo, se realizó la prueba TUKEY a los tratamientos (Figura 23) en donde se puede evidenciar que todos son estadísticamente diferentes, encontrando al T4 (40% O₂ – 10% CO₂ a 8°C) como el tratamiento que conservó en mayor cantidad la Vitamina C en el aguacate. En frutas enteras, el resultado de la exposición a niveles de oxígeno superatmosféricas puede estimular,

reducir o no tener efecto alguno en la respiración, producción de etileno y actividades enzimáticas dependiendo de la fruta, nivel de O₂, grado de madurez, tiempo de almacenamiento y temperatura empleada (Kader & Yehoshua, 2000).

Figura 23

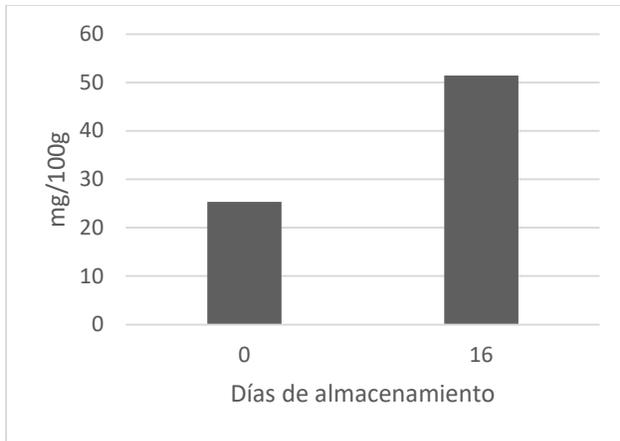
Prueba TUKEY para los tratamientos



Es necesario mencionar que gracias al tratamiento de AM en la fruta se logró aumentar el contenido de Vitamina C (Figura 24), llegando a obtener la misma cantidad de vitamina que posee la naranja (50 mg/100g); aumentando así, en un 103.12% del contenido de vitamina C inicial como se muestra en la figura 24. Resultados similares fueron encontrados por Brito et al. (2021), en donde la fruta conservada en AM aumentó a 86.04 mg/100g iniciando con 68.60 mg/100g; la variación que existe frente a esta investigación puede deberse al grado de madurez en que fue cosechada y almacenada la fruta.

Figura 24

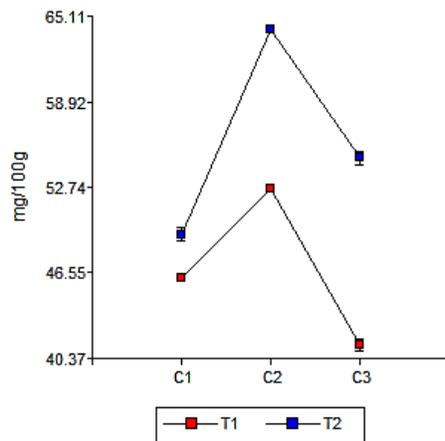
Contenido de Vitamina C durante el almacenamiento



Además, existió una interacción entre los factores A y B, en donde se puede evidenciar en la figura 25 que se logra mantener un mayor contenido de Vitamina C con la interacción de las concentraciones y la T2 (8°C), por el contrario, en la interacción con T1(5°C) el contenido de ácido ascórbico se presenta mucho menor y esto puede deberse al daño por frío que causan las temperaturas bajas, como ya se había explicado anteriormente.

Figura 25

Interacción de los Factores para la Variable de Vitamina C



Nota. **C1** (5% O₂ – 10% CO₂), **C2** (40% O₂ – 10% CO₂), **C3** (Aire atmosférico), **T1** (5°C), **T2** (8°C)

Tabla 38

Resumen de los tratamientos con AM después del almacenamiento.

Tratamiento	PFP	Polifenoles	Vitamina C
Materia Prima	0	1.51±0.05	25.32±0.17
T1	0.45±0.04 ^a	2.57±0.23 ^d	46.22±0.38 ^e
T2	0.57±0.02 ^b	3.68±0.09 ^a	49.34±0.81 ^d
T3	0.41±0.05 ^a	2.70±0.09 ^c	52.68±0.06 ^c
T4	0.61±0.04 ^{bc}	4.36±0.07 ^a	64.15±0.31 ^a
T5 (Testigo 1)	0.35±0.04 ^a	3.23±0.23 ^{bc}	41.33±0.66 ^f
T6 (Testigo 2)	0.72±0.06 ^c	3.28±0.07 ^b	54.85±0.81 ^b

Nota. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales. **a:** mayor conservación a **f:** menor conservación.

Tratamiento	PFP	Polifenoles	Vitamina C
Materia Prima	0	1.51	25.32
T1	0.45 ^a	2.57 ^d	46.22 ^e
T2	0.57 ^b	3.68 ^a	49.34 ^d
T3	0.41 ^a	2.70 ^c	52.68 ^c
T4	0.61 ^{bc}	4.36 ^a	64.15 ^a
T5	0.35 ^a	3.23 ^{bc}	41.33 ^f
T6	0.72 ^c	3.28 ^b	54.85 ^b

Se puede observar en la tabla 38 una recopilación de las características fisicoquímicas y funcionales de todos los tratamientos después de ser almacenados durante 16 días. Se evidencia que el tratamiento T4 presenta el mejor comportamiento después del almacenamiento, ya que es el que mayor contenido de compuestos funcionales obtuvo, por lo que se consideró realizar el análisis microeconómico a este tratamiento.

4.3. Desarrollo del análisis microeconómico del proceso de conservación para el mejor tratamiento.

Para concluir esta investigación se realizó un análisis microeconómico al tratamiento con concentración de O₂=40% y CO₂= 10% almacenado a una temperatura de 8°C, este estudio tiene como fin sustentar la factibilidad del proyecto de investigación, dicha investigación se realizó a nivel de laboratorio.

Para obtener el costo por kg de fruta se analizaron los costos fijos y variables que se utilizaron en la investigación como se muestra en la Tabla 39 y 40. Según la investigación realizada por Sy Corbo (2019), el costo unitario se genera a partir de los costos fijos y variables incurridos por un proceso de producción, dividido entre las unidades producidas, obteniendo así un costo de \$2,47 por cada kg de aguacate almacenado en AM.

Tabla 39

Costos Variables

	Unidad	Costo Unitario	Cantidad Utilizada	Costo Total
Materia Prima	kg	1.8	20	36,00
Fundas de polietileno de baja densidad	U	0,02	100	2,04
Mano de obra	h	2.5	16	40,00
Concentración de gases	l	0,05	0,075	0,03
COSTO TOTAL				78,07

Tabla 40

Costos fijos

	Unidad	Costo Unitario	Cantidad Utilizada	Costo Total
Energía eléctrica	kW	9,2	7,7	70,84
Agua	m ³	0,72	40	28,8
COSTO TOTAL				99,64

Con la tecnología propuesta en esta investigación se puede evidenciar que existe una oportunidad para el mercado ecuatoriano, ya que existen épocas de sobreproducción en donde se puede aprovechar y satisfacer la demanda que existe en varios países importadores del aguacate. Sin embargo, el costo al implementar una empresa a nivel industrial sería alto, debido al costo del equipo, gases, empaques, entre otros. Pero esto se vería compensado en el mercado de exportación, ya que el tiempo de vida útil es 4 veces mayor al aguacate almacenado a temperatura ambiente, además que, aporta un contenido funcional 103.12% superior al de la fruta fresca.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

No se evidenció pérdida significativa de peso en el aguacate, pero si una conservación de las propiedades fisicoquímicas exclusivamente por la temperatura que se trabajó en la investigación. Además, el tiempo de vida útil en AM fue 4 veces mayor al del aguacate almacenado a temperatura ambiente.

El Tratamiento 4 (40% O₂ y 10% CO₂ a 8°C), permitió que las propiedades funcionales del aguacate presentaran un contenido de vitamina C de 17% y de polifenoles de 33% superior al testigo, luego de 16 días de almacenamiento.

El costo de conservación con atmósferas modificadas al iniciar la implementación de una empresa a nivel industrial sería relativamente alto, puesto que se debe tener en cuenta el precio del equipo, los gases (O₂, CO₂, N₂), empaques, entre otros; sin embargo, se vería compensado en el mercado de exportación, ya que alarga la vida útil y ofrece un contenido funcional superior al de la fruta fresca.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda utilizar diferentes concentraciones superatmosféricas de O₂ y bajas de CO₂, para evaluar el comportamiento de las propiedades funcionales durante el almacenamiento.

Realizar la determinación del color y textura de la fruta antes y después del almacenamiento, para apreciar su comportamiento.

Realizar un análisis sensorial del aguacate después del almacenamiento para identificar las condiciones de aceptación del consumidor.

BIBLIOGRAFÍA

- Cornejo de Grunauer, M. D., Zorrilla, D., Bermúdez, N., & Estacio, J. (2013). *Análisis de vulnerabilidad cantón San Miguel de Ibarra*. Obtenido de <http://repositorio.cedia.org.ec/bitstream/123456789/848/1/Perfil%20territorial%20IBARRA.pdf>
- abc. (2 de Marzo de 2007). *La microeconomía*. Obtenido de <https://www.abc.com.py/articulos/la-microeconomia-965807.html>
- Aguilar, J. (2012). *MÉTODOS DE CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS*. Obtenido de RED TERCER MILENIO: http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/economico_administrativo/Metodos_de_conservacion_de_alimentos.pdf
- Alba, J. (2014). Betalaínas, Polifenoles y Actividad Antioxidante en Tuna Roja Mínimamente Procesada, Almacenada. *Gayana Bot*, 222-226.
- ALIMENTARIUS, C. (Agosto de 2012). *REQUISITOS DE MADUREZ: MÉTODOS DE ANÁLISIS PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA SECA (SECCIÓN 9) (PROYECTO DE NORMA PARA EL AGUACATE)*. Obtenido de COMITÉ DEL CODEX SOBRE FRUTAS Y HORTALIZAS FRESCAS: http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCFFV/ccffv17/ff17_05s.pdf
- Álvarez, J., Cevallos, V., Garzón, J., & Carvajal, H. (2021). Análisis de la producción de aguacate en el Ecuador y su exportación a mercados internacionales en el periodo 2008 al 2018. *Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 164-172.

- Alzamora, S., Guerrero, S., Nieto, A., & Vidales, S. (2004). *CONSERVACIÓN DE FRUTAS Y HORTALIZAS MEDIANTE TECNOLOGÍAS COMBINADAS*. Obtenido de MANUAL DE CAPACITACIÓN: <http://www.fao.org/3/a-y5771s.pdf>
- Angón, P., Santos, N., & Hernandez, C. (2006). índices para la determinación de las condiciones óptimas de maduración de un fruto. *CIENCIA Y TECNOLOGÍA*, 3-8.
- Arias, L. F. (2016). *Efectos de los tratamientos térmicos sobre las propiedades nutricionales de las frutas y las verduras*. Obtenido de http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1763/1/Tratamientos_termicos_propiedades_frutas_verduras.pdf
- Aristizábal, C. (2016). Determinación numérica de la solubilidad de la vitamina C en diferentes solventes, para la extracción selectiva o para la incorporación en formulaciones orientadas al cuidado, bienestar y salud de la piel. *DYNA*, 191-197.
- Astudillo, C. E., & Rodríguez, P. (2018). Parámetros fisicoquímicos del aguacate Persea Americana Mill. cv. Hass (Lauraceae) producido en Antioquia (Colombia) para exportación. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 383-392.
- Ávalos, A., & Pérez, E. (2009). Metabolismo secundario de plantas. *Serie Fisiología Vegetal.*, 119-145.
- Bastías, J. M., & Cepero, Y. (2016). La vitamina C como un eficaz micronutriente en la fortificación de alimentos. *Revista chilena de nutrición*.
- Beaudry, R., Cameron, A., Shirazi, A., & Dostal-Lange, D. (1992). Modified-atmosphere packaging of blueberry fruit: effect of temperature on package O₂ y CO₂. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 436-441.

- Blandón, S. (26 de Agosto de 2012). *Fisiología de Poscosecha*. Obtenido de <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Fisiologiaposcocsecha.pdf>
- Brito, B., Viñán, E., Paredes, M., Samaniego, I., & Viera, W. (2021). *Uso de Atmósferas Modificadas para prolongar la vida útil del aguacate (Persea americana Mill) variedad Fuerte*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato.
- Buelvas, S., Gómez, P., & Salazar, C. (2012). Evaluación del proceso de extracción de aceite de aguacate hass (Persea americana Mill) utilizando tratamiento enzimático. *Revista Lasallista de Investigación*.
- Cardero, Y., Sarmiento, R., & Selva, A. (2009). Importancia del consumo de hierro y vitamina C para la prevención de anemia ferropénica. *MEDISAN*.
- Carranco, M. E., Calvo, M. d., & Pérez, F. (2011). Carotenoides y su función antioxidante. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*.
- Carvalho, C., Velásquez, M., & Rooyen, V. (2015). Porcentaje mínimo de materia seca para una cosecha adecuada del aguacate cv. 'Hass' en Colombia. *POSTCOSECHA E INDUSTRIALIZACIÓN*, 417-422.
- Casaubon, P., Lamshing, P., Isoard, F., Casaubon, S., Delgado, D., & Pérez, A. B. (2018). pH de los alimentos: ¿una herramienta para el manejo de los pacientes con refl ujo gastroesofágico? 89-94.
- Cavalcanti, A., Oliveira, K., Paiva, P., Dias, M., Costa, S., & Vieira, F. (2010). Determinação de sólidos solúveis totais (°Brix) e pH em bebidas lácteas e sucos de frutas industrializados. *Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada*, 57-64.
- Cerdas, M. d., Montero, M., & Somarribas, O. (2014). VERIFICACIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA SECA COMO INDICADOR DE COSECHA PARA AGUACATE (persea

- americana) CULTIVAR HASS EN ZONA INTERMEDIA DE PRODUCCIÓN DE LOS SANTOS, COSTA RICA. *Agronomía Costarricense*.
- CODEX. (Agosto de 2002). *MÉTODOS DE ANÁLISIS PARA LAS FRUTAS Y LAS HORTALIZAS ELABORADAS*. Obtenido de http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCPFV/CCPFV21/pf02_10s.pdf
- CODEX. (2005). Obtenido de file:///C:/Users/hp/Downloads/CXS_247s.pdf
- COLPOS. (1982). PRODUCTOS ALIMENTICIOS NO INDUSTRIALIZADOS, PARA USO HUMANO. FRUTA FRESCA. DETERMINACIÓN DE ACIDEZ. 4.
- Cosimo, T., Costa, C., Menesatti, P., Stefania, C., Nadia, B., Elisa, A., . . . Edgardo, G. (2015). Use of volatile organic compounds and physicochemical parameters for monitoring the post-harvest ripening of imported tropical fruits. *European Food Research and Technology*.
- Cruz, M. G. (Marzo de 2019). *PROPIEDADES DEL AGUACATE "Persea americana"*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/NUTRICIONUDEOGUAMUCHIL/propiedades-del-aguacate-persea-americana>
- DANE. (Octubre de 2015). *El cultivo del aguacate (Persea americana Miller.)*. Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos_oct_2015.pdf
- De la Vega, J., Cañarejo, M., & Pinto, N. (2017). Avances en Tecnología de Atmósferas Controladas y sus Aplicaciones en la Industria. 75-86.
- Del Pilar, I. M., Fischer, G., & Corredor, G. (2007). Determinación de los estados de madurez del fruto de la gulupa (*Passiflora edulis Sims*). *Agronomía Colombiana*, 83-95.

- Domene, M. Á., & Segura, M. (Septiembre de 2014). *PARÁMETROS DE CALIDAD INTERNA DE HORTALIZAS Y FRUTAS EN LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA*. Obtenido de Negocio Agroalimentario y Cooperativo: <http://chilorg.chil.me/download-doc/86426>
- Duarte, T., Jimenez, R. E., & Ruiz, M. (2007). ANÁLISIS ECONÓMICO DE PROYECTOS DE INVERSIÓN. *Scientia et Technica*, 333-338.
- Espinoza, C., Valle, S., Ybarra, M. C., & Martínez, M. T. (2014). COMPORTAMIENTO POSTCOSECHA DE FRUTOS DE AGUACATE 'HASS' AFECTADO POR TEMPERATURA Y ATMÓSFERA MODIFICADA CON MICROPERFORADO. *Rev. Fitotec. Mex*, 235-242.
- FAO. (2012). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de <http://www.fao.org/in-action/agronoticias/detail/es/c/509141/>
- Galindo, M., & Arzate, A. (2010). Consideraciones sobre el origen y primera dispersión del aguacate (*Persea americana*, Lauraceae). *Cuadernos de Biodiversidad*, 11-15. Obtenido de https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:Fo3gLyEUmrQJ:scholar.google.com/+aguacate+2010&hl=es&as_sdt=0,5
- González, C. (Octubre de 2011). *El pH*. Obtenido de <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-862/maguaph.pdf>
- González, R. (2009). Cómo evaluar proyectos de inversión. *FINANZAS*.
- Goyenola, G. (Junio de 2007). *Determinación del pH*. Obtenido de RED MAPSA : http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso_2007/cartillas/tematicas/Determinacion%20del%20pH.pdf
- Herrera, A. (Febrero de 2017). *ESTUDIO DE LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DEL AGUACATE*. Obtenido de

file:///C:/Users/hp/Downloads/03%20AGN%20022%20TRABAJO%20DE%20GRADO
%20(4).pdf

Herrera, J., Salazar, S., Martínez, H., & Ruiz, J. (2017). INDICADORES PRELIMINARES DE MADUREZ FISIOLÓGICA Y COMPORTAMIENTO POSTCOSECHA DEL FRUTO DE AGUACATE MÉNDEZ. *Revista Fitotecnia Mexicana*.

Horacio, M., & Cafaro, T. (2007). Ácido ascórbico: desde la química hasta su crucial función protectora en ojo. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*, 525-532.

ICA. (2012). *Manejo fitosanitario del cultivo del aguacate Hass*. Obtenido de <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:G7reY7lnktoJ:https://www.ica.gov.co/getattachment/4b5b9b6f-ecfc-46e1-b9ca-b35cc1cefee2/-+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec>

indicepr. (2015). *Seis propiedades del aguacate*. Obtenido de <http://www.indicepr.com/noticias/2015/01/20/style/35309/seis-propiedades-del-aguacate/>

INEN. (2009). Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/25528/ANEXO%203%20norma%20INEN.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

INEN. (2012). Norma Técnica Ecuatoriana. 5.

INFO, F. (1 de Julio de 2017). *¿Cuál es el pH de los alimentos?* Obtenido de <http://www.food-info.net/es/qa/qa-fp65.htm>

INIAP. (Mayo de 2012). *Estudio de las características de calidad pre y poscosecha en dos variedades de aguacate*. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/bitstream/41000/986/1/iniapscP.M113e2012.pdf>

- J, F., & A, C. (18 de Mayo de 2018). *Acidez titulable*. Obtenido de <http://franciscoycamilo.blogspot.com/2010/05/bibliografia.html>
- Kader, & Yehoshua, B. (2000). Effects of superatmospheric oxygen levels on postharvest physiology and quality of fresh fruits and vegetables. *Postharvest Biol.Techno*, 1-13.
- Kader, A., & Ben-Yehoshua, S. (2000). Effects of superatmospheric oxygen levels on postharvest physiology and quality of fresh fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 1-13.
- Lobo, G. (2018). DETERMINACIÓN DE LA MATERIA SECA EN AGUACATE UTILIZANDO UN MÉTODO NO DESTRUCTIVO (NIR). *Jornadas Técnicas sobre Aguacate*.
- López, F., Valencia, J., & Medina, L. (2016). Modelado de la Transferencia de Calor en el Tratamiento Térmico de Productos Enlatados. *Modelado de la Transfere*, 85-94.
- Lopez, J. H. (2000). *MANEJO POSTCOSECHA DE FRUTAS Y HORTALIZAS*. Obtenido de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:rbPFs2yZfu4J:biototecadigital.aronet.gov.co/bitstream/11348/6755/1/067.pdf+&cd=4&hl=es&ct=clnk&gl=ec>
- Magaña, W., Sauri, E., Corrales, J., & Saucedo, C. (2013). VARIACIONES BIQUÍMICAS-FISIOLÓGICAS Y FÍSICAS DE LAS FRUTAS DE PITAHAYA (*Hylocereusundatus*) ALMACENADAS EN AMBIENTE NATURAL. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 21-30.
- Márquez, C., Yepes, D., Sanchez, L., & Osorio, J. (2014). CAMBIOS FÍSICO-QUÍMICOS DEL AGUACATE (*Persea americana* Mill. cv. "Hass") EN POSCOSECHA PARA DOS MUNICIPIOS DE ANTIOQUIA. *TEMAS AGRARIOS*, 32 - 47.

- Martinez, M., Balois, R., Alia, I., Cortes, M., Palomino, Y., & López, G. (2017). Poscosecha de frutos: maduración y cambios bioquímicos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4075-4087.
- Ministerio de Producción y Trabajo. (Julio de 2016). *FORMAS DE CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS II*. Obtenido de NUTRICIÓN Y EDUCACIÓN ALIMENTARIA : http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Nutricion/fichaspdf/Ficha_53_Formas_de_%20conservacion_de_alimentosII.pdf
- Montilla, F. (Julio de 2007). *Modelo Económico*. Obtenido de Zona económica: <https://www.zonaeconomica.com/modelo-econ-mico#simple-table-of-contents-1>
- Montoya, D. (2005). TECNOLOGÍA DE ATMÓSFERAS CONTROLADAS PARA FRUTAS Y HORTALIZAS, CASO DE ESTUDIO: MODELO AGUACATE (Persea Americana) VARIEDAD HASS. *Escuela de Postgrados, Universidad Nacional Abierta y a Distancia*, 14-39.
- Mora, L. (11 de Junio de 2019). *PROTOCOLOS DE MEDICIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES, PH Y ACIDEZ TITULABLE*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/413030096/Protocolos-de-Medicion-de-Solidos-Solubles2>
- Morales, J., Rao, M., Hotchkiss, J., & Downing, D. (1994). Modified atmosphere packaging of sweet corn on cob. *J. Food Proc*, 279-293.
- Norma Técnica Ecuatoriana. (2015). FRUTAS FRESCAS. AGUACATE. REQUISITOS. *NTE INEN 1755*.

- Ocaña, J. (2019). Evaluación del efecto de tres tiempos de exposición al 1- metilciclopropeno en dos variedades de aguacate (Persea americana Mill. *Tesis Ingeniería Agrónoma*. Universidad Central del Ecuador, Quito.
- Ortega, M. Á. (2003). VALOR NUTRIMENTAL DE LA PULPA FRESCA DE AGUACATE HASS. *Actas V Congreso Mundial del Aguacate*, 741-748.
- Ospina, S., & Cartagena, J. (2008). La atmósfera modificada: una alternativa para la conservación de los alimentos. *REVISTA LASALLISTA DE INVESTIGACIÓN*.
- Palacios, M. B. (2010). *El aguacate y sus diferentes aplicaciones en 25 recetas*. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/1626/1/tgas14.pdf>
- Palomino, J. L. (10 de Diciembre de 2015). *Potenciometría y acidez titulable*. Obtenido de <https://www.slideshare.net/joseluispalomino77/potenciometra-y-acidez-titulable>
- Paull, R. E. (1990). *Chilling injury of crops of tropical and subtropical origen*. Boca Ratón Fla.
- Pérez, S., Ávila, G., & Coto, O. (2015). El aguacatero (Persea americana Mill). *Cultivos Tropicales*, 111-123.
- Pineda, M., Chacón, A., & Cordero, G. (2009). EFECTO DE LAS CONDICIONES DE SECADO SOBRE LA CINÉTICA DE DESHIDRATACIÓN DE LAS HOJAS DE MORERA (Morus alba). *Agronomía Mesoamericana*, 275-283.
- Porras, A. P., & López, A. (2009). Importancia de los grupos fenólicos en los alimentos. 121-134.
- Quezada, I. (2013). Envases activos e inteligentes. *Agrimundo*.
- Quiñonez, M., Miguel, M., & Aleixandre, A. (2012). Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Instituto de Investigación en Ciencias de Alimentación*.

- Robayo, A. T. (2016). 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. 111.
- Rodríguez, J., Morcuende, D., Andrade, M. J., Kylli, P., & Estévez, M. (2011). Fenólicos del aguacate (*Persea americana* Mill.), Actividades antioxidantes y antimicrobianas in vitro e inhibición de la oxidación de lípidos y proteínas en las empanadas de cerdo. 5625-5633.
- Rodríguez, R., Rojo, G., Martínez, R., Piña, H., Ramírez, B., Vaquera, H., & Cong, M. (2014). ENVASES INTELIGENTES PARA LA CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS. *Ra Ximhai*, 151-173.
- Salgado, B., Gomez, P., & Salazar, C. (2012). Evaluación del proceso de extracción de aceite de aguacate hass (*Persea americana* Mill) utilizando tratamiento enzimático*. *Revista Lasallista de Investigación*.
- Salgado, B., Gómez, P., & Salazar, C. (2012). Evaluación del proceso de extracción de aceite de aguacate hass (*Persea americana* Mill) utilizando tratamiento enzimático*. *Revista Lasallista de Investigación*.
- Salud, O. P. (Febrero de 2012). *Tabla composición de alimentos de Centroamerica*. Obtenido de <http://www.incap.int/mesocaribefoods/dmddocuments/TablaCAAlimentos.pdf>
- San Mauro, I., & Garicano, E. (2015). Papel de la vitamina C y los β -glucanos sobre el sistema inmunitario: revisión. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*.
- Sandoval, A., Forero, F., & García, J. (2010). POSTCOSECHA Y TRANSFORMACIÓN DE AGUACATE: AGROINDUSTRIA RURAL INNOVADORA. 105. Obtenido de <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:hXBGr19w9roJ:https://reposito>

ry.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/13436/41672_41931.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy+%&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec

Sandoval, A., Forero, F., & García, J. (2010). *POSTCOSECHA Y TRANSFORMACIÓN DEL AGUACATE*. Obtenido de AGROINDUSTRIA RURAL INNOVADORA: file:///C:/Users/hp/Downloads/POSTCOSECHADEAGUACATE%20(1).pdf

Sandoval, J., Hernandez, M., Rodríguez, P., & Herrera, A. (2017). EVALUACIÓN DE VARIABLES FÍSICO QUÍMICAS DE IMPORTANCIA EN LA CALIDAD DEL FRUTO DE AGUACATE (Persea americana Mill.) cv. HASS, PRODUCIDO EN CUATRO MUNICIPIOS DE COLOMBIA. *Memorias del V Congreso Latinoamericano del Aguacate*.

Sellamuthu, P. S., Mafune, M., Sivakumar, D., & Soundy, P. (2013). El vapor de aceite de tomillo y el envasado en atmósfera modificada reducen la incidencia de antracnosis y mantienen la calidad de la fruta en el aguacate. 3024–3031.

Sosa, L., Van de Velde, F., & Pirovani, M. (2012). APLICACIÓN DE NIVELES DE OXÍGENO SUPERATMOSFÉRICOS EN NARANJAS MÍNIMAMENTE PROCESADAS. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 175-180.

Suarez, A. M. (2012). Alternativas para la conservación de aguacate (Persea americana Mill, variedad Hass) en la inhibición del pardeamiento enzimático. 22.

Sy Corbo, H. (2019). *Lidifer*. Obtenido de Costo unitario: en qué consiste, cómo se calcula y ejemplos.:

[https://www.lidifer.com/costounitario/#:~:text=El%20costo%20unitario%20se%20genera,\)%20%2F%20Total%20de%](https://www.lidifer.com/costounitario/#:~:text=El%20costo%20unitario%20se%20genera,)%20%2F%20Total%20de%)

- Torres, R., Montes, E. J., Pérez, O., & Andrade, R. (2013). Relación del Color y del Estado de Madurez con las Propiedades Fisicoquímicas de Frutas Tropicales. *Información tecnológica*, 51-56.
- TROPS. (2016). *Aguacate Fuerte*. Obtenido de <https://www.trops.es/aguacate-fuerte/>
- Universidad Industrial de Santander. (27 de Febrero de 2008). *GUÍA DE ALMACENAMIENTO SECO, REFRIGERADO Y CONGELADO*. Obtenido de https://www.uis.edu.co/intranet/calidad/documentos/bienestar_estudiantil/guias/GBE.27.pdf
- Valle , S., Espinosa, C., & Marínez, M. T. (2017). MANEJO DE FRUTOS DE AGUACATE 'HASS' EN ATMÓSFERAS MODIFICADAS EN POSTCOSECHA. *Universidad Autónoma Chapingo*, 429-435.
- Vallejo, J. D., & Velasco, A. (2015). *Aplicación de la tecnología de empaque bajo atmósferas modificadas en la conservación y vida útil de arveja*. Obtenido de <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/91363.pdf>
- Viera, A., Viera, W., & Sotomayor, A. (Diciembre de 2016). *Potencial del cultivo de aguacate (persea americana mill) en Ecuador*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/311947045_Potencial_del_cultivo_de_aguacate_persea_americana_mill_en_Ecuador_como_alternativa_de_comercializacion_en_el_mercado_local_e_internacional
- Villalba, M., Yepes, I., & Arrázola, G. (2005). CARACTERIZACION FISICOQUIMICA DE FRUTAS DE LA ZONA DEL SINU PARA SU AGROINDUSTRIALIZACION. *Departamento de Ingeniería de Alimentos*, 1-9.

- Vinha, A. F., Moreira, J., & Ferreira, V. (2013). Physicochemical Parameters, Phytochemical Composition and Antioxidant Activity of the Algarvian Avocado (*Persea americana* Mill). *Journal of Agricultural Science*, 100-109.
- Wang, W., Terrel, R. B., & Gu, L. (2010). Capacidades antioxidantes, procianidinas y pigmentos en aguacates de diferentes cepas y cultivares. *Química de Alimentos*, 1193-1198.
- Yehoshua, B., & Rodov, V. (2003). Transpiration and water stress. *Postharvest Physiology and Pathology of Vegetables*, 111-159.
- Yudi, T., & Vidaurre, J. (2015). CINÉTICA DE LA DEGRADACIÓN DE COMPUESTOS FENOLES Y ANTOCIANINAS EN UNA BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE ARÁNDANO AZUL (*Vaccinium corymbosum* L.).
- Yunga, M. (2011). *EMPAQUES Y TÉCNICAS DE LA CONSERVACIÓN DE TODO TIPO DE ALIMENTOS*. Obtenido de <http://dspace.ucacue.edu.ec/bitstream/reducacue/5469/4/Empaques%20y%20t%C3%A9cnicas%20de%20la%20conservaci%C3%B3n%20de%20todo%20tipo%20de%20alimentos.pdf>
- Zarazúa, J., Martínez, M., Colinas, M., Barrientos, A., & Aguilar, J. (2005). FRIGOCONSERVACIÓN Y ATMÓSFERAS MODIFICADAS EN FRUTOS DE AGUACATE MÍNIMAMENTE PROCESADO. *REVISTA CHAPINGO SERIE HORTICULTURA*, 143-148.

CAPÍTULO VI

ANEXOS

Anexo 1



PRODUCTOS PARAISO DEL ECUADOR

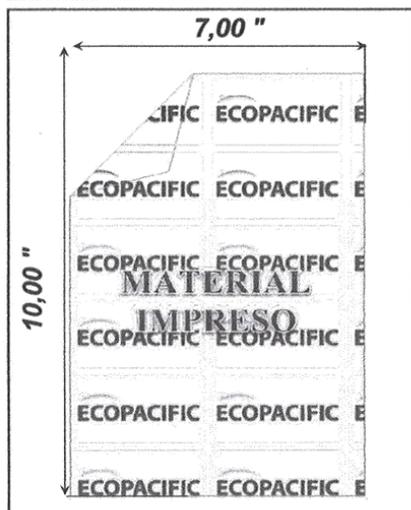
DIVISION POLIETILENO

CERTIFICADO DE CALIDAD DEL PRODUCTO

CLIENTE	ECOPACIFIC	FECHA	2 de enero de 2018
CANTIDAD	60.000	CODIGO	4394.07

FUNDAS POR BULTO	4.000	TIPO DE FUNDA
FUNDAS POR PAQUETE	15	
NÚMERO DE LOTE	21217	
USO	EMPAQUE PRODUCTO TERMINADO REFERENCIA SAMBO PICADO	

MATERIAL POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD



PARAMETRO	MEDIDA	TOLERANCIA	REVISADO
ANCHO	7,00 "	±5 %	✓
LARGO	10,00 "	±5 %	✓
ESPESOR	3,50 mils	±10 %	✓
FUELLE LATERAL	--	--	--
FUELLE FONDO	--	--	--
LENGÜETA	--	--	--

ANVERSO		REVERSO	
COLOR	REVISADO	COLOR	REVISADO
1 NEGRO	✓	1 BLANCO	✓
2 BLANCO	✓	2 NEGRO	✓
3 NARANJA 130C	✓	3 VERDE 349C	✓
4 NARANJA151C	✓	4	
5 VERDE 349C	✓	5	
6		6	

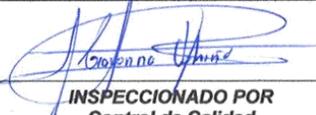
ESPECIFICACION	REVISADO
RESISTENCIA LONGITUDINAL	✓
RESISTENCIA TRANSVERSAL	✓
CARGA DE RUPTURA	✓
BLOQUEO DE MATERIAL	✓
TRATADO SUPERFICIAL DE MATERIAL	✓
ADHERENCIA DE LA TINTA	✓
RESISTENCIA DE SELLOS	✓

Los materiales usados en la fabricación de este empaque, se encuentran dentro de la lista positiva y cumplen con las regulaciones FDA "Food and drugs administration" aptos para estar en contacto con alimentos según: FDA:21CFR parte177 §1520 FDA: 21 CFR 177.1520(c) 3.2(a) FDA: 21CFR parte175 §105 y § 320; parte 176 §125,180,200, 210 y 176(c) y que son utilizados para la elaboración de empaques para alimentos de consumo humano.

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO

Los paquetes deben almacenarse en bodegas o depósitos cerrados con techo en buen estado, ventilados, evitando condiciones adversas de humedad, exposición al sol o a la lluvia y excesivo calor. Deben estar aislados de materiales aromáticos, químicos y vapores. Evitar contaminación por plagas y polvo. Un período largo de almacenamiento puede causar alteraciones en las características y especificaciones técnicas del material.

El lote al que se hace referencia en el presente certificado cumple con las especificaciones de calidad establecidas, por lo que se LIBERA para su uso comercial como empaque de alimentos.


INSPECCIONADO POR
Control de Calidad

Anexo 2



PRODUCTOS PARAISO DEL ECUADOR

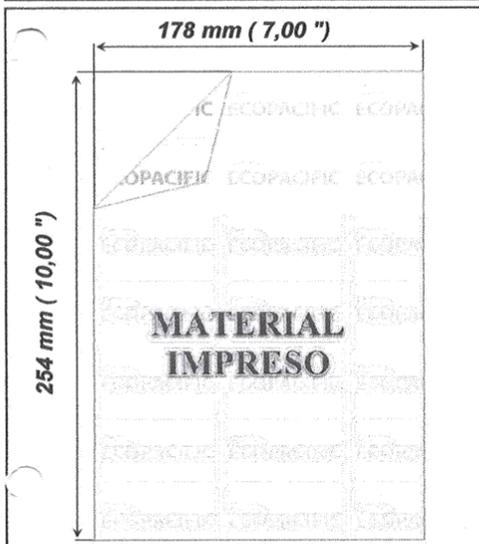
DIVISION POLIETILENO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CLIENTE	ECOPACIFIC EMPRESA COMERCIAL DEL PACIFICO S.A
REFERENCIA	SAMBO PICADO

FUNDAS POR PAQUETE	100	TIPO DE EMPAQUE
FUNDAS POR BULTO	4.000	TRADICIONAL TRANSPARENTE
CODIGO	4394.07	

MATERIAL	POLIETILENO EXTRUIDO DE BAJA DENSIDAD
----------	---------------------------------------



ESPECIFICACIONES DE MEDIDAS		
PARAMETRO	MEDIDAS	TOLERANCIA
ANCHO	178 mm (7,00 ")	± 5%
LARGO	254 mm (10,00 ")	± 5%
ESPESOR	88,9 µ (3,50 mils)	± 10%

COLORES DE IMPRESIÓN	
COLORES ANVERSO	COLORES REVERSO
NEGRO	BLANCO
BLANCO	NEGRO
NARANJA 130C	VERDE 349C
NARANJA 151C	
VERDE 349C	

EMPAQUES IMPRESOS utilizamos SISTEMA DE CONTROL DE COLOR X-RITE que garantiza la uniformidad del color y la fidelidad con los colores aprobados por nuestros clientes en cada uno de los lotes de producción fabricados.

PROPIEDADES DEL PRODUCTO		
ESPECIFICACIONES	VALORES	NORMAS
RESISTENCIA AL DESGARRE MD (gf)	600	ASTM D-1922 (1)
RESISTENCIA AL DESGARRE TD (gf)	1.200	ASTM D-1923
RESISTENCIA AL IMPACTO (g)	>600	ASTM D-1709
ESFUERZO DE RUPTURA MD/TD (MPa)	24/26	ASTM D-882
DEFORMACIÓN POR RUPTURA MD/TD (%)	100/150	ASTM D-883
SELLABILIDAD (°C)	100 ~ 105	PPE-1011

Para valoraciones en nuestros laboratorios aplica Norma ASTM

REGULACIONES PARA EL CONTACTO CON ALIMENTOS.

Los materiales usados en la fabricación de esta lámina, se encuentran dentro de la lista positiva y cumplen con las regulaciones FDA "Food and drugs administration" aptos para estar en contacto con alimentos según: FDA:21CFR parte177 §1520 FDA: 21 CFR 177.1520(c) 3.2(a) FDA: 21CFR parte175 §105 y § 320; parte 176 §125,180,200, 210 y 176(c) y que son utilizados para la elaboración de empaques para alimentos de consumo humano. No se permite el uso de material reciclado para este tipo de empaques.

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO Y VIDA ÚTIL

Los paquetes deben almacenarse en bodegas o locales cerrados con techo en buen estado, ventilados, evitando condiciones adversas de humedad, exposición al sol o a la lluvia y excesivo calor. Deben estar aislados de materiales aromáticos, químicos y vapores. Evitar contaminación por plagas y polvo. Un periodo largo de almacenamiento puede causar alteraciones en las características y especificaciones técnicas del material. Teniendo en cuenta el manejo y las condiciones de almacenamiento, el material puede conservar sus propiedades hasta 6 meses, sin embargo recomendamos utilizar dentro de los primeros 4 meses desde su fabricación.

Quito
Av. Patria y Av. Amazonas, Ed. Cofiec, 6to. Piso.
Telf: (593-2) 2228018

Ing. Ernesto Albán.

Guayaquil
Av. Juan Tanca Marengo Km. 4½
Telf: (593-4) 2658342

Anexo 3



FEDERACION DE FRUTICULTORES DEL NORTE " FEDEFRUNOR "



Cotacachi, 03 de diciembre del 2019

Doctor Bolívar Batallas

Decano

FICAYA –UTN

Presente. -

De mis consideraciones.

Yo Ing. Marcelo Reinoso con número de cédula 0200582740 mediante la presente carta solicito su apoyo para que el docente Juan Carlos de la Vega con número de cédula 1002958856 y la tesista Melany Quiguango con número de cédula 1004300370 trabaje en conjunto con la federación **FEDEFRUNOR** en el proyecto de investigación denominado como **ESTUDIO DE LA APLICACIÓN DE ATMÓSFERAS MODIFICADAS EN LA CONSERVACIÓN DEL AGUACATE FUERTE *Persea americana Mill. cv. "Fuerte"***, desarrollo que se efectuará con el apoyo de la Federación de Agricultores del Norte y del personal antes mencionado y de equipos especializados de la Universidad Técnica del Norte. Lo anterior en función de buscar una mejor alternativa de conservación del aguacate.

Atentamente.

Ing. Marcelo Reinoso

Presidente de FEDEFRUNOR

C.I. 0200582740