



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Estudios de Postgrado de Ingeniería
Maestría en Artes en Ciencia y Tecnología de los Alimentos

**DETERMINACIÓN DEL TIPO DE CORTE IDÓNEO (PARMENTIER, JULIANA Y TOURNEE)
PARA PROLONGAR EL TIEMPO DE VIDA DE ANAQUEL DEL AGUACATE HASS (*Persea
americana*) INMERSO EN UNA SOLUCIÓN DE ÁCIDO CÍTRICO Y EMPACADO AL VACÍO**

Inga. Cesia Martha María de León Arredondo

Asesorado por el MSc. Ing. Vladimir Iván Pérez Soto

Guatemala, agosto de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DETERMINACIÓN DEL TIPO DE CORTE IDÓNEO (PARMENTIER, JULIANA Y TOURNEE)
PARA PROLONGAR EL TIEMPO DE VIDA DE ANAQUEL DEL AGUACATE HASS (*Persea
americana*) INMERSO EN UNA SOLUCIÓN DE ÁCIDO CÍTRICO Y EMPACADO AL VACÍO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

INGA. CESIA MARTHA MARÍA DE LEÓN ARREDONDO
ASESORADO POR EL MSC. ING. VLADIMIR IVÁN PÉREZ SOTO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

MAESTRA EN ARTES EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS

GUATEMALA, AGOSTO DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Mtra. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
DIRECTOR	Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
EXAMINADORA	Mtra. Inga. Hilda Piedad Palma Ramos
EXAMINADORA	Mtra. Lcda. Blanca Azucena Méndez Cerna
SECRETARIO	Mtro. Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DETERMINACIÓN DEL TIPO DE CORTE IDÓNEO (PARMENTIER, JULIANA Y TOURNEE) PARA PROLONGAR EL TIEMPO DE VIDA DE ANAQUEL DEL AGUACATE HASS (*Persea americana*) INMERSO EN UNA SOLUCIÓN DE ÁCIDO CÍTRICO Y EMPACADO AL VACÍO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 27 de marzo de 2021.

Inga. Cesia Martha María de León Arredondo



DTG. 322.2021.

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **DETERMINACIÓN DEL TIPO DE CORTE IDÓNEO (PARMENTIER, JULIANA Y TOURNEE) PARA PROLONGAR EL TIEMPO DE VIDA DE ANAQUEL DEL AGUACATE HASS (*Persea americana*) INMERSO EN UNA SOLUCIÓN DE ÁCIDO CÍTRICO Y EMPACADO AL VACÍO**, presentado por la Ingeniera: **Cesia Martha María de León Arredondo**, estudiante de la **Maestría en Ciencia y Tecnología de los Alimentos** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana

Guatemala, agosto de 2021.

AACE/asga



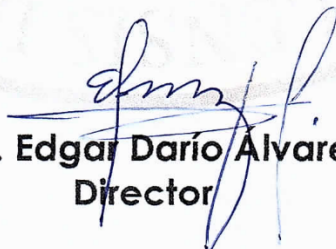
Guatemala, Julio 2021

EEPFI-0890-2021

En mi calidad de Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen y verificar la aprobación del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística al Trabajo de Graduación titulado: **“DETERMINACIÓN DEL TIPO DE CORTE IDÓNEO (PARMENTIER, JULIANA Y TOURNEE) PARA PROLONGAR EL TIEMPO DE VIDA DE ANAQUEL DEL AGUACATE HASS (Persea americana) INMERSO EN UNA SOLUCIÓN DE ÁCIDO CÍTRICO Y EMPACADO AL VACÍO”** presentado por la Ingeniera **Cesia Martha María de León Arredondo** identifica con carné **201114013** correspondiente al programa de **Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos** apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Coll
Director





Guatemala, Julio 2021

EEPM-0891-2021

Como Coordinadora del programa de Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos doy el aval correspondiente para la aprobación del Trabajo de Graduación titulado: **“DETERMINACIÓN DEL TIPO DE CORTE IDÓNEO (PARMENTIER, JULIANA Y TOURNEE) PARA PROLONGAR EL TIEMPO DE VIDA DE ANAQUEL DEL AGUACATE HASS (Persea americana) INMERSO EN UNA SOLUCIÓN DE ÁCIDO CÍTRICO Y EMPACADO AL VACÍO”** presentado por la Ingeniera **Cesia Martha Maria de León Arredondo** quien se identifica con el número de carné **201114013**.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”



Mtra. Hilda Piedad Palma Ramos de Martini
Coordinadora de Maestría
Escuela de Estudios de Postgrado



Guatemala, Junio 2021

EEPF-0820-2021

En mi calidad como Asesor de la Ingeniera **Cesia Martha María de León Arredondo** quien se identifica con número de carné **201114013** procedo a dar el aval correspondiente para la aprobación del Trabajo de Graduación titulado: "**DETERMINACIÓN DEL TIPO DE CORTE IDÓNEO (PARMENTIER, JULIANA Y TOURNEE) PARA PROLONGAR EL TIEMPO DE VIDA DE ANAQUEL DEL AGUACATE HASS (Persea americana) INMERSO EN UNA SOLUCIÓN DE ÁCIDO CÍTRICO Y EMPACADO AL VACÍO**" quien se encuentra en el programa de **Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos** en la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

MSc. Vladimir Iván Pérez Soto

Asesor

Vladimir Iván Pérez Soto

MSc. Ing. Químico
Colegiado No. 2232

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por ser la luz que ilumina cada uno de mis días, quien me motiva a siempre dar lo mejor, a creer en mí, y quien me colma de todo lo que realmente necesito.

Mi madre

María del Rosario Arredondo, por ser mi mayor ejemplo de fortaleza y siempre apoyarme en cada una de mis metas y sueños y desear siempre lo mejor para mí. Gracias por cada esfuerzo y sacrificio.

Mi hermano

Maurizzio de León, por ser mi motor y mi alero, por quien quiero ser mejor para siempre seguir siendo, juntos, el mejor equipo.

Mi familia

María García, Gabriela Arévalo, Carmen y Violeta Arredondo, por ser una importante influencia en mi carrera y demostrarme su apoyo siempre.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser la institución que me brindó los estudios, experiencias inolvidables y conocimientos, para formarme como una profesional que puede contribuir con el desarrollo de mi país.

Facultad de Ingeniería

Por la formación que me ha brindado y por su apoyo en el desarrollo de este Trabajo de Graduación.

Mi asesor

Ing. Vladimir Pérez, por el tiempo dedicado, sus consejos, ideas y ánimos para culminar mi formación profesional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XIII
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS ORIENTADORAS	XV
OBJETIVOS.....	XIX
MARCO METODOLÓGICO	XXI
INTRODUCCIÓN	XXV
1. ANTECEDENTES	1
2. MARCO TEORICO.....	7
2.1. El aguacate, historia y propiedades.....	7
2.2. Propiedades del aguacate	7
2.3. Determinación de calidad del aguacate.....	7
2.4. Razas del aguacate.....	8
2.4.1. Raza mexicana	8
2.4.2. Raza antillana	8
2.4.3. Raza guatemalteca.....	8
2.4.3.1. Aguacate Hass	9
2.4.4. Híbridos	9
2.5. Manejo postcosecha del aguacate Hass	9
2.6. Aspectos económicos del aguacate en Guatemala	10
2.7. Desinfección del agua	10

2.8.	Oscurecimiento del aguacate.....	11
2.9.	Métodos de conservación de aguacate.....	12
2.10.	Uso de aditivos en el aguacate	12
2.11.	Conservación por refrigeración	13
2.12.	Velocidades de la respiración	14
2.13.	Riesgos de daño por aplicación del frío	14
2.14.	Daño por refrigeración.....	15
2.15.	Alimentos sellados al vacío	16
2.15.1.	Ventajas de sellar al vacío.....	17
2.15.2.	Envasadora al vacío	17
2.15.3.	Funcionamiento de envasadora al vacío.....	18
2.16.	Análisis sensorial en alimentos	18
2.17.	Tipos de pruebas sensoriales	18
2.17.1.	Pruebas afectivas.....	19
2.17.2.	Escala hedónica verbal	19
2.17.3.	Factores que influyen el resultado sensorial.....	20
2.17.3.1.	Factores psicológicos.....	20
3.	DESARROLLO DE LA INVESTIGACION	23
3.1.	Fases de la investigación	23
4.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	27
5.	DISCUSION DE RESULTADOS.....	51
5.1.	Selección de materia prima.....	51
5.2.	Determinación del tiempo de la vida de anaquel del aguacate Hass cortado en <i>Parmentier</i> , <i>juliana</i> y <i>tournée</i>	51
5.3.	Elaboración de un análisis sensorial para determinar el porcentaje de aceptación de las muestras de aguacate Hass	52

CONCLUSIONES	55
RECOMENDACIONES	57
REFERENCIAS	59
APÉNDICES	63
ANEXO	85

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Escala de maduración del aguacate seleccionado según el cambio de color de la piel	27
2.	Escala de maduración del aguacate seleccionado según el cambio de color interno	28
3.	Tratamiento 1: corte <i>Parmentier</i> para conservar 15, 18 y 21 días	28
4.	Tratamiento 2: corte juliana para conservar 15, 18 y 21 días.....	29
5.	Tratamiento 3: corte <i>tournée</i> para conservar 15, 18 y 21 días.....	30
6.	Nivel de satisfacción por el atributo de color de la muestra. Tratamiento 1: Aguacate Hass a los 15, 18 y 21 días, n=35.....	37
7.	Nivel de satisfacción por el olor de la muestra. Tratamiento 1: Aguacate Hass a los 15, 18 y 21 días, n=35.....	38
8.	Nivel de satisfacción por el sabor de la muestra. Tratamiento 1: Aguacate Hass a los 15, 18 y 21 días, n=35.....	39
9.	Nivel de satisfacción por la textura de la muestra. Tratamiento 1: Aguacate Hass a los 15, 18 y 21 días, n=35.....	40
10.	Nivel de satisfacción por el color de la muestra. Tratamiento 2: Aguacate Hass a los 15, 18 y 21 días, n=35.....	41
11.	Nivel de satisfacción por el olor de la muestra. Tratamiento 2: Aguacate Hass a los 15, 18 y 21 días, n=35.....	42
12.	Nivel de satisfacción por el sabor de la muestra. Tratamiento 2: Aguacate Hass a los 15, 18 y 21 días, n=35.....	43
13.	Nivel de satisfacción por la textura de la muestra. Tratamiento 2: Aguacate Hass a los 15, 18 y 21 días, n=35.....	44

14.	Nivel de satisfacción por el color de la muestra. Tratamiento 3: Aguacate Hass a los 15, 18 y 21 días, n=35.....	45
15.	Nivel de satisfacción por el olor de la muestra. Tratamiento 3: Aguacate Hass a los 15, 18 y 21 días, n=35.....	46
16.	Nivel de satisfacción por el sabor de la muestra. Tratamiento 3: Aguacate Hass a los 15, 18 y 21 días, n=35.....	47
17.	Nivel de satisfacción por la textura de la muestra. Tratamiento 3: Aguacate Hass a los 15, 18 y 21 días, n=35.....	48

TABLAS

I.	Operacionalización de variables	XXIII
II.	Porcentajes obtenidos en la evaluación sensorial de la muestra Tratamiento 1: aguacate Hass a los 15 días, n=35.....	31
III.	Porcentajes obtenidos en la evaluación sensorial de la muestra Tratamiento 1: aguacate Hass a los 18 días, n=35.....	31
IV.	Porcentajes obtenidos en la evaluación sensorial de la muestra. Tratamiento 1: aguacate Hass a los 21 días, n=35.....	32
V.	Porcentajes obtenidos en la evaluación sensorial de la muestra. Tratamiento 2: aguacate Hass a los 15 días, n=35.....	33
VI.	Porcentajes obtenidos en la evaluación sensorial de la muestra. Tratamiento 2: aguacate Hass a los 18 días, n=35.....	33
VII.	Porcentajes obtenidos en la evaluación sensorial de la muestra. Tratamiento 2: aguacate Hass a los 21 días, n=35.....	34
VIII.	Porcentajes obtenidos en la evaluación sensorial de la muestra. Tratamiento 3: aguacate Hass a los 15 días, n=35.....	35
IX.	Porcentajes obtenidos en la evaluación sensorial de la muestra. Tratamiento 3: aguacate Hass a los 18 días, n=35.....	35

X.	Porcentajes obtenidos en la evaluación sensorial de la muestra. Tratamiento 3: aguacate Hass a los 21 días, n=35	36
XI.	Resumen de análisis de varianza en resultados de análisis sensorial a los 15 días, n=35.....	48
XII.	Resumen de análisis de varianza en resultados de análisis sensorial a los 18 días, n=35.....	49
XIII.	Resumen de análisis de varianza en resultados de análisis sensorial a los 21 días, n=35.....	49

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
F	Factor de Fisher
°C	Grados Celsius
%	Porcentaje
T1	Tratamiento 1, Corte <i>Parmentier</i>
T2	Tratamiento 2, Corte juliana
T3	Tratamiento 3, Corte <i>tournée</i>

GLOSARIO

Ácido cítrico

Es uno de los aditivos más utilizados por la industria alimentaria. Es un ácido orgánico tricarbónico que está presente en la mayoría de las frutas, sobre todo en cítricos como el limón y la naranja.

Es un buen conservante y antioxidante natural que se añade industrialmente en el envasado de muchos alimentos como las conservas vegetales enlatadas.

Corte juliana

Tiras finas de aproximadamente 5 cm. Si la verdura es grande se corta primero en rebanadas y luego en tiras delgadas.

La verdura cortada así se utiliza para guisar, para guarniciones, para ensaladas, adornos, etc.

Corte *Parmentier*

Es un corte en cubos de aproximadamente 2 cm por lado. Generalmente se aplica a papas, aunque algunas veces se hace referencia a este corte en verduras y carnes.

Corte *tournée*

Es un tipo de corte cuyo nombre proviene del francés y que se puede traducir como torneado o corte en barril.

Hace referencia al corte que se practica generalmente a hortalizas o verduras de textura firme y cierto tamaño, y que permite darles una forma ovalada y regular.

**Propiedades
organolépticas**

Son todas aquellas descripciones de las propiedades físicas que tiene la materia en general, según puedan ser percibidas por los sentidos; por ejemplo: sabor, textura, olor y color.

Vida de anaquel

Es el período entre la manufactura y el consumo de un producto alimenticio durante el cual el producto tiene una calidad satisfactoria.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como fundamento determinar el tiempo de la vida de anaquel del aguacate Hass (*Persea americana*) cortado en *Parmentier*, juliana y *tournée*, inmerso en una solución de ácido cítrico y empacado al vacío, además de proponer la evaluación de las propiedades organolépticas por medio de un panel sensorial.

El proceso de conservación del aguacate Hass (*Persea americana*), se realizó por medio de refrigeración para los tres tipos de corte, a una temperatura constante de 7 °C, temperatura recomendada en el fruto de aguacate para disminuir su ritmo respiratorio, actividad metabólica y aumentar su vida de anaquel.

Para el primer tratamiento se cortó el aguacate en *Parmentier*, para el segundo tratamiento, se cortó en juliana; y para el tercer tratamiento, se cortó en *tournée*.

Se procedió a realizar una inmersión en ácido cítrico durante 5 minutos, y se realizó el proceso de empaque al vacío. Cada tratamiento se dejó refrigerado por 15, 18 y 21 días para poder determinar su calidad.

Se determinó que el corte *tournée* tuvo mayor aceptación por medio de un análisis de varianza y una prueba hedónica de 5 puntos a un panel aleatorio de 35 personas, evaluando: color, olor, sabor y textura.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS ORIENTADORAS

- Contexto general

Las áreas de producción más grandes del fruto de aguacate se ubican en América Central y América del Sur, siendo los principales países productores: México (líder mundial), República Dominicana, Brasil, Perú y Chile; sin embargo, su consumo ha incrementado en los últimos años sobre todo en países desarrollados que prohíben su producción. El incremento de su consumo se debe a las cosechas récords de distintos países exportadores quienes ayudan con su industria al desarrollo de la economía. La variedad más producida de aguacates es la Hass, y representa el 80 % de la producción mundial.

Colombia produce miles de toneladas de aguacate de distintas variedades, lo que lo hace posicionarse entre los primeros cinco lugares de producción intentando expandirse hacia Asia, especialmente en China. La calidad de los aguacates colombianos está muy cercana a la de los aguacates mexicanos.

Los mercados más importantes para México son: Estados Unidos, Japón, Canadá, Europa y América central. Chile ha adelantado a México como proveedor principal de China.

Los tratamientos post cosecha son necesarios para incrementar la vida útil del aguacate, permitiendo que los consumidores europeos disfruten de su exótico sabor, versatilidad, cualidades saludables y beneficios.

- Descripción del problema

Guatemala es uno de los centros de origen del aguacate en distintos países del mundo y tiene un gran potencial para ofrecer diferentes variedades en el mercado internacional, tales como la Hass y la Booth-8.

Los microclimas del territorio guatemalteco permiten la producción de aguacate durante todo el año además de tener una posición geográfica estratégica para abastecer aguacates a los mercados más importantes.

La producción nacional de aguacate se encuentra distribuida de la siguiente forma: San Marcos (15 %), Chimaltenango (12 %), Quiché (10 %), Huehuetenango (7 %), Sololá (7 %), Sacatepéquez (7 %), Alta Verapaz (6 %), Petén (6 %) y los demás departamentos de la República suman el (30 %) restante. (Deguate, 2014)

Los mercados del aguacate en Centroamérica han sido fundamentales para la producción de Guatemala, donde se ha podido tener una importante presencia, especialmente en los mercados de Honduras, El Salvador, Costa Rica y Nicaragua.

En los últimos años la industria del aguacate ha tenido un desarrollo importante, ya que sigue incorporando ciertas técnicas de innovación en el producto, pero siempre ofreciendo una excelente calidad.

El comercio del fruto de aguacate en Guatemala tiene buenas oportunidades, ya que presenta una excelente demanda comercial y económica.

- Delimitación del problema

Para las pruebas se dispuso del laboratorio de una empresa guatemalteca ubicada en el Anillo Periférico zona 11 de la ciudad capital de Guatemala, en el período de septiembre 2020, donde la materia prima fue proporcionada por los consultores agrícolas, para determinar la opción más factible a ser utilizada como modelo estándar de exportación del aguacate Hass.

- Formulación del problema

Se procedió a elaborar una serie de preguntas, planteadas con el fin de que fueran respondidas durante el desarrollo de la investigación y permitieran resolver los puntos principales de la misma.

- Pregunta principal

¿Qué efecto tiene la preparación, almacenamiento y empaque en la pérdida de calidad en el fruto de aguacate Hass?

- Preguntas secundarias

- Pregunta secundaria 1

¿Cuál es el efecto del tipo de corte en *Parmentier* realizado al aguacate Hass (*Persea americana*) previo a su inmersión en ácido cítrico para su conservación de calidad?

- Pregunta secundaria 2

¿Cuál es el efecto del tipo de corte en juliana realizado al aguacate Hass (*Persea americana*) previo a su inmersión en ácido cítrico para su conservación de calidad?

- Pregunta secundaria 3

¿Cuál es el efecto del tipo de corte en *tournée* realizado al aguacate Hass (*Persea americana*) previo a su inmersión en ácido cítrico para su conservación de calidad?

- Pregunta secundaria 4

¿Son aceptables sensorialmente todas las muestras de aguacate Hass (*Persea americana*)?

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar el tipo de corte idóneo (*Parmentier*, juliana y *tournée*) para prolongar el tiempo de vida de anaquel del aguacate Hass (*Persea americana*) inmerso en una solución de ácido cítrico y empacado al vacío a escala laboratorio.

Objetivos específicos

- Determinar el tiempo de la vida de anaquel del aguacate Hass (*Persea americana*) cortado en *Parmentier*, inmerso en una solución de ácido cítrico y empacado al vacío.
- Determinar el tiempo de la vida de anaquel del aguacate Hass (*Persea americana*) cortado en juliana, inmerso en una solución de ácido cítrico y empacado al vacío.
- Determinar el tiempo de la vida de anaquel del aguacate Hass (*Persea americana*) cortado en *tournée*, inmerso en una solución de ácido cítrico y empacado al vacío.
- Realizar un análisis sensorial para determinar el porcentaje de aceptación de las muestras de aguacate Hass (*Persea americana*) para los distintos cortes.

MARCO METODOLÓGICO

- Diseño de investigación

Indica Hernández (2014), el presente estudio utilizó un diseño no experimental debido a que este tipo de investigación permitió observar los fenómenos en su ambiente natural de forma sistemática porque se indaga sobre las relaciones de causa y efecto sin ejercer control sobre las variables.

- Tipo de estudio

El presente estudio tuvo un enfoque mixto ya que permitió recaudar más información que la recopilada por los enfoques cualitativo y cuantitativo de manera separada. Menciona Muñoz (2013), el enfoque mixto es un proceso que recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio, para responder a un planteamiento del problema o para responder a las preguntas de investigación.

De forma cualitativa, se obtuvo la recolección de todos los datos necesarios para la investigación, por medio de una hoja de evaluación sensorial y la interpretación de la misma; y de forma cuantitativa, 35 panelistas aleatorios evaluaron las propiedades organolépticas de los tres tratamientos presentados a los 15, 18 y 21 días, para determinar el porcentaje de aceptabilidad utilizando un método estadístico, que evaluó la existencia de diferencia significativa en la aceptación de los diferentes tipos de corte del aguacate Hass.

- Alcance de la investigación

Según indica Muñoz (2013), se considera de tipo transversal ya que este tipo de diseño se utiliza cuando la investigación se centra en analizar cuál es el nivel o estado de una o diversas variables en un momento dado o bien en cuál es la relación entre un conjunto de variables en un punto en el tiempo, permite recolectar datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito esencial es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado.

Se obtuvo información para determinar alternativas de un correcto manejo, almacenamiento y empaque del fruto de aguacate Hass para ser conservado en las condiciones adecuadas para una exitosa distribución y que, al llegar el producto a su destino, llegue con una perfecta calidad y las propiedades organolépticas deseadas.

- Operacionalización de variables

A continuación, se muestra de forma ordenada cada una de las variables de la investigación, así como los indicadores que las componen, con el objetivo de tener una mejor comprensión del tema.

Tabla I. Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador
Tipo de corte	Denota la forma en que se dividen o segmentan los alimentos para la preparación de las comidas y sirve para aprovechar mejor el alimento.	Distintas medidas y formas de cada tipo de corte Corte 1: <i>Parmentier</i> Corte 2: juliana Corte 3: <i>tournée</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Observación directa. • Fotografías. • Control de la calidad en cuanto a su textura y consistencia. • Será evaluada por el panel sensorial para determinar su aceptabilidad.
Vida de anaquel	Periodo de tiempo en el cual el alimento conserva los atributos esperados por el consumidor y es el momento adecuado para comercializarlo.	Tiempo de vida de anaquel: 15, 18 y 21 días.	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección visual y obtención de datos. • Cálculo de deterioro en las propiedades organolépticas del aguacate Hass (observación, panel sensorial)
Análisis sensorial	Etapa del proceso de desarrollo de nuevos productos alimenticios.	Evaluación de propiedades organolépticas: color, olor, sabor, textura.	<ul style="list-style-type: none"> • Prueba hedónica de cinco puntos en panel de consumidores y análisis de varianza ANOVA. • Escala de calidad en valores numéricos, indicando si cada propiedad organoléptica es idónea y escala de aceptabilidad. • Porcentajes y gráficas de los resultados de la degustación realizada (nivel de satisfacción). • Hoja de evaluación sensorial.

Fuente: elaboración propia.

- Técnicas metodológicas
 - Observación: se observó todos los cambios detectados en los distintos tratamientos, además de la toma de fotografías.
 - Encuestas: se realizaron encuestas por medio de la herramienta *Google Forms*, al momento de realizar la prueba sensorial a los jueces no entrenados.
 - Prueba sensorial: se llevó a cabo la evaluación sensorial de las muestras. Las características evaluadas fueron: color, olor, sabor y textura.

INTRODUCCIÓN

El siguiente estudio tuvo el objetivo de innovar el proceso de preparación y conservación del fruto de aguacate Hass para prolongar su tiempo de vida de anaquel.

Cada punto presentado en el proyecto proporcionó una solución al problema principal, además de exponer por medio de una forma gráfica las diferentes causas y efectos de este, con el fin de visualizar todo de una forma general.

En el capítulo 1, se presentan los antecedentes de la investigación, los cuales constituyen fuentes primarias, ya que proporcionan datos relevantes sobre el fruto del aguacate Hass. Para cada antecedente se presenta una breve explicación de su aporte a la investigación en proceso.

El capítulo 2, presenta el marco teórico, el cual permite depurar información y explicar los elementos conceptuales principales y distintas teorías del tema de investigación. Es útil porque orienta la investigación que se lleva a cabo.

El desarrollo de la investigación, capítulo 3, plantea la importancia del enfoque en el proceso de investigación que permite sacar conclusiones que reflejan los resultados obtenidos. En esta sección, se da a conocer de manera clara la metodología que ayuda a evaluar el efecto que tiene el uso del ácido cítrico como aditivo y el tipo de corte en la conservación de las propiedades organolépticas y vida de anaquel del aguacate Hass (*Persea americana*) refrigerado y empacado al vacío. Además, presenta el planteamiento del problema, en donde se expone la situación mundial y nacional en cuanto al tema

del aguacate, se delimita la investigación, y se propone una serie de preguntas acompañadas de un objetivo para ser respondidas durante el proceso experimental de la investigación y así tener la solución al problema inicial. Por ello se plantea detalladamente por medio de una matriz los distintos puntos relevantes para resolver el problema, clasificados en objetivos, variables, indicadores, técnicas e instrumentos y metodología.

El capítulo 4, presenta los resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación lo que permite después de su respectivo análisis la toma de decisiones para proyectos de mejora.

La discusión de resultados, capítulo 5, expone a detalle, el análisis y explicación de cada resultado lo que permite concluir y recomendar ideas para que puedan ser aplicadas en la práctica, como resultado de los conocimientos adquiridos durante la elaboración del proyecto.

El capítulo 6, conclusiones, presenta una síntesis del trabajo realizado enfocado en las ideas principales explicadas con las palabras del investigador, ya que a partir de estos puntos se exponen causas y consecuencias del tema de investigación, además de las respuestas a los objetivos planteados según la recolección de datos.

En la sección de recomendaciones, capítulo 7, se sugieren distintas propuestas de mejora para cada una de las conclusiones descritas con anterioridad. Lo que permite obtener mejores resultados en el desarrollo de la implementación del proyecto.

1. ANTECEDENTES

En relación con el enfoque de la investigación, se buscó consultar referencias relacionadas al estudio presentado, con el fin de obtener algún tipo de aporte. Las mismas, se presentan a continuación:

Realiza la investigación Morales (2013), *Análisis de la vida de anaquel para la conservación de la pulpa de aguacate, como propuesta al Comité de Aguacate de la Asociación Guatemalteca de Exportadores-AGEXPORT- en la Universidad de San Carlos de Guatemala, en la Facultad de Agronomía*. Este estudio demuestra cómo se determina la vida de anaquel realizando la experimentación y demanda del establecimiento de prueba piloto para proponer procedimientos, herramientas adecuadas de conservación y la utilidad de su uso.

El proyecto, muestra la importancia de los medios de conservación del aguacate para evitar daños en la calidad del alimento, recomendando como método de conservación la congelación rápida con ayuda de un agente comparado con la conservación por congelación lenta y por refrigeración. Las sustancias utilizadas son ácido cítrico y sorbato de potasio que conservan las características del fruto por más tiempo en óptimas condiciones. Aporte: la investigación recomienda dos tipos de agentes utilizados que mejoran la conservación del aguacate, los cuales podrían utilizarse como referencia en el proyecto de investigación para compararlos con la prueba patrón (Morales, 2013).

El proyecto presentado por León (2014) Fortalecimiento de la Productividad de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa: “Evaluación cualitativa de la cadena

de valor de aguacate en Guatemala...” (p.15), en que realiza recomendaciones de soluciones inmediatas que podrían proporcionar apoyo en el corto plazo a los integrantes de la cadena del aguacate y al Comité de la Cadena.

Con lo cual concluyeron que la capacidad de los productores para exportar la fruta del aguacate es limitada por desconocimiento del mercado y que el desconocimiento técnico de productores en algunas actividades agrícolas se debe a la falta de la implementación de un programa de capacitación continuo que mejore las capacidades técnicas del productor. Aporte: se hace énfasis en la falta de conocimiento que tienen las personas involucradas en el manejo del fruto de aguacate, lo cual indica que es necesario trabajar en programas que instruyan al personal lo que permite prestarle atención al manejo adecuado del fruto durante la preparación de las pruebas del proyecto (León, 2014).

En su investigación Rolz (2011), *Estudios postcosecha y procesamiento mínimo de fruta*, en la Universidad del Valle de Guatemala-2011, que expone la importancia del conocimiento de la tecnología postcosecha de frutas tropicales buscando el desarrollo de indicadores de calidad del producto. Dicho proyecto lo realiza analizando condiciones de distintas frutas clasificándolas en climatéricas y no climatéricas. Concluyendo que el fruto de aguacate evaluado sufrió daños por frío externos e internos, provocando un deficiente proceso de maduración. Aporte: es importante conocer las condiciones adecuadas a las cuales se debe tratar y almacenar el fruto para evitar daños o pérdidas aceleradas.

En su artículo Herrera, Venegas y Madrigal (2017), *Proporciones de daños mecánicos y su efecto en calidad poscosecha de aguacate Hass*. (párr.4), expone el valor del manejo pre y post cosecha del aguacate ya que se relaciona estrictamente con su calidad. Hacen énfasis en que los daños mecánicos alteran la maduración del fruto llegando a provocar su pudrición.

Se realizaron distintos estudios clasificando muestras de aguacate en grupos que tenían algún tipo de daño como magulladuras, fricciones, punciones y sin pedúnculo. Se utilizó como testigo un aguacate sin ningún tipo de daño. Las muestras fueron almacenadas a temperatura ambiente hasta la madurez de consumo.

Al momento que maduraron las muestras, se midieron distintos parámetros y se determinó que los frutos con magulladuras o cortadas no afectaron su madurez (Herrera, *et. al.*, 2017).

Aporte: conocer distintos factores que afectan la calidad de maduración del fruto de aguacate (Herrera *et. al.*, 2017).

En su artículo López y Cajuste (s.f.), *Tipo de envase y embalaje en la conservación de la calidad de fruta de aguacate CV Hass*, que realiza un estudio del efecto que tienen los envases en el fruto de aguacate en su conservación, utilizando cajas de cartón y madera a determinadas temperaturas. Se encontró que en la caja de madera de 23 kg se redujo la firmeza del fruto y los días a madurez de consumo, con la consecuente pérdida de calidad mientras que con la caja de cartón la calidad de los frutos fue preservada. Aporte: es útil realizar una investigación previo a utilizar un empaque para conocer sus ventajas y desventajas.

En la Facultad de Química, de la Universidad de Murcia, presenta el trabajo de graduación Romojaro (2016), *Tratamientos Poscosecha para el Control de los Daños por Frío en Frutos Climatéricos y No Climatéricos*, explica el efecto que tiene el etileno en los daños por frío en las especies sensibles, ya que el deterioro inicia degradando las paredes celulares. Por lo que realiza un estudio que pretende conservar los frutos sensibles al daño por frío, a una temperatura que

causa daño por frío y otra que no lo causa en frutos climatéricos y no climatéricos. Se llevó a cabo un estudio de los síntomas de daño por frío, tales como las propiedades organolépticas de los frutos, apariencia, mecanismos de defensa como el pardeamiento.

Los resultados mostraron que las bajas temperaturas utilizadas retardaron la pérdida de peso en los frutos. Aporte: es importante conocer las propiedades del alimento tratado para saber si se ve o no afectado por los cambios drásticos de temperatura y si afecta o no la calidad del mismo (Romojaro y Casado, 2016).

Se presenta en la Universidad de Ibagué (2017), *Protocolo de buenas prácticas para poscosecha de aguacate Hass* (p.5), en el que presenta por medio de un listado de pasos todo lo que necesita para manejar adecuadamente el fruto de aguacate Hass. Aporte: la importancia de la logística en el manejo poscosecha del fruto.

Presenta el artículo Espinoza, Castañeda, Morales y Nieto (2017), *Estudio de la conservación de aguacate Hass mínimamente procesado a través de antioxidantes, empaque al vacío y congelación*, en el que hace referencia a una investigación con distintas formulaciones para inhibir la enzima polifenoloxidasas.

Para lo que se utilizaron distintos conservantes (ácido cítrico, ácido ascórbico y sal) en distintas concentraciones, se trataron térmicamente por congelación a distintas temperaturas y se procedió a realizar un análisis fisicoquímico de las muestras. Con lo que se determinó que la mejor opción para conservar el aguacate fue utilizar ácido ascórbico al 0.1 % a - 80 °C.

Por lo que se recomienda el método de congelación para la conservación, pero siempre teniendo un control estricto de la temperatura para evitar cambios

físicos inesperados en el fruto. Aporte: detalles de los resultados del efecto de la congelación y la influencia que tiene sobre la adición de antioxidantes en el alimento.

Nuevo lanzamiento: paltas congeladas en mitades en Reino Unido. (2018). expone nuevos proyectos de tecnología de congelación que mantienen al fruto de aguacate en ese estado de adentro hacia afuera, logrando excelentes condiciones de conservación de sus propiedades organolépticas.

El proporcionar el aguacate en esta presentación es considerado una tendencia innovadora apta para los consumidores vegetarianos y para las personas que no tienen acceso a este producto en su país de origen, además de ahorrar tiempo con un aguacate ya pelado, cortado y deshuesado. Aporte: nuevos beneficios de las distintas presentaciones del fruto de aguacate para conservar su calidad.

Expone el trabajo de graduación García (2017), *Evaluar y analizar los cambios sensoriales y fisicoquímicos de las rodajas de aguacate (persea americana) empacadas al vacío para conocer su factibilidad*, en el que se estudian las funciones de tres antioxidantes complementando su efecto con el método del escaldado. Al realizar el experimento, se determinó que el escaldado y el sellado al vacío, previenen que los alimentos tengan algún tipo de pardeamiento y que se propaguen olores indeseados. Aporte: beneficios de utilizar el escaldado y el empaque al vacío en alimentos.

Presenta el trabajo de graduación del Máster Internacional en Tecnología de Alimentos Pinto (2015), *Tecnologías aplicadas a frutas y hortalizas con el fin de promover su conservación y consumo*, en la Universidad de Buenos Aires, en la Facultad de Agronomía. Expone distintas técnicas de preservación de frutas y

hortalizas beneficiosas para la salud, así como la importancia de las conservas, refrigeración, congelación, recubrimientos, ultracongelación, etc. que permiten alargar su vida de anaquel, mejorar su aspecto y propiedades, lo que permite promover su consumo.

Aporte: un buen empaque y almacenamiento, proveen al alimento de las características adecuadas para su conservación y exportación (Pinto Mosquera, 2015).

La revisión de la literatura citada permite analizar e indagar distintos puntos propuestos en la investigación. Cada aporte es útil para tener una orientación más clara al momento de resolver el problema.

2. MARCO TEORICO

2.1. El aguacate, historia y propiedades

El aguacate es un fruto que ha tenido mayor aceptación en los últimos años, debido a que tiene grandes cualidades nutricionales, propiedades de uso cosmético y flexibilidad al momento de consumirlo (Manejo fitosanitario del cultivo del Aguacate Hass, 2012).

2.2. Propiedades del aguacate

El fruto tiene propiedades antioxidantes, aporta vitaminas A, C y E en grandes cantidades y en menor cantidad la B1, B2 y B6 (Muñoz y Ledezma, 2002), es un alimento valioso por la cantidad de beneficios que aporta.

2.3. Determinación de calidad del aguacate

Existen distintos factores que se deben considerar al momento de seleccionar el fruto de aguacate, debido a que pueden alterar e influir en su desarrollo. El conocerlos, permitirá implementar indicadores de calidad que se adecuen a las características necesarias para el consumidor.

- La facilidad para retirar la cáscara
- El tiempo o velocidad de oscurecimiento o pardeamiento de la pulpa
- La cantidad de grasa
- El porcentaje de pulpa. (Agrotendencia, s.f)

2.4. Razas del aguacate

Debido a la diversidad del cultivo de aguacate, se desarrollaron distintas especies del mismo, clasificándose principalmente por su ubicación geográfica y condición climática, lo que permitió el origen de razas y variedades. De las que se conocen:

2.4.1. Raza mexicana

“Se han realizado distintas investigaciones que demuestran que el aguacate es originario de México y que existe desde hace miles de años” (Amórtegui, 2001, p.7). Indica Bernal (2014), la pulpa de esta raza tiene un aporte bajo de fibra y azúcar y un valor elevado de grasas. Su cáscara es de tono verde pálido o con manchas oscuras,

2.4.2. Raza antillana

Según Bernal (2014), es originaria de las selvas húmedas de Centroamérica. Se caracteriza por su tamaño, color, aroma, sabor y textura. A diferencia de la raza mexicana, este posee un elevado porcentaje de azúcar y poco aporte de grasa.

2.4.3. Raza guatemalteca

“El fruto de esta raza tiene una forma ovalada y una textura peculiar, con gránulos y dureza, son de tamaño mediano o grande” (DANE, 2015, p. 4). Crece regularmente en lugares con clima cálido - húmedo, con cierta tolerancia al clima frío.

2.4.3.1. Aguacate Hass

Es una variedad perteneciente a la raza guatemalteca, originaria de California y se desarrolla comercialmente en Estados Unidos.

Puede producir abundantes cosechas sin necesidad de variedades polinizadoras. Una vez que ha obtenido su madurez fisiológica, el fruto puede permanecer en el árbol por cierto tiempo: sin embargo, es importante no excederse para así evitar agotamiento del árbol y no causar problemas en la siguiente cosecha. (Garbanzo, 2011, p. 20)

2.4.4. Híbridos

Debido a que el aguacate se considera una especie alógama, existe una gran posibilidad que se obtengan especies híbridas de forma artificial o natural. A causa de que los genomas de cada raza son muy similares se origina la hibridación entre ellas.

2.5. Manejo postcosecha del aguacate Hass

Se debe considerar que después de recolectar el fruto de aguacate, se necesita contar con ambientes controlados para que continúe su proceso de maduración de manera óptima.

Para determinar el momento adecuado del corte del fruto se deben tener presentes los siguientes factores:

- Máximo crecimiento y maduración del fruto de aguacate
- Realizar recolección de forma manual

- Utilizar instrumentos desinfectados para la manipulación del fruto
- Evitar la deshidratación del fruto realizando la colecta durante la mañana
- Clima
- Mano de obra y transporte disponibles

2.6. Aspectos económicos del aguacate en Guatemala

“Guatemala tiene cerca de 3,300 hectáreas establecidas de cultivo de aguacate (*Persea americana* mill) las cuales producen 27,390 toneladas métricas de fruta” (La Torre, 2004, p. 54). Según Casaca (2005), el consumo per cápita, para varios países de Centroamérica está entre 1-3 kg por año, lo que indica que, si se necesitara de 60,000 toneladas métricas para abastecer todo el mercado, sería un equivalente de 6,000 hectáreas de aguacate.

2.7. Desinfección del agua

El agua que se utiliza en los hogares es analizada por distintas entidades públicas que verifican si cumplen con todos los requisitos válidos para ser utilizada en el área alimenticia. La misma, se clasifica como agua potable si es apta para el consumo o para cocinar. Si por alguna razón, se utiliza agua de otra fuente, el agua debe ser potabilizada y filtrada para evitar impurezas que ocasionen colores, olores y sabores extraños (López, 2003, p. 87).

Además, se corre el riesgo de que el agua arrastre residuos de polvo o basura, por lo que aumenta su cantidad de microorganismos contaminantes presentes. Es por ello que se recomienda realizar el tratamiento de aguas de forma química o térmica.

Al utilizar cloro se debe considerar que es un agente químico gaseoso muy reactivo, que posee un olor fuerte y puede ser irritante. Es importante conocer cuál es su forma de manipularlo, porque si no se utiliza de forma adecuada puede ser peligroso. Se sugiere mantener controlado su pH. (López, 2003, p. 88).

Se recomienda empezar utilizando concentraciones bajas de cloro e ir incrementando la cantidad, dependiendo de los restos suspendidos que se encuentren en la superficie de agua, es importante tomar en cuenta el tiempo de exposición, el pH y temperatura de la solución para que el procedimiento sea más eficaz (López, 2003, p. 89).

2.8. Oscurecimiento del aguacate

Conforme indica Dorantes (2000), el aguacate contiene ciertas sustancias que provocan su oscurecimiento de forma natural. Algunos factores determinantes, son su porcentaje de grasa y pulpa. El pardeamiento se origina al entrar en el aire, ya que da origen a distintas reacciones

La enzima responsable del pardeamiento enzimático que produce el color café en los alimentos se llama polifenoloxidasa, que se activa al realizarle algún tipo de golpe, pelado, corte o daño mecánico al tejido del fruto y al permitir que el oxígeno entre en contacto con esta. La acción de la polifenoloxidasa puede provocar cambios no deseados en las propiedades nutricionales, color, olor, sabor, entre otros.

Para que se lleve a cabo la reacción de pardeamiento enzimático se necesita de la enzima polifenoloxidasa, un sustrato adecuado y oxígeno. Al eliminar uno de estos, la reacción no se podrá desarrollar. Por lo cual se inhibe o inactiva el funcionamiento de la enzima.

Para tener un control del pardeamiento enzimático, se recomienda alguno de estos métodos:

- Utilizar agentes reductores
- Extracción del oxígeno
- Utilizar enzimas proteolíticas
- Inhibición química de la enzima
- Utilizar miel de abeja
- Inactivación de la enzima por medio de calor

Además, se recomienda utilizar métodos de conservación complementarios, para preservar las propiedades del fruto y aumentar su vida útil.

2.9. Métodos de conservación de aguacate

Para conservar el aguacate se suele seleccionar la refrigeración, congelación y uso de aditivos, de forma individual o combinada para que el fruto conserve sus propiedades organolépticas y nutricionales, además que permitirá mantener cierta estabilidad microbiana (Soliva, 2001).

Soliva (2001) escribe “Muchos métodos han sido usados en la inhibición de la actividad de PFO de frutas y vegetales: exclusión de oxígeno, adición de químicos, ajuste de pH, refrigeración y tratamiento térmico; este último uno de los más efectivos” (p. 63).

2.10. Uso de aditivos en el aguacate

Como menciona Aldana (2010), la congelación es el método más recomendable para conservar el fruto del aguacate, se puede emplear para

conservar salsas de aguacate. También, se suele complementar utilizando conservantes que alteran las características de las mezclas. Sin embargo, si se utiliza la combinación adecuada de conservantes, y la temperatura correcta, se garantiza su eficiencia para conservar las propiedades del aguacate en buen estado.

Según Aldana (2010), se recomienda que antes de realizar la conservación por congelamiento se trate la pulpa por medio del escaldado, o por medio de algún antioxidante (ácido ascórbico o ácido cítrico) porque provocará que la enzima se inactive. Además se recomienda que al momento de congelar la pulpa se utilicen envases herméticos y de material adecuado para evitar que se transfiera el agua al fruto.

2.11. Conservación por refrigeración

Auda (1980) refiere que el método de conservación de refrigeración permite que los alimentos aumenten su vida de anaquel, conservando su calidad y propiedades organolépticas. Reduciéndose también el desarrollo de distintos hongos.

Al refrigerar el aguacate, se debe mantener controlado el parámetro de la temperatura, ya que ayudará a que tenga una mayor vida de anaquel. Según Berger y Galleti (1987) y Kader (2002), se puede correr el riesgo de que la pulpa sufra daño por frío provocando: oscurecimiento, problemas para madurar, manchas en la pulpa, entre otros. Recomiendan Lutz y Hardenburg (1968), que el aguacate se conserve en un rango de temperatura entre 4.4 °C y 12,8 °C, esto dependiendo de la variedad del mismo porque pueden tener distintos efectos. Indica Dixon *et. al.* (2003), que para que el aguacate Hass se conserve mejor y

durante más tiempo, debe almacenarse entre los 4 °C y los 7 °C, por no más de 28 días.

2.12. Velocidades de la respiración

Sostiene Hardenburg (1988), que cada alimento maneja distintas tasas de respiración. Los que manejan elevadas tasas de respiración, requieren una conservación a temperaturas más bajas. Cuanto más rápidamente respire un producto, mayor es la cantidad de calor generado, y la refrigeración es de primordial importancia para retardar la respiración.

La vida de almacenamiento de los diferentes productos varía inversamente con la velocidad de respiración. Las diferentes partes de una misma planta respiran a diferente velocidad, y esta depende también de la zona de producción y de las condiciones y de la época de crecimiento y recolección.

2.13. Riesgos de daño por aplicación del frío

Una de las mejores maneras para conservar los alimentos es utilizar bajas temperaturas con el objetivo de aumentar su vida de anaquel y conservar sus propiedades organolépticas. Esta técnica requiere conocimientos amplios de la misma para realizarla de manera óptima (IICA, s.f.).

Uno de los factores más importantes es entender que las frutas como el aguacate, siguen siendo organismos vivos después de ser cosechados y son aún más sensibles a los factores externos, tales como temperatura, estrés físico, entre otros, por lo que se deben incrementar sus cuidados.

Sin embargo, se recomienda tener un estricto control de la temperatura al conservar los distintos frutos, para evitar el daño por frío para evitar que sufran alteraciones en su calidad y propiedades organolépticas (IICA, s.f.).

2.14. Daño por refrigeración

Es el daño recibido en frutas y hortalizas en temperaturas bajas sin llegar a su punto de congelación. Para cada fruta y verdura existe una temperatura crítica distinta, por lo que se debe conocer dicha temperatura para optimizar su conservación (IICA, s.f.).

Por tanto, se trata de perturbaciones o anomalías en el metabolismo normal del producto, lo que evidentemente se traduce en desórdenes o trastornos fisiológicos del tejido comprometido en el daño más sin que en ello influyan para nada los parásitos y patógenos microbiológicos.

El daño por enfriamiento o refrigeración está influido por diversos factores, entre los que sobresalen la variedad del producto, el grado de madurez y la clase y duración del almacenamiento o transporte refrigerado.

Naturalmente el criterio básico y punto de partida para controlar el daño por frío están en la determinación de la temperatura crítica para el desarrollo de dicho efecto nocivo, a fin de no exponer el producto a temperaturas por debajo de ese nivel crítico. En otras palabras, el método esencial para reducir al máximo el daño por frío se basa en el control de la temperatura crítica del almacenamiento, transporte y distribución refrigerados.

Los investigadores han encontrado que ciertos productos, en particular las frutas climatéricas como los aguacates y bananos responden a la llamada

temperatura de preacondicionamiento, en que se expone el producto a una temperatura baja de nivel crítico, durante un periodo relativamente corto y luego se prosigue con el almacenamiento o transporte a temperatura más elevada, procedimiento que previene el daño por refrigeración.

Entre los tratamientos que, según se ha demostrado, pueden aliviar los daños por sobre enfriamiento, figuran el calentamiento intermitente, el reacondicionamiento de la temperatura el almacenamiento bajo atmósfera controlado, los pretratamientos con calcio o etileno, el almacenamiento hipobárico, el encerado, el recubrimiento con películas plásticas, las aplicaciones de productos químicos (IICA, s.f.).

2.15. Alimentos sellados al vacío

El sellado al vacío es una técnica de empaqueo utilizada para conservar alimentos por mayor tiempo a bajas temperaturas utilizando de forma complementaria los métodos de congelación o refrigeración, que consiste en eliminar la mayor cantidad de oxígeno para que sea posible sellar el paquete.

Afirma Martin (2019), que el objetivo de este método es mantener los alimentos libres de hongos y bacterias o cualquier otro tipo de organismo que necesite el oxígeno para sobrevivir, además se utiliza para evitar la transferencia de distintos aromas.

Se puede combatir el pardeamiento enzimático utilizando el método de sellado al vacío para eliminar el oxígeno que entra en contacto con las frutas o verduras. (Cheftel y Cheftel, 1992).

Existen distintos tipos de bolsas para sellar al vacío, las de uso doméstico, que tienen un patrón entrecruzado que permite dejar fluir el aire al exterior; las de superficie lisa para usar con las empacadoras al vacío, y el uso de bolsas *zip lock* que permiten un almacenaje seguro.

En referencia al tipo de envase, el plástico más recomendable para conservar las características del aguacate es el polietileno de baja densidad (Agudelo, 1993). Los factores que pueden alterar la atmósfera modificada son la naturaleza del polímero utilizado y su espesor, la temperatura de envasado, la madurez del fruto, entre otros.

2.15.1. Ventajas de sellar al vacío

- Económico.
- Previene el desarrollo de distintos microorganismos.
- Evita reacciones de pardeamiento en varios alimentos.
- Reduce problemas por daños por frío, evitando quemaduras en los productos.
- Conserva las propiedades organolépticas de los alimentos por más tiempo.
- Los alimentos se mantienen más frescos y crujientes.

2.15.2. Envasadora al vacío

De acuerdo con López (1988), el equipo utilizado para realizar el sellado al vacío es una selladora o envasadora al vacío que consiste en un sistema cerrado que extrae el oxígeno del envase utilizado y permite sellar el empaque del alimento por medio de calor.

2.15.3. Funcionamiento de envasadora al vacío

Según López (1988), el aire se extrae mediante la acción de unas aspas que giran para absorberlo y expulsarlo, aunque en ciertos modelos, se emplea el sistema de barrido. En otros casos, la extracción consiste en eliminar el oxígeno por medio de una bomba de vacío. El sellado del envase se consigue por medio de dos bandas neumáticas hinchables en las que hay cintas térmicas. Al hincharse las bandas, las dos caras del plástico se ponen en contacto y son selladas por el calor.

2.16. Análisis sensorial en alimentos

Elías, Jeffery, Watts y Ylimaki (1992), afirma que es un estudio en que se analizan las propiedades organolépticas de los alimentos por medio de un panel conformado por jueces que utilizan sus sentidos para analizar cada una de las muestras. Para poder realizar dicho estudio, se deben tomar en cuenta distintos puntos, tales como el tipo de experimento, su alcance, el tipo de prueba que se va a realizar, la selección de los jueces y la cantidad de participantes del panel, los modelos de prueba que se van a, los métodos estadísticos a emplear y costos.

2.17. Tipos de pruebas sensoriales

Conforme Barcina e Ibáñez (2001), cada prueba tiene una función por lo que se seleccionan los participantes dependiendo de ello. Es necesario realizar un mapa de decisión al inicio para poder determinar el tipo de prueba a utilizar.

2.17.1. Pruebas afectivas

Están conformadas por personas sin ningún tipo de entrenamiento, al participar en el panel seleccionan si las muestras les gustan o disgustan, si la aceptan o rechazan, se pueden realizar en lugares públicos como centros comerciales o supermercados (Espinosa, 2007, p. 40). Este tipo de pruebas pueden clasificarse la siguiente manera:

- “Pruebas de aceptabilidad: analiza la tolerancia que tienen los jueces hacia las muestras presentadas”. (Elías, Jeffery, Watts y Ylimaki, 1992, p. 70).
- “Pruebas de preferencia: se basa en la selección de un producto entre varias muestras dependiendo si las mismas, le gustan o disgustan”. (Elías, Jeffery, Watts y Ylimaki, 1992, p. 66)
- “Pruebas escalares: se realizan para determinar el nivel de agrado hacia un producto determinado”. (Espinosa, 2007, p. 83)

2.17.2. Escala hedónica verbal

Espinosa (2007), afirma que se permite la recolección de datos a un grupo de panelistas para indicar su nivel de satisfacción hacia un producto específico. Dicha escala puede conformarse entre cinco y once puntos, recomendando la de cinco o siete para evitar confusiones en los resultados. La escala se clasifica desde el me gusta mucho al me disgusta mucho, tomando en cuenta valores neutros que permitan dar resultados eficaces a los jueces.

2.17.3. Factores que influncian el resultado sensorial

Para que un panel sensorial se desarrolle de forma correcta, se deben tomar en cuenta distintos factores y requisitos, con el objetivo que los resultados sean lo más certeros y confiables posible y permitan definir una conclusión.

2.17.3.1. Factores psicológicos

A continuación, se presentan los factores psicológicos que pueden influir al momento de evaluar sensorialmente un alimento. Existen distintos errores que se pueden cometer al momento de la selección del alimento de su preferencia.

- Errores de expectación: ocurre cuando los panelistas han recibido diferentes comentarios antes de realizar la prueba que, de cierta forma, se dejan influir y afecta en su decisión, es por ello que no se recomienda que tengan comunicación con otros participantes. (Elías, Jeffery, Watts y Ylimaki, 1992, p.47)
- Errores por posición: se sugiere que las muestras se presenten en forma aleatoria para tener la menor cantidad de errores por su posición. (Elías, Jeffery, Watts y Ylimaki, 1992, p.48)
- Errores por estímulo: se recomienda que las muestras tengan características visuales similares para que el panelista no se sienta influenciado por una diferencia particular. (Elías, Jeffery, Watts y Ylimaki, 1992, p.49)

- Error de lógica: es cuando el panelista ya ha asociado de una forma específica los alimentos antes de realizar la prueba, por ejemplo su aroma o sabor (Carr, Meilgaard y Vance, 2007, p.14).
- Error de contraste: se recomienda que las muestras de alimento se presenten de forma aleatoria a los jueces para que no se vean influenciados por alguna característica específica de los productos. (Elías, Jeffery, Watts y Ylimaki, 1992, p.50)
- Efecto de halo: evaluación de varios atributos que pueden provocar confusiones al juez.
- Orden y presentación de las muestras: se recomienda reducir al mínimo cualquier tipo de error que altere la evaluación del juez. (Carr, Meilgaard y Vance, 2007, p.14)

3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACION

3.1. Fases de la investigación

El proceso para cumplir con los objetivos de la investigación se llevó a cabo clasificando la misma en distintas fases, las cuales permitieron el enfoque en una tarea específica en cada una, para lograr desarrollar y finalizar el proyecto.

- Fase 1: revisión documental, etapa en la que se hizo uso de distintos documentos, con el fin de recolectar y presentar ideas y resultados coherentes, por medio de procedimientos lógicos durante todo el proceso de investigación para solucionar el problema propuesto.
- Fase 2: determinación del tiempo de la vida de anaquel del aguacate Hass (*Persea americana*) cortado en *Parmentier*, inmerso en una solución de ácido cítrico y empacado al vacío.

Se realizó la inmersión del aguacate Hass (cortado en *Parmentier*) en ácido cítrico como conservante y se empacó al vacío cada muestra para su posterior refrigeración.

- Fase 3: determinación del tiempo de la vida de anaquel del aguacate Hass (*Persea americana*) cortado en juliana, inmerso en una solución de ácido cítrico y empacado al vacío.

Se realizó la inmersión del aguacate Hass (cortado en juliana) en ácido cítrico como conservante y se empacó al vacío cada muestra para su posterior refrigeración.

- Fase 4: determinación del tiempo de la vida de anaquel del aguacate Hass (*Persea americana*) cortado en *tournée*, inmerso en una solución de ácido cítrico y empacado al vacío.

Se realizó la inmersión del aguacate Hass (cortado en *tournée*) en ácido cítrico como conservante y se empacó al vacío cada muestra para su posterior refrigeración.

Para las fases 1, 2, 3 y 4, se procedió de la siguiente manera: como pretratamiento el fruto de aguacate fue lavado, descascarado, se le eliminó la semilla, se realizaron los distintos cortes a la pulpa con un cuchillo de acero inoxidable y se sumergen los trozos en una solución de ácido cítrico al 0.5 % durante cinco minutos en un recipiente adecuado. Después de que los trozos de aguacate recibieron el tratamiento de inmersión, se escurren y empacan en bolsas de plástico especial para sellar al vacío, las cuales fueron almacenadas en un refrigerador a 7 °C, para su posterior análisis cada 15, 18 y 21 días, donde se evaluaron las características del comportamiento del fruto por efecto del tipo de corte y el tratamiento de la inmersión en ácido cítrico previo a su almacenamiento.

- Fase 5: elaboración de un análisis sensorial para determinar el porcentaje de aceptación de las muestras de aguacate Hass. Se realizó la evaluación sensorial a 35 jueces no entrenados, seleccionados de forma aleatoria en el Anillo Periférico, zona 11 de la ciudad Capital mediante una hoja de evaluación sensorial. (Ver apéndice 2)

A cada juez se le presentaron tres muestras distintas, aguacate con distinto tipo de corte, para que evaluara por medio de una escala hedónica de cinco puntos, las propiedades organolépticas del fruto. (Ver apéndice 2)

El análisis y discusión de los resultados obtenidos se realizó mediante gráficas y tablas que describieron los porcentajes de aceptación de los jueces no entrenados (tablas II a la XIII, figuras 1 a la 17). A partir de las conclusiones obtenidas en la prueba de satisfacción, se determinó la forma idónea para exportarlo de la forma adecuada.

4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto de investigación, tabulados y de forma gráfica. Cabe mencionar que los resultados se exponen de forma conjunta para una mejor comprensión de los mismos y para no redundar en su presentación e interpretación.

- Selección de materia prima

Figura 1. **Escala de maduración del aguacate seleccionado según el cambio de color de la piel**



Fuente: [Fotografía de Cesia de León]. (Anillo Periférico zona 11, Guatemala, 2020). Colección particular. Guatemala.

Se observa que el grado de maduración seleccionado, fue el: fruto virado a negro (75 %) (ver apéndice 1) para realizar las evaluaciones sensoriales.

Figura 2. **Escala de maduración del aguacate seleccionado según el cambio de color interno**



Fuente: [Fotografía de Cesia de León]. (Anillo Periférico zona 11, Guatemala, 2020). Colección particular. Guatemala.

Se puede observar que el fruto seleccionado, posee la apariencia interna ideal para ser consumida.

Figura 3. **Tratamiento 1: corte *Parmentier* para conservar 15, 18 y 21 días**



Fuente: [Fotografía de Cesia de León]. (Anillo Periférico zona 11, Guatemala, 2020). Colección particular. Guatemala.

En las figuras se puede observar el empaque del primer tratamiento sellado al vacío, listo para ser conservado por 15, 18 y 21 días para luego ser evaluado sensorialmente.

Figura 4. **Tratamiento 2: corte juliana para conservar 15, 18 y 21 días**



Fuente: [Fotografía de Cesia de León]. (Anillo Periférico zona 11, Guatemala, 2020). Colección particular. Guatemala.

En las figuras se puede observar el empaque del segundo tratamiento sellado al vacío, listo para ser conservado por 15, 18 y 21 días para luego ser evaluado sensorialmente.

Figura 5. Tratamiento 3: corte *tournée* para conservar 15, 18 y 21 días



Fuente: [Fotografía de Cesia de León]. (Anillo Periférico zona 11, Guatemala, 2020). Colección particular. Guatemala.

En las figuras se puede observar el empaque del tercer tratamiento sellado al vacío, listo para ser conservado por 15, 18 y 21 días para luego ser evaluado sensorialmente.

- Determinación del tiempo de la vida de anaquel del aguacate Hass cortado en *Parmentier*, tratamiento 1

Tabla II. **Porcentajes obtenidos en la evaluación sensorial de la muestra Tratamiento 1: aguacate Hass a los 15 días, n=35**

Grado de aceptabilidad	Porcentaje de color (%)	Porcentaje de olor (%)	Porcentaje de sabor (%)	Porcentaje de textura (%)
Me disgusta mucho	25,71	57,14	31,43	31,43
Me disgusta	5,71	34,28	20,00	25,71
No me gusta ni me disgusta	31,43	8,57	37,14	34,29
Me gusta	31,43	0,00	11,43	8,57
Me gusta mucho	5,71	0,00	0,00	0,00

Fuente: elaboración propia.

Se observa que la mayoría de las personas evaluadas (57,14 %) muestra un rechazo hacia la propiedad de olor.

Tabla III. **Porcentajes obtenidos en la evaluación sensorial de la muestra Tratamiento 1: aguacate Hass a los 18 días, n=35**

Grado de aceptabilidad	Porcentaje de color (%)	Porcentaje de olor (%)	Porcentaje de sabor (%)	Porcentaje de textura (%)
Me disgusta mucho	0,00	11,43	5,71	0,00
Me disgusta	17,14	34,29	31,43	8,57
No me gusta ni me disgusta	42,86	31,43	31,43	62,86
Me gusta	37,14	20,00	25,71	25,71
Me gusta mucho	2,85	2,85	5,71	2,85

Fuente: elaboración propia.

En los resultados se observa que la mayoría de los panelistas (62,86 %) coinciden en que la textura de la muestra no les gusta ni disgusta.

Tabla IV. **Porcentajes obtenidos en la evaluación sensorial de la muestra. Tratamiento 1: aguacate Hass a los 21 días, n=35**

Grado de aceptabilidad	Porcentaje de Color (%)	Porcentaje de Olor (%)	Porcentaje de Sabor (%)	Porcentaje de Textura (%)
Me disgusta mucho	0,00	0,00	0,00	0,00
Me disgusta	0,00	0,00	0,00	2,86
No me gusta ni me disgusta	22,86	48,57	37,14	60,00
Me gusta	77,14	45,71	54,29	37,14
Me gusta mucho	0,00	5,71	8,57	0,00

Fuente: elaboración propia.

Se observa que una gran cantidad de personas (77,14 %) coinciden en señalar que el atributo de color les gusta.

- Determinación del tiempo de la vida de anaquel del aguacate Hass cortado en juliana, tratamiento 2

Tabla V. **Porcentajes obtenidos en la evaluación sensorial de la muestra. Tratamiento 2: aguacate Hass a los 15 días, n=35**

Grado de aceptabilidad	Porcentaje de Color (%)	Porcentaje de Olor (%)	Porcentaje de Sabor (%)	Porcentaje de Textura (%)
Me disgusta mucho	0,00	0,00	0,00	0,00
Me disgusta	0,00	11,43	2,86	14,29
No me gusta ni me disgusta	37,14	54,29	28,57	40,00
Me gusta	40,00	28,57	60,00	37,14
Me gusta mucho	22,86	5,71	8,57	8,57

Fuente: elaboración propia.

En este resultado se observa que la mayoría de las personas (60,00 %) indica que el sabor de la muestra les gusta y un (54 %) que no les gusta ni disgusta.

Tabla VI. **Porcentajes obtenidos en la evaluación sensorial de la muestra. Tratamiento 2: aguacate Hass a los 18 días, n=35**

Grado de aceptabilidad	Porcentaje de Color (%)	Porcentaje de Olor (%)	Porcentaje de Sabor (%)	Porcentaje de Textura (%)
Me disgusta mucho	0,00	0,00	0,00	0,00
Me disgusta	0,00	2,85	0,00	0,00
No me gusta ni me disgusta	25,71	48,57	34,29	40,00
Me gusta	60,00	45,71	57,14	57,14
Me gusta mucho	14,29	2,85	8,57	2,85

Fuente: elaboración propia.

Se puede observar que una gran cantidad de personas (60 %) indica que les gusta el atributo de color y un (57,14 %) para los atributos de sabor y textura coinciden en señalar que también les gusta.

Tabla VII. **Porcentajes obtenidos en la evaluación sensorial de la muestra. Tratamiento 2: aguacate Hass a los 21 días, n=35**

Grado de aceptabilidad	Porcentaje de Color (%)	Porcentaje de Olor (%)	Porcentaje de Sabor (%)	Porcentaje de Textura (%)
Me disgusta mucho	0,00	0,00	0,00	5,71
Me disgusta	0,00	45,71	0,00	0,00
No me gusta ni me disgusta	34,29	40,00	51,43	65,71
Me gusta	65,71	11,43	42,86	2,86
Me gusta mucho	0,00	2,86	5,71	0,00

Fuente: elaboración propia.

En los resultados se puede observar que un (65,71 %) de personas les gusta el atributo de color de la muestra.

- Determinación del tiempo de la vida de anaquel del aguacate Hass cortado en *tournée*, tratamiento 3

Tabla VIII. **Porcentajes obtenidos en la evaluación sensorial de la muestra. Tratamiento 3: aguacate Hass a los 15 días, n=35**

Grado de aceptabilidad	Porcentaje de Color (%)	Porcentaje de Olor (%)	Porcentaje de Sabor (%)	Porcentaje de Textura (%)
Me disgusta mucho	0,00	0,00	0,00	0,00
Me disgusta	0,00	2,86	2,86	8,57
No me gusta ni me disgusta	25,71	34,29	17,14	25,71
Me gusta	57,14	45,71	57,14	40,00
Me gusta mucho	17,14	17,14	22,86	25,71

Fuente: elaboración propia.

Se observa que los resultados indican que la mayoría de los panelistas prefieren este tipo de corte.

Tabla IX. **Porcentajes obtenidos en la evaluación sensorial de la muestra. Tratamiento 3: aguacate Hass a los 18 días, n=35**

Grado de aceptabilidad	Porcentaje de Color (%)	Porcentaje de Olor (%)	Porcentaje de Sabor (%)	Porcentaje de Textura (%)
Me disgusta mucho	0,00	0,00	0,00	0,00
Me disgusta	0,00	0,00	0,00	0,00
No me gusta ni me disgusta	17,14	31,43	14,29	25,71
Me gusta	48,57	42,86	48,57	45,71
Me gusta mucho	34,29	25,71	37,14	28,57

Fuente: elaboración propia.

Los resultados demuestran que la mayoría de los panelistas prefieren este tipo de corte para todas sus propiedades.

Tabla X. **Porcentajes obtenidos en la evaluación sensorial de la muestra. Tratamiento 3: aguacate Hass a los 21 días, n=35**

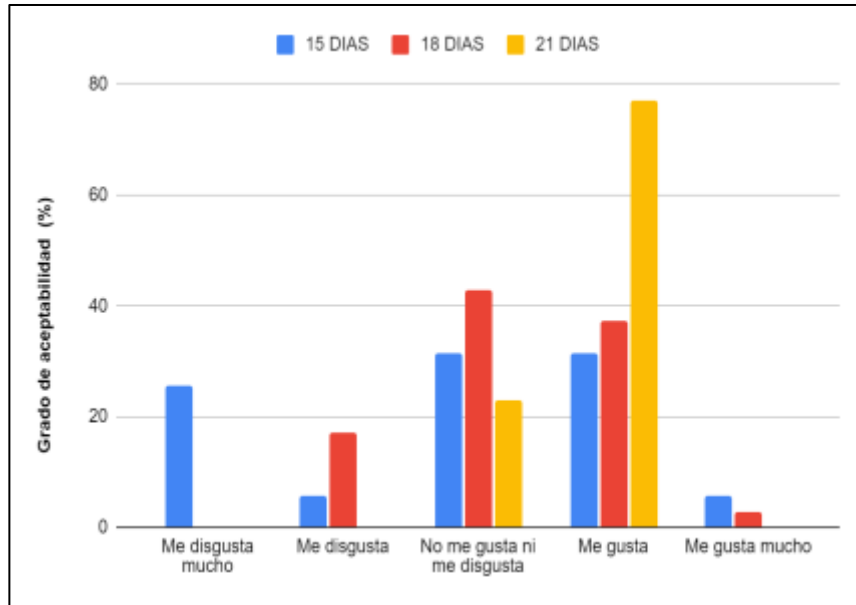
Grado de aceptabilidad	Porcentaje de Color (%)	Porcentaje de Olor (%)	Porcentaje de Sabor (%)	Porcentaje de Textura (%)
Me disgusta mucho	0,00	0,00	0,00	0,00
Me disgusta	0,00	0,00	0,00	0,00
No me gusta ni me disgusta	8,57	34,29	11,43	25,71
Me gusta	77,14	45,71	65,71	57,14
Me gusta mucho	14,29	20,00	22,86	17,14

Fuente: elaboración propia.

Se observa que a la mayoría de los panelistas (77 %) les gusta el color de este tipo de corte.

- Comparación de resultados de análisis sensorial realizado para cada uno de los tres tratamientos

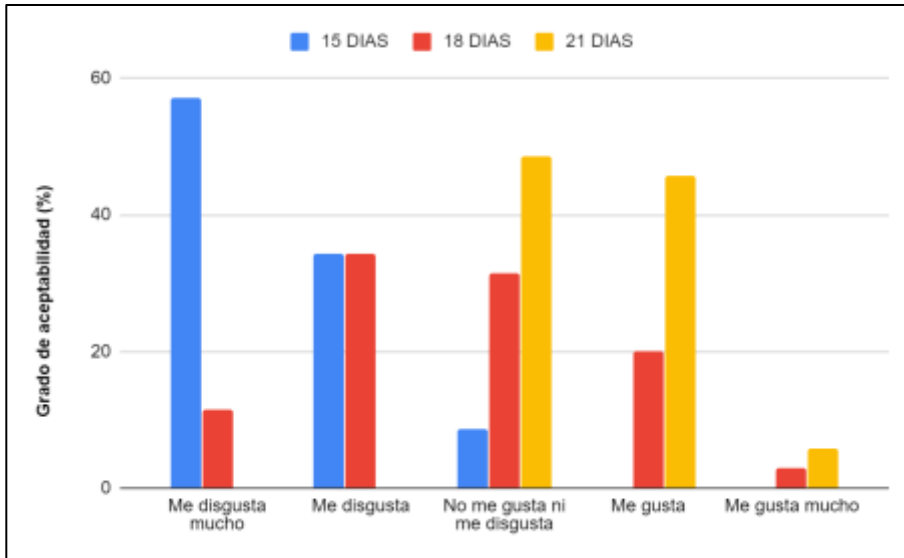
Figura 6. **Nivel de satisfacción por el atributo de color de la muestra.**
Tratamiento 1: Aguacate Hass a los 15, 18 y 21 días, n=35



Fuente: elaboración propia.

Se observa que a los 21 días se tuvo mayor preferencia por esta característica.

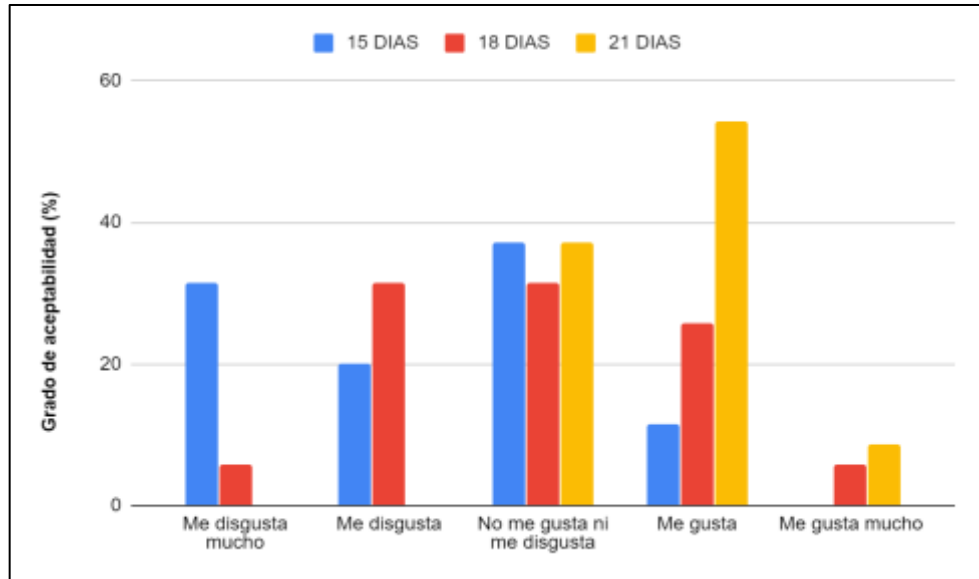
Figura 7. **Nivel de satisfacción por el olor de la muestra. Tratamiento 1: Aguacate Hass a los 15, 18 y 21 días, n=35**



Fuente: elaboración propia.

Los resultados indican que a los 15 días existió un alto disgusto por el parámetro de olor para este tratamiento.

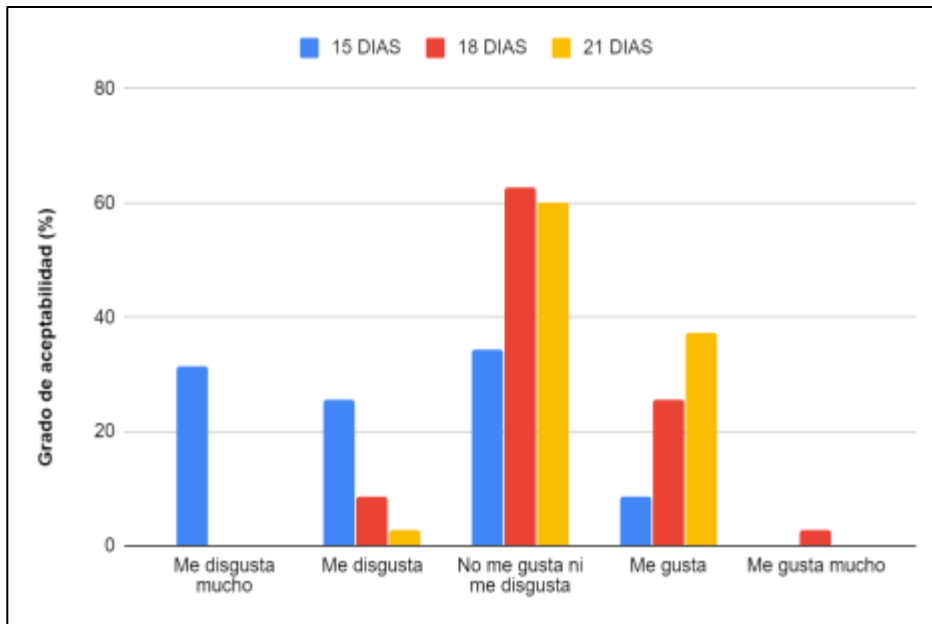
Figura 8. **Nivel de satisfacción por el sabor de la muestra. Tratamiento 1: Aguacate Hass a los 15, 18 y 21 días, n=35**



Fuente: elaboración propia.

Se observa que a los 21 días la mayoría de los panelistas indicó que les gustó el sabor de la muestra.

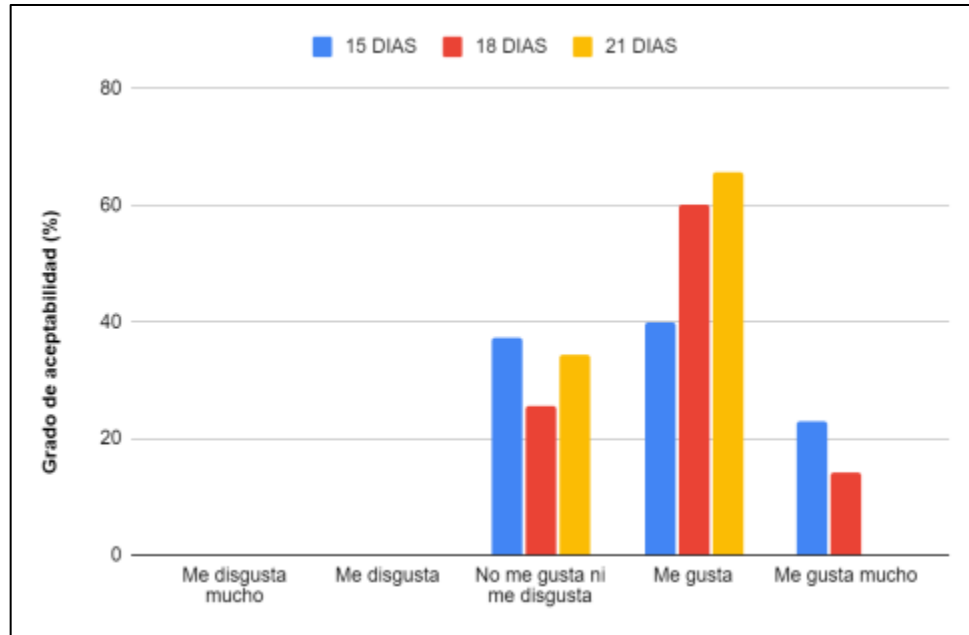
Figura 9. **Nivel de satisfacción por la textura de la muestra.**
Tratamiento 1: Aguacate Hass a los 15, 18 y 21 días, n=35



Fuente: elaboración propia.

Los resultados indican que a los 18 días la mayoría de los panelistas coincidieron en que no les gustó ni disgustó la textura de este tratamiento.

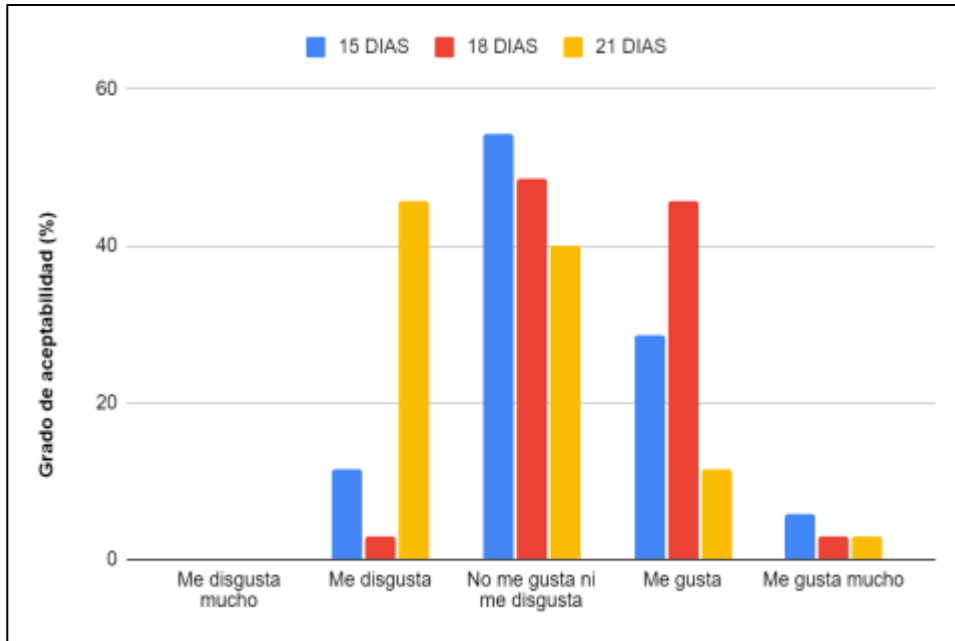
Figura 10. Nivel de satisfacción por el color de la muestra. Tratamiento 2: Aguacate Hass a los 15, 18 y 21 días, n=35



Fuente: elaboración propia.

Se observa que para los tres días a ningún panelista le disgustó el color de la muestra presentada.

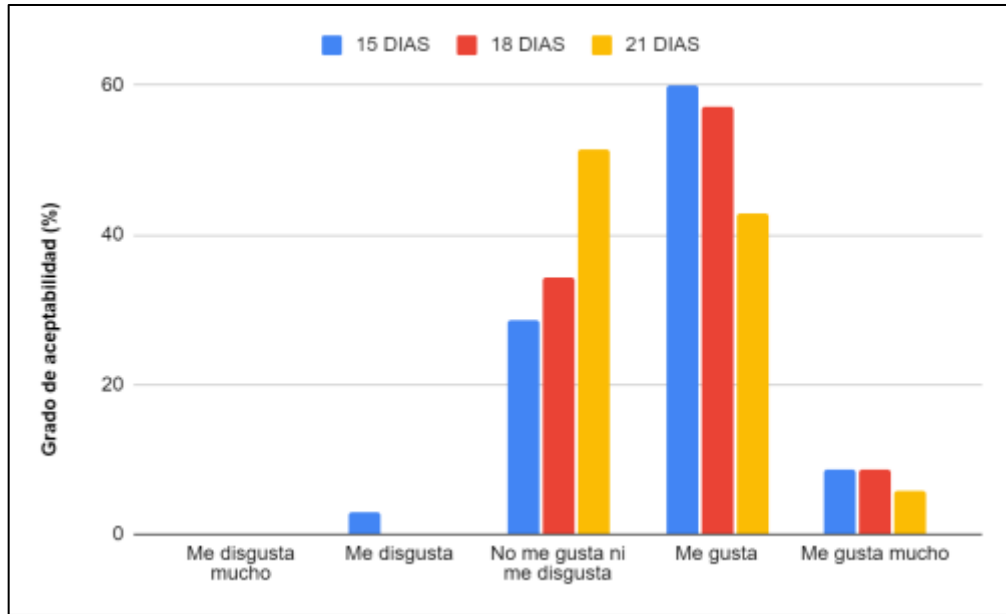
Figura 11. Nivel de satisfacción por el olor de la muestra. Tratamiento 2: Aguacate Hass a los 15, 18 y 21 días, n=35



Fuente: elaboración propia.

Los resultados indican que a los 15 días a la mayor parte de panelistas no les gustó ni disgustó el aroma de este tipo de corte.

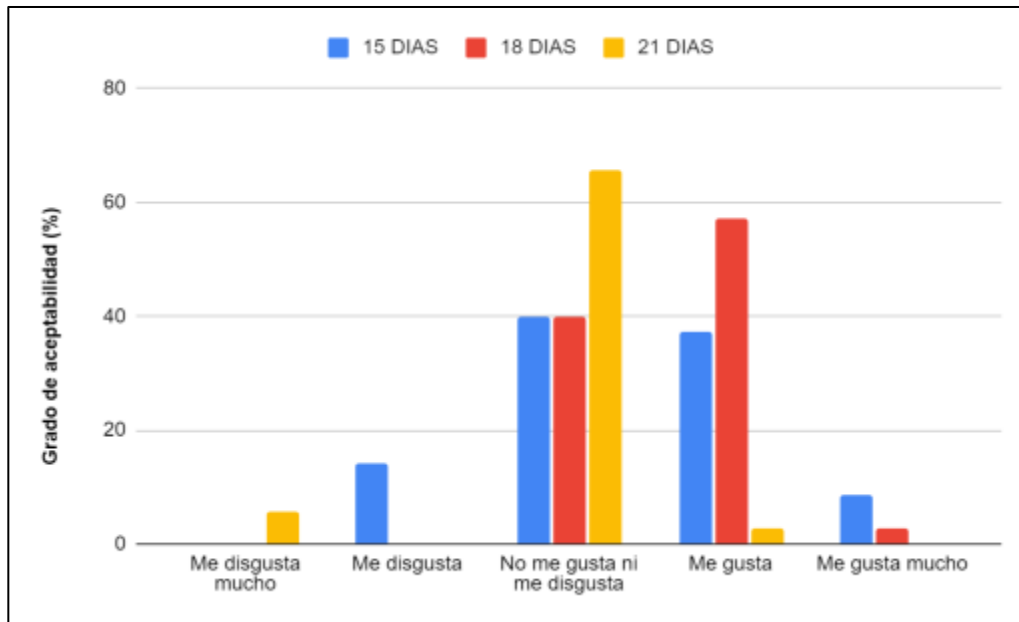
Figura 12. Nivel de satisfacción por el sabor de la muestra. Tratamiento 2: Aguacate Hass a los 15, 18 y 21 días, n=35



Fuente: elaboración propia.

En los resultados se muestra que, a los 15 días, a una gran parte de panelistas les gustó el sabor del tratamiento presentado.

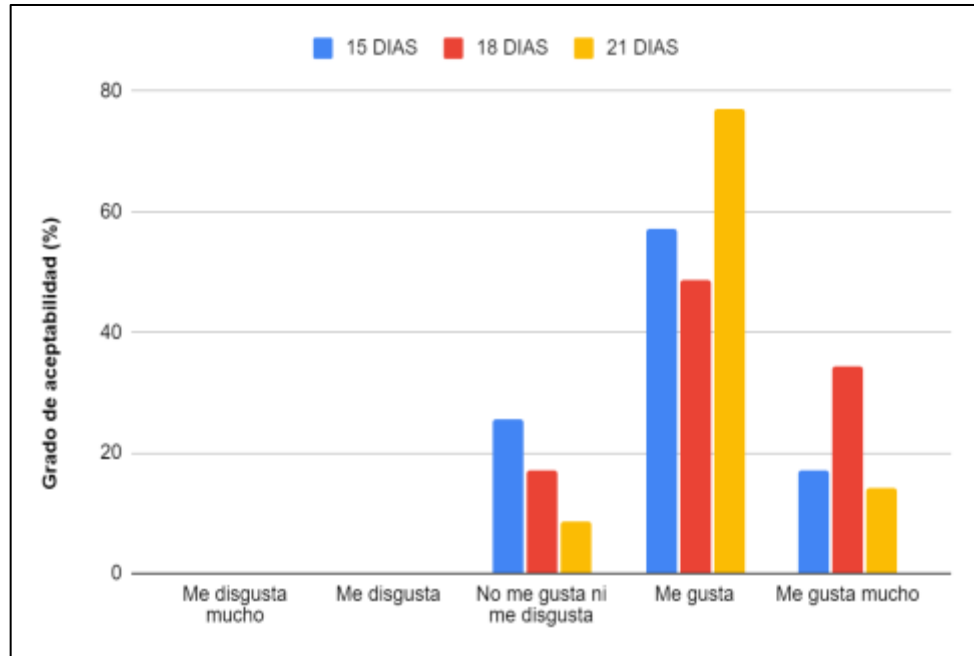
Figura 13. Nivel de satisfacción por la textura de la muestra.
Tratamiento 2: Aguacate Hass a los 15, 18 y 21 días, n=35



Fuente: elaboración propia.

Se visualiza que, a los 15 y 18 días, no hubo personas que les disgustara mucho la muestra.

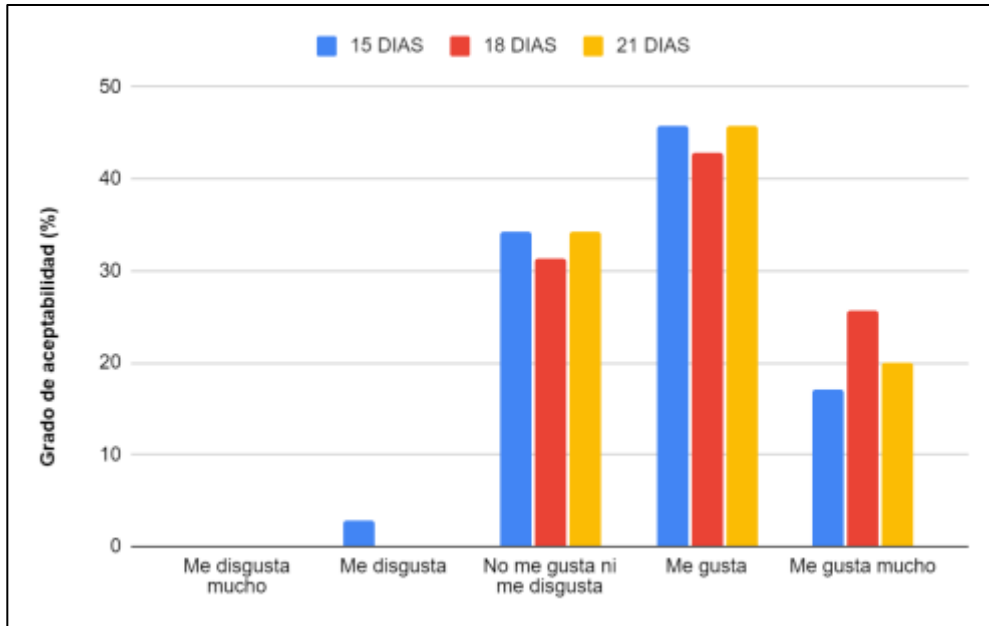
Figura 14. Nivel de satisfacción por el color de la muestra. Tratamiento 3: Aguacate Hass a los 15, 18 y 21 días, n=35



Fuente: elaboración propia.

Se observa que para los tres días no hubo personas que les disgustara la muestra.

Figura 15. Nivel de satisfacción por el olor de la muestra. Tratamiento 3: Aguacate Hass a los 15, 18 y 21 días, n=35



Fuente: elaboración propia.

Es evidente que a la mayor parte de los panelistas les gustó el olor de este tipo de corte para los tres días.

Figura 16. Nivel de satisfacción por el sabor de la muestra. Tratamiento 3: Aguacate Hass a los 15, 18 y 21 días, n=35

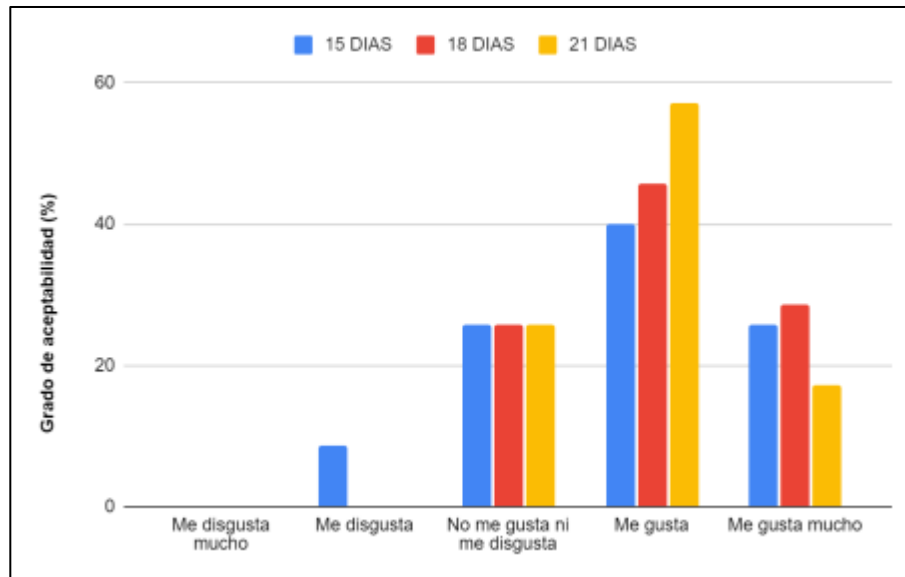


Fuente: elaboración propia.

Este resultado refleja que, a los 21 días, para los panelistas el sabor de la muestra tuvo mayor preferencia.

Figura 17. Nivel de satisfacción por la textura de la muestra.

Tratamiento 3: Aguacate Hass a los 15, 18 y 21 días, n=35



Fuente: elaboración propia.

Para este resultado, se observa que la mayoría de los panelistas coincidieron en su preferencia por la textura de este tratamiento.

Tabla XI. Resumen de análisis de varianza en resultados de análisis sensorial a los 15 días, n=35

Análisis	F	Conclusión
Color	19.15	Sí existe diferencia significativa.
Olor	104.06	
Sabor	51.49	
Textura	23.14	

Fuente: elaboración propia.

Se observa que con base en el parámetro de olor, sí existe una diferencia significativa entre los tres tratamientos a los 15 días.

Tabla XII. **Resumen de análisis de varianza en resultados de análisis sensorial a los 18 días, n=35**

Análisis	F	Conclusión
Color	15.25	No existe diferencia significativa.
Olor	20.21	
Sabor	10.01	
Textura	13.19	

Fuente: elaboración propia.

Se determina que a los 18 días no existe una diferencia significativa entre los atributos para los tres tratamientos.

Tabla XIII. **Resumen de análisis de varianza en resultados de análisis sensorial a los 21 días, n=35**

Análisis	F	Conclusión
Color	15.25	No existe diferencia significativa.
Olor	21.20	
Sabor	10.01	
Textura	13.19	

Fuente: elaboración propia.

A los 21 días no existe una diferencia significativa entre las propiedades organolépticas para los tres tratamientos.

5. DISCUSION DE RESULTADOS

5.1. Selección de materia prima

Para el presente trabajo de investigación, se determinó la vida de anaquel y el efecto de tres tipos de corte: *Parmentier*, juliana y *tournée*, realizados en aguacate Hass, en sus propiedades organolépticas. Dicha evaluación se llevó a cabo realizando la selección de la materia prima por medio de una escala de color como referencia de su maduración, utilizando el tono de fruto virado a negro en un (75 %). Las muestras seleccionadas, fueron lavadas y descascaradas.

5.2. Determinación del tiempo de la vida de anaquel del aguacate Hass cortado en *Parmentier*, juliana y *tournée*

Para cada uno de los tipos de corte, *Parmentier* (tratamiento 1), juliana (tratamiento 2) y *tournée* (tratamiento 3), se procedió a eliminar la semilla y a realizar el corte en la pulpa utilizando un cuchillo de acero inoxidable ya que por ser un material resistente permite un corte uniforme, además de que en su hoja hay un menor grado de porosidad, lo que no permite la acumulación de bacterias. En este proceso se pudo observar que mientras más grande era el tamaño del corte era más sencilla su manipulación, por lo que el corte más manejable fue el corte *tournée* (Ver figuras 3, 4 y 5).

Seguidamente, se sumergieron los trozos obtenidos en una solución de ácido cítrico al 0.5 % durante cinco minutos en un recipiente adecuado, para evitar que el aguacate se deteriorara después de las etapas de pelado y cortado.

Sin embargo, en este proceso de inmersión, al estar mojados los trozos de fruto, se observó un cambio en la solidez de los mismos.

Al recibir el tratamiento de inmersión, se escurrieron y empacaron al vacío con un plástico de polietileno de baja densidad de dos capas con 3 milímetros de espesor, el mismo impidió la entrada de aire para mantener la frescura de las muestras, y para mantener el producto en óptimas condiciones por más tiempo.

Todas las muestras se conservaron en un refrigerador a una temperatura constante de 7 °C para proceder a ser evaluadas por un panel sensorial a los 15, 18 y 21 días.

5.3. Elaboración de un análisis sensorial para determinar el porcentaje de aceptación de las muestras de aguacate Hass

Para la selección del tratamiento ideal, se procedió a realizar encuestas utilizando la herramienta *Google Forms*, a un panel sensorial aleatorio de 35 jueces, los cuales escogieron el corte de aguacate de su preferencia a los 15, 18 y 21 días, comparando las propiedades organolépticas de color, olor, sabor y textura, por medio de una prueba hedónica de cinco puntos.

Al realizar el análisis sensorial, a los 15 días se pudo observar para el tratamiento 1 (corte *Parmentier*), que un alto porcentaje de evaluadores (57,14 %) tuvo un significativo rechazo hacia el olor de la muestra (tabla II), lo que podría indicar que la muestra tuvo alguna entrada de oxígeno y esto produjo que existiera cierto tipo de bacterias en la muestra que provocaron que se degradara esta propiedad por ser de las más sensibles de conservar.

A los 18 días, se pudo observar que el corte juliana tuvo una alta preferencia en sus propiedades de color, sabor y textura (tabla VI) y a los 21 días, se pudo determinar que la propiedad de color se conservó en buen estado para los tres tipos de corte (tablas IV, VII y X), sin embargo, al realizar el recuento de los resultados se determinó que el tratamiento con mayor preferencia fue el Corte *tournée*, debido a que es el corte que sufrió menor estrés físico durante todo su proceso (figuras 14, 15, 16 y 17).

Posteriormente, se realizó un análisis de varianza para cada una de las propiedades organolépticas para determinar si existía una diferencia desde el enfoque como consumidor para todos los tratamientos presentados; lo que permitió demostrar que sí existe una diferencia significativa, pudiéndose observar en mayor proporción para la propiedad de olor (tabla XI). Dicha propiedad, es una de las más sensibles a los daños mecánicos, como el corte, para ello se recomienda precisión y un control adecuado de los instrumentos utilizados ya que deben estar bien afilados y totalmente desinfectados. Otra causa puede deberse al mal acomodo de la muestra dentro de la bolsa para empacar al vacío, la misma no debe estar amontonada, ya que puede alterar las propiedades del fruto y causar un daño mecánico del producto.

Además, se debe garantizar que el producto tenga un buen manejo durante todo su proceso desde el manejo postcosecha hasta que le es proporcionado al consumidor, ya que, si la muestra sufrió algún tipo de estrés físico, pudo haberse dado una alteración en su respiración y ocurrir un deterioro fisiológico anormal acelerado, que provocara algún tipo de contaminación por patógenos y por ende su descomposición, que pudo alterar su olor y sabor.

Cabe mencionar, que la respiración es un proceso determinante para el buen desarrollo de un producto que no ha sido cortado, ya que, al momento de

recolectar los frutos, los mismos no pueden reponer hidratos de carbono y agua por lo que se requiere de su azúcar de reserva, y cuando esta desaparece, se puede degradar el producto con mayor facilidad, provocando malos olores y sabores.

Otro factor importante para tomar en cuenta al momento de controlar el buen estado del fruto es el empaque. En este caso, se modificó la atmósfera del producto, utilizando bolsas de polietileno de baja densidad y se eliminó el oxígeno sustituyéndolo por dióxido de carbono, con el fin de inhibir las reacciones de pardeamiento y oxidación (control de textura y color) y el desarrollo de microorganismos. Sin embargo, el no tener un buen manejo de todos los parámetros como el sellado, pudo ocasionar la descomposición interna del fruto, causando olores desagradables.

CONCLUSIONES

1. Fue posible determinar el tipo de corte idóneo para prolongar el tiempo de vida de anaquel del aguacate Hass (*Persea americana*) inmerso en una solución de ácido cítrico y empacado al vacío a escala laboratorio.
2. Al comparar los resultados del grado de aceptabilidad para la propiedad organoléptica de olor, el panel sensorial tuvo un alto rechazo hacia el corte *Parmentier* a los 15 días.
3. Al comparar los resultados del grado de aceptabilidad a los 18 días se pudo observar que el corte juliana tuvo una alta preferencia en sus propiedades de color, sabor y textura.
4. El corte *tournée* tuvo mayor aceptabilidad sensorial que el corte *Parmentier* y juliana.

RECOMENDACIONES

1. Realizar pruebas con otros tipos de corte, para llevar a cabo una mejor comparación de las propiedades organolépticas por medio de una evaluación sensorial.
2. Comparar muestras de aguacate utilizando diferentes concentraciones de ácido cítrico para conocer el efecto en su conservación.
3. Evaluar y comparar distintos empaques para estimar su efecto sobre la conservación del producto.
4. Analizar el buen funcionamiento de la cadena de frío en lo referido al tema de conservación.

REFERENCIAS

1. Agudelo, H. (1993). Conservación de la pulpa de palta. *Revista Alimentos*, vol 8(4), pp. 11-14.
2. Avilan, L., Lea, I F. y Bautista, D. (1985). *El Aguacate. Principios y técnicas para su producción*. Venezuela: Espasante Editores.
3. Avocados Australia. (1992). *Beneficios del aguacate*. [Mensaje de Blog]. Recuperado de <http://www.avocado.org>
4. Barcina, Y. e Ibáñez, F. (2001). *Análisis sensorial de alimentos: métodos y aplicaciones*. Barcelona, España: Taylor y Francis.
5. Bressani, R. (2009). *Investigación de Aguacate: alternativas de industrialización de aguacate*. Guatemala: Centro de ciencias y Tecnología de los alimentos, Instituto de investigaciones. Universidad del Valle de Guatemala.
6. Carr, T., Meilgaard, M. y Vance, G. (2007). *Sensory evaluation techniques*. Florida, Estados Unidos: CRC Press.
7. CENTA. (2019). *Cultivo del aguacate*. El Salvador: Gobierno de Agricultura y Ganadería. Recuperado de http://centa.gob.sv/docs/guias/frutales/Guia%20Centa_Aguacate%202019.pdf

8. Elías, L., Jeffery, L., Watts, B. y Ylimaki, G. (1992). *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos*. Ottawa, Canadá: International Development Research Centre.
9. Espinoza, J., Castañeda, J., Morales, V. y Nieto, A. (junio de 2017). Estudio de la conservación de aguacate Hass mínimamente procesado a través de antioxidantes, empaque al vacío y congelación. *Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias*, vol. 4(11), pp. 39-44.
10. Herrera, J., Salazar, S., Villa, M., Martínez, H. y Ruiz, J. (2017). Indicadores preliminares de madurez fisiológica y comportamiento postcosecha del fruto de aguacate Méndez. *Revista Fitotecnia Mexicana*, vol. 40(1), pp. 59-60.
11. Herrera, J., Venegas, E. y Madrigal, L. (diciembre de 2017). Proporciones de daños mecánicos y su efecto en calidad poscosecha de aguacate Hass. México, *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, vol. 8 (19), pp. 3897-3909.
12. Ibar, L. (1979). *Cultivo del aguacate, chirimoyo, mango, papaya*. Barcelona, España: AEDOS.
13. ICA. (2012). *Manejo fitosanitario del cultivo del aguacate Hass*. Bogotá, Colombia: ICA.
14. International Chamber of Commerce, ICC. (2019). Servicios de resolución de controversias de la ICC. París, Francia: Naciones Unidas. Recuperado de <https://iccwbo.org/>

15. López, L. y Cajuste, J. (s.f.). *Tipo de envase y embalaje en la conservación de la calidad de fruta de aguacate CV Hass*. [Mensaje de Blog]. Recuperado de http://www.avocadosource.com/journals/cictamex/cictamex_1997/agr_2_97.pdf
16. Madrid, A. (2000). *Los aditivos en los alimentos*. España: Mundi-Prensa.
17. Madrid, A.; Gómez, J. y Santiago, F. (2004). *Refrigeración, congelación y envasado de los alimentos*. España: AMV.
18. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. (2007). *Programa de Apoyo a los Agronegocios*. Guatemala: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.
19. Morales, S. (2013). *Análisis de la vida de anaquel para la conservación de la pulpa de aguacate, como propuesta al Comité de Aguacate de la Asociación Guatemalteca de Exportadores-AGEXPORT*. (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/6186/1/tesis%20FINALagro.pdf>
20. Olivares C. y José, L. (1995). *Conservación de la pulpa y mitades de palta cosechadas con dos índices de madurez y almacenadas en atmósfera modificada y refrigeración (cvs Fuerte, Gwen y Edranol)*. (Tesis de licenciatura). Universidad Católica de Valparaíso, Chile. Recuperado de http://www.avocadosource.com/papers/Chile_Papers_A-Z/M-N-O/OlivaresJose1995.pdf

21. Ríos, D., Román, C. y Serna, V. (1976). *Aguacate en Frutales. Manual de asistencia técnica No. 4*. Colombia: Instituto Colombiano Agropecuario.

22. Synergy Biotech®. (2019). *Evaluación y determinación de vida de anaquel*. [Mensaje de blog]. Recuperado de <https://www.synergy-biotech.com/de-anaquel.php>


APÉNDICES

Apéndice 1. **Instrumento de recolección de datos para prueba hedónica de 5 puntos**


1. Se le entregaron al consumidor tres muestras de 10 – 15 g de aguacate, la primera fue el tratamiento 1 (muestra 6079, corte *Parmentier*), la segunda el tratamiento 2 (muestra 2602, corte juliana) y la tercera, el tratamiento 3 (muestra 7183, corte *tournée*).
2. Se le envió la hoja de evaluación, presentada en la figura 25. Ellos tuvieron aproximadamente 5 – 10 minutos para degustar cada una de ellas y marcar la opción de su preferencia de cada característica sensorial.
3. Esta evaluación se realizó a los 15, 18 y 21 días de almacenamiento.
3. Se recopiló la información y se realizaron gráficos de barras.

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Hoja de evaluación para prueba hedónica de 5 puntos



ESCUELA DE ESTUDIOS DE
POSTGRADO
FACULTAD DE INGENIERÍA



Hoja de evaluación

Instrucciones: A continuación se le presentan tres muestras de aguacate. Sírvase calificar sus atributos de acuerdo a su nivel de agrado, marcando la casilla que corresponda, según la escala de preferencia indicada.

*Obligatorio

Evaluación *

15 días

18 días

21 días

Muestra 6079 *

	Me disgusta Mucho	Me disgusta	No me gusta ni me disgusta	Me gusta	Me gusta Mucho
Color	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Olor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sabor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Textura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Muestra 2602 *

	Me disgusta Mucho	Me disgusta	No me gusta ni me disgusta	Me gusta	Me gusta Mucho
Color	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Olor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Continuación de apéndice 2.

Sabor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Textura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Muestra 7183 *

	Me disgusta Mucho	Me disgusta	No me gusta ni me disgusta	Me gusta	Me gusta Mucho
Color	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Olor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sabor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Textura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Enviar

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Instrumentos complementarios para escala hedónica de 5 puntos. Calificación utilizada para la evaluación hedónica**

Nivel de agrado	Puntaje
Me gusta mucho	5
Me gusta	4
No me gusta ni me disgusta	3
Me disgusta	2
Me disgusta mucho	1

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Resumen ANOVA de los resultados de color a los 15 días**

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	F	P
Tratamientos	24.743	2.000	19.154	<.0001
Error	43.924	68.000		
Total	68.667	70.000		

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. **Resumen ANOVA de los resultados de olor a los 15 días**

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	F	P
Tratamientos	101.504	2.000	50.752	<.0001
Error	33.161	68.000		
Total	134.665	70.000		

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. **Resumen ANOVA de los resultados de sabor a los 15 días**

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	F	P
Tratamientos	59.828	2.000	51.487	<.0001
Error	30.323	68.000		
Total	90.151	70.000		

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. **Resumen ANOVA de los resultados de textura a los 15 días**

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	F	P
Tratamientos	26.914	2.000	23.142	<.0001
Error	59.314	102.000		
Total	86.228	104.000		

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 8. **Resumen ANOVA de los resultados de color a los 18 días**

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	F	P
Tratamientos	15.314	2.000	15.253	<.0001
Error	51.200	102.000		
Total	66.514	104.000		

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 9. **Resumen ANOVA de los resultados de olor a los 18 días**

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	F	P
Tratamientos	28.342	2.000	21.205	<.0001
Error	68.171	102.000		
Total	95.514	104.000		

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 10. **Resumen ANOVA de los resultados de sabor a los 18 días**

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	F	P
Tratamientos	8.133	2.000	10.011	<.0001
Error	41.428	102.000		
Total	49.561	104.000		

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 11. **Resumen ANOVA de los resultados de textura a los 18 días**

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	F	P
Tratamientos	11.200	2.000	13.185	<.0001
Error	43.314	102.000		
Total	54.514	104.000		

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 12. **Resumen ANOVA de los resultados de color a los 21 días**

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	F	P
Tratamientos	2.971	2.000	7.619	<.0001
Error	19.885	102.000		
Total	22.857	104.000		

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 13. **Resumen ANOVA de los resultados de olor a los 21 días**

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	F	P
Tratamientos	26.114	2.000	25.417	<.0001
Error	52.400	102.000		
Total	78.514	104.000		

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 14. **Resumen ANOVA de los resultados de sabor a los 21 días**

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	F	P
Tratamientos	7.104	2.000	10.396	<.0001
Error	34.857	102.000		
Total	41.961	104.000		

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 15. **Resumen ANOVA de los resultados de textura a los 21 días**

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	F	P
Tratamientos	10.647	2.000	15.254	<.0001
Error	35.600	102.000		
Total	46.247	104.000		

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 16. **Preparación del tratamiento 1 corte *Parmentier***



Fuente: [Fotografía de Cesia de León]. (Anillo Periférico zona 11, Guatemala, 2020). Colección particular. Guatemala.

Apéndice 17. **Inmersión del tratamiento 1 corte *Parmentier* en solución de ácido cítrico**



Fuente: [Fotografía de Cesia de León]. (Anillo Periférico zona 11, Guatemala, 2020). Colección particular. Guatemala.

Apéndice 18. **Empaque del tratamiento 1: corte *Parmentier***



Fuente: [Fotografía de Cesia de León]. (Anillo Periférico zona 11, Guatemala, 2020). Colección particular. Guatemala.

Apéndice 19. **Empaque al vacío del tratamiento 1: corte *Parmentier***



Fuente: [Fotografía de Cesia de León]. (Anillo Periférico zona 11, Guatemala, 2020). Colección particular. Guatemala.

Apéndice 20. **Preparación del tratamiento 2: corte juliana**



Fuente: [Fotografía de Cesia de León]. (Anillo Periférico zona 11, Guatemala, 2020). Colección particular. Guatemala.

Apéndice 21. **Inmersión del tratamiento 2 corte juliana en solución de ácido cítrico**



Fuente: [Fotografía de Cesia de León]. (Anillo Periférico zona 11, Guatemala, 2020). Colección particular. Guatemala.

Apéndice 22. **Empaque al vacío del tratamiento 2: corte juliana**



Fuente: [Fotografía de Cesia de León]. (Anillo Periférico zona 11, Guatemala, 2020). Colección particular. Guatemala.

Apéndice 23. **Preparación del tratamiento 3: corte *tournée***



Fuente: [Fotografía de Cesia de León]. (Anillo Periférico zona 11, Guatemala, 2020). Colección particular. Guatemala.

Apéndice 24. **Inmersión del tratamiento 3: corte *tournée* en solución de ácido cítrico**



Fuente: [Fotografía de Cesia de León]. (Anillo Periférico zona 11, Guatemala, 2020). Colección particular. Guatemala.

Apéndice 25. **Empaque al vacío del tratamiento 3: corte *tournée***



Fuente: [Fotografía de Cesia de León]. (Anillo Periférico zona 11, Guatemala, 2020). Colección particular. Guatemala.

Apéndice 26. **Tratamiento 1 corte *Parmentier* a los 15 días**



Fuente: [Fotografía de Cesia de León]. (Anillo Periférico zona 11, Guatemala, 2020). Colección particular. Guatemala.

Apéndice 27. **Tratamiento 1 corte *Parmentier* a los 15 días**



Fuente: [Fotografía de Cesia de León]. (Anillo Periférico zona 11, Guatemala, 2020). Colección particular. Guatemala.

Apéndice 28. **Tratamiento 2 corte *juliana* a los 15 días**



Fuente: [Fotografía de Cesia de León]. (Anillo Periférico zona 11, Guatemala, 2020). Colección particular. Guatemala.

Apéndice 29. Tratamiento 3 corte *tournée* a los 15 días



Fuente: [Fotografía de Cesia de León]. (Anillo Periférico zona 11, Guatemala, 2020). Colección particular. Guatemala.

Apéndice 30. Tratamiento 1 corte *Parmentier* a los 18 días



Fuente: [Fotografía de Cesia de León]. (Anillo Periférico zona 11, Guatemala, 2020). Colección particular. Guatemala.

Apéndice 31. **Tratamiento 2 corte juliana a los 18 días**



Fuente: [Fotografía de Cesia de León]. (Anillo Periférico zona 11, Guatemala, 2020). Colección particular. Guatemala.

Apéndice 32. Tratamiento 3 corte *tournée* a los 18 días



Fuente: [Fotografía de Cesia de León]. (Anillo Periférico zona 11, Guatemala, 2020). Colección particular. Guatemala.

Apéndice 33. **Tratamiento 1 corte *Parmentier* a los 21 días**



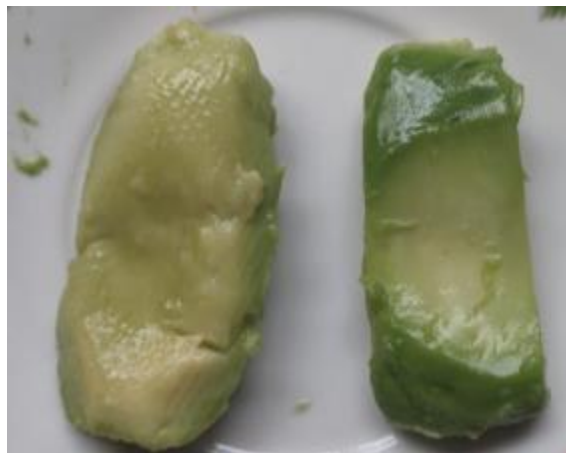
Fuente: [Fotografía de Cesia de León]. (Anillo Periférico zona 11, Guatemala, 2020). Colección particular. Guatemala.

Apéndice 34. **Tratamiento 2 corte juliana a los 21 días**



Fuente: [Fotografía de Cesia de León]. (Anillo Periférico zona 11, Guatemala, 2020). Colección particular. Guatemala.

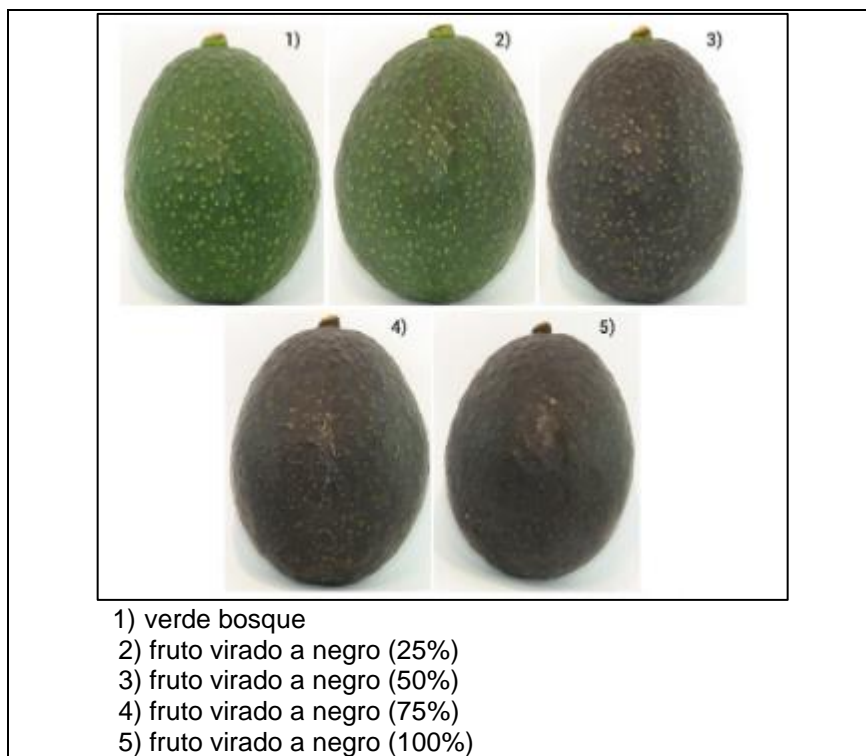
Apéndice 35. Tratamiento 3 corte *tournée* a los 21 días



Fuente: [Fotografía de Cesia de León]. (Anillo Periférico zona 11, Guatemala, 2020). Colección particular. Guatemala.

ANEXO

Anexo 1. Escala de maduración utilizada para la selección de la materia prima



Fuente: Herrera, J., Salazar, S., Villa, M., Martínez, H. y Ruiz, J. (2017). *Indicadores preliminares de madurez fisiológica y comportamiento postcosecha del fruto de aguacate.*

