

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



Evaluación de dos aditivos antioxidantes naturales en la elaboración de mantequilla de semilla de marañón (*Anacardium occidentale* L.) y su efecto sobre la rancidez oxidativa y calidad sensorial.

POR:

BERNAL AYALA, ELMER ANTONIO

CUCHILLAS GAITAN, IVETH SARAI

HERNÁNDEZ MARÍN, ELÍAS ENRIQUE

CIUDAD UNIVERSITARIA, NOVIEMBRE DE 2019

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA



Evaluación de dos aditivos antioxidantes naturales en la elaboración de mantequilla de semilla de marañón (*Anacardium occidentale* L.) y su efecto sobre la rancidez oxidativa y calidad sensorial.

POR:

BERNAL AYALA, ELMER ANTONIO  
CUCHILLAS GAITAN, IVETH SARAI  
HERNÁNDEZ MARÍN, ELÍAS ENRIQUE

REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:  
INGENIERO (A) AGROINDUSTRIAL

CIUDAD UNIVERSITARIA, NOVIEMBRE DE 2019

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR:**

LIC. M. Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

**SECRETARIO GENERAL:**

ING. M. Sc. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**DECANO:**

DR. FRANCISCO LARA ASCENCIO

**SECRETARIO**

ING. AGR. BALMORE MARTÍNEZ SIERRA

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**

---

ING. AGR. M. Sc. FIDEL ÁNGEL PARADA BERRÍOS

**DOCENTES DIRECTORES**

---

ING. AGR. M. Sc. SIGFREDO RAMOS CORTÉZ

---

ING. AGR. MARIO ANTONIO BERMÚDEZ MÁRQUEZ

**COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN**

---

ING. AGR. MARIO ALFREDO PÉREZ ASCENCIO

## RESUMEN

La investigación consistió, en la evaluación de mantequilla de semilla de marañón con adición de antioxidantes bajo tres tratamientos en estudio: T1 sin antioxidantes, T2 con Tocoferoles (25 mg/kg) y T3 con Lecitina de soya (10 g/kg), utilizando un diseño completamente al azar con seis repeticiones; con el objetivo de conocer el efecto de los aditivos antioxidantes naturales sobre la rancidez oxidativa y calidad sensorial del producto durante 180 días. El periodo de la investigación fue de diciembre de 2018 a julio de 2019 en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

Para todos los tratamientos se utilizó semilla de marañón quebrada, aceite de oliva y panela molida; a excepción de T2 y T3, a los cuales se les adicionó antioxidantes. La mantequilla se procesó en molino de disco de 200 revoluciones por minuto, hasta obtener una pasta homogénea con un tamaño de partícula de aproximadamente 50 micras, y se depositó en frascos de vidrio de 225 gramos, almacenándolos en cajas de cartón a temperatura ambiente y bajo oscuridad total.

Mensualmente a una muestra de cada tratamiento, se le determinó el índice de peróxido (IP) y cada dos meses se realizó una evaluación sensorial, mediante una prueba afectiva de aceptación, utilizando 30 panelistas, quienes calificaron el color, olor, sabor y textura. Los datos de las evaluaciones sensoriales, se analizaron de manera exploratoria a través del método multivariado por componentes principales y de manera confirmatoria por análisis de varianza y prueba estadística LSD Fisher con una probabilidad del 5%, utilizando Infostat versión estudiantil, con función R.

Los valores de IP a los 120 días fueron no cuantificables ( $<0.2$  meq/kg). La mantequilla mantuvo su estabilidad oxidativa durante todo el estudio debido a que los valores de IP detectados a los 150 y 180 días están bajo el límite permisible (10 meq/kg) definido por la norma para grasas y aceites comestibles del Codex Alimentarius. No hubo efecto de los tratamientos sobre los atributos sensoriales evaluados, manteniéndose la aceptación entre “ligeramente agradable” y “agradable”. Se encontró efectos significativos en el color y textura a los 180 días, siendo el color mejor evaluado, mientras que la textura disminuyó su nivel de agrado.

**Palabras claves:** tocoferoles, lecitina de soya, índice de peróxido, mantequilla de semilla de marañón, análisis sensorial, atributos.

## **AGRADECIMIENTOS**

Le agradezco primeramente a Dios por haberme guiado a lo largo de este proyecto, por ser mi fortaleza y brindarme sabiduría para desarrollarlo con éxito.

A mi guía espiritual, Apóstol de Dios, por sus constantes oraciones y su motivación e inspiración para que estudiantes y profesionales nos desarrollemos y destaquemos en nuestra carrera material y espiritual.

Al finalizar un trabajo tan arduo, es para mí un verdadero placer agradecer de manera especial al Ing. Sigfredo Ramos e Ing. Mario Bermúdez por su capacidad para guiarnos, por su invaluable aporte, no solamente en el desarrollo de esta investigación, sino también en nuestra formación como ingenieros.

Agradezco a mi familia, ya que son y seguirán siendo mi fuente de inspiración, apoyo y fortaleza. Gracias por estar conmigo en las buenas y en las malas. Todos mis éxitos y logros se los dedico a ustedes, ya que me enseñaron que nada es imposible con esfuerzo y dedicación.

Finalmente agradecer a mis valiosas amistades y colegas de tesis que me han brindado su apoyo incondicional en todo momento.

Iveth Saraí Cuchillas.

En primer lugar, agradezco a Dios, por haberme dado la sabiduría, protección, fuerza y acompañamiento en todos estos años de formación académica; y en momentos difíciles que tuve que enfrentar para culminar este proyecto académico.

Especial mención y agradecimiento, merece la familia por brindarme su apoyo incondicional hasta el final. Por ello, quiero dedicar de todo corazón este triunfo académico a mis hermanos Josué Manuel Bernal y Mayra Elizabeth Bernal; así como a mi padre Manuel Antonio Bernal por su consejo, amor y aprecio.

Mi gratitud también externo a los asesores Ing. Agr. Sigfredo Ramos Cortez y al Ing. Agr. Mario Antonio Bermúdez Márquez, por el tiempo y espacio brindado para desarrollar la parte metodológica y estadística de la investigación.

De igual manera, agradecer al Ing. Juan de Dios, encargado de la Planta de Procesamiento de Agroindustria de la Estación Experimental, por colaborarnos en el procesamiento de los tratamientos; así como al Director de CENSALUD, por permitir el resguardo de los tratamientos en sus instalaciones.

Finalmente quiero agradecer a Elías Marín y Saraí Cuchillas por su amistad y confianza para culminar con éxito esta investigación. Fueron muchos años de sacrificio y lucha, que por fin dan el fruto que esperamos.

Elmer A. Bernal.

A Dios Todo Poderoso fuente de amor y coraje que guió nuestro espíritu para emprender y completar esta gran experiencia, por brindarnos paciencia y perseverancia para poder superar todos los obstáculos en el camino.

A mi madre Martha Esperanza por su incondicional amor e inmensa inspiración que me sigue dando cada día.

A mis familiares, amigos y todas las personas que directa o indirectamente me ayudaron a no abandonar el barco y seguir hasta el final.

A mis compañeros de tesis Saraí y Elmer, por enseñarme que la paciencia y la tolerancia son una virtud muy grande.

A todos los catedráticos que comparten su sabiduría y experiencia con todos los alumnos que pasamos por sus aulas y a la Universidad de El Salvador por ser el vehículo que nos condujo en este viaje.

Elías Enrique Hernández Marín

## ÍNDICE

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	3
2.1. Semilla o nuez de marañón .....	3
2.1.1. Descripción .....	3
2.1.2. Composición nutricional .....	3
2.1.3. Localización de las zonas de producción .....	4
2.1.4. Producción interna .....	4
2.1.5. Procesamiento .....	5
2.1.6. Pérdidas durante el procesamiento .....	6
2.1.7. Uso y aprovechamiento .....	6
2.2. Mantequilla de semilla de marañón .....	6
2.2.1. Proceso de elaboración .....	7
2.2.2. Composición físico-química .....	8
2.2.3. Aporte nutricional y beneficios para la salud .....	8
2.3. Degradación oxidativa en alimentos .....	8
2.3.1. Auto-oxidación o rancidez oxidativa .....	9
2.3.2. Hidrólisis o rancidez hidrolítica .....	9
2.4. Determinación de la estabilidad oxidativa .....	10
2.4.1. Índice de Peróxido (IP).....	10
2.4.2. Inhibidores de la oxidación de los lípidos .....	11
2.5. Aditivos antioxidantes.....	11
2.5.1. Antioxidantes sintéticos.....	11
2.5.2. Antioxidantes naturales.....	12
2.5.3. Uso de antioxidantes naturales y sintéticos en alimentos tipo mantequilla .....	12
2.6. Tendencia hacia el uso de antioxidantes naturales .....	13
2.6.1. Tocoferoles .....	13
2.6.2. Lecitina de soya .....	14
2.7. Dosificación recomendada para tocoferoles y lecitina de soya .....	14
2.8. Criterios microbiológicos .....	15
2.9. Vida útil de los alimentos procesados.....	16
2.9.1. Definición e importancia.....	16

2.9.2. Factores que influyen la vida útil de los alimentos.....	16
2.9.3. Parámetros que indican el final de la vida útil de los alimentos .....	17
2.10. Evaluación sensorial en alimentos.....	17
2.10.1. Definición e importancia.....	17
2.10.2. Métodos de prueba en evaluación sensorial .....	18
2.11. Pruebas de clase afectivas.....	18
2.11.1. Prueba de aceptación por atributos.....	19
2.12. Panel de evaluación sensorial .....	19
2.12.1. Panelista experto .....	19
2.12.2. Panelista entrenado .....	19
2.12.3. Panelista no entrenado o consumidor .....	19
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
3.1 Ubicación y temporalidad de la investigación. ....	20
3.2. Metodología de procesamiento .....	20
3.2.1. Materias primas .....	20
3.2.2. Equipos.....	20
3.2.3. Materiales y utensilios.....	21
3.3. Formulación por tratamiento.....	21
3.4. Proceso de elaboración de la mantequilla de semilla de marañón.....	22
3.4.1 Recepción de materia prima .....	22
3.4.2 Pesaje de ingredientes.....	22
3.4.3 Primera molienda.....	23
3.4.4 Formulación y mezclado .....	23
3.4.5 Segunda molienda .....	23
3.4.6 Envasado.....	24
3.4.7 Almacenamiento .....	24
3.5. Metodología de laboratorio .....	25
3.5.1. Determinación del índice de peróxido .....	25
3.5.2. Análisis de determinación de grasa.....	25
3.5.3. Análisis de Actividad de Agua ( $a_w$ ).....	25
3.5.4. Análisis microbiológico.....	26
3.6. Análisis sensorial.....	26
3.6.1. Materiales e insumos .....	27

3.6.2. Acondicionamiento del lugar de catación .....	27
3.6.3. Preparación de muestras .....	28
3.6.4. Desarrollo de la evaluación sensorial.....	28
3.7. Metodología Estadística .....	29
3.8. Costos variables.....	29
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
4.1. Análisis de valores de Índice de Peróxido .....	29
4.2. Análisis exploratorio de la evaluación sensorial.....	32
4.2.1. Análisis de componentes principales (ACP) para los atributos sensoriales y su relación con los panelistas .....	32
4.2.2. Resultados obtenidos en el Análisis Sensorial .....	33
4.2.3. Medias y códigos de diferencias significativa entre atributos y tiempo .....	33
4.2.4. Medias y códigos de diferencias significativa entre atributo y tratamiento .....	34
4.3. Análisis confirmatorio de los atributos sensoriales.....	35
4.3.1. Análisis atributo color.....	35
4.3.2. Análisis atributo textura.....	36
4.3.3. Análisis atributo sabor.....	37
4.3.4. Análisis atributo olor.....	38
4.4. Análisis microbiológico .....	40
4.5. Costos variables.....	40
5. CONCLUSIONES .....	42
6. RECOMENDACIONES.....	43
7. BIBLIOGRAFÍA.....	44
8. ANEXOS.....	49

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Elementos que componen al fruto de marañón. ....	3
Cuadro 3. Perfil de ácidos grasos de la semilla de marañón.....	4
Cuadro 4. Dosis recomendadas para Alfatocoferol y Lecitina. ....	14
Cuadro 5. Dosis máxima de tocoferoles según el RTCA.....	15
Cuadro 6. Límite máximo permitido de <i>Salmonella spp.</i> según RTCA. ....	15
Cuadro 7. Clasificación de métodos de prueba en evaluación sensorial. ....	18
Cuadro 8. Formulación base de los tratamientos evaluados. ....	21
Cuadro 9. Formulas porcentuales y de producción para la elaboración de mantequilla de semilla de marañón.....	22
Cuadro 10. Resultados de índice de peróxido para los tratamientos de mantequilla de semilla de marañón durante 180 días a temperatura ambiente.....	30
Cuadro 11. Resumen de p-valores para los efectos tratamientos y tiempo.....	33
Cuadro 12. Resumen de medias y códigos de diferencias significativas entre los atributos y tiempo. ....	34
Cuadro 13. Resumen de medias y códigos de diferencias significativas entre los tratamientos y los atributos color, olor, sabor y textura ....	34
Cuadro 14. Análisis de varianza para la variable color.....	35
Cuadro 15. Prueba de Diferencia Mínima Significativa (LSD Fisher) para el tiempo en la variable color. ....	35
Cuadro 16. Prueba de Diferencia Mínima Significativa (LSD Fisher) para tratamiento en la variable color. ....	36
Cuadro 17. Análisis de varianza para la variable textura.....	36
Cuadro 18. Prueba de Diferencia Mínima Significativa (LSD Fisher) para el tiempo en la variable textura. ....	37
Cuadro 19. Prueba de Diferencia Mínima Significativa (LSD Fisher) para tratamiento en la variable textura. ....	37
Cuadro 20. Análisis de varianza para la variable sabor.....	37

Cuadro 21. Prueba de Diferencia Mínima Significativa (LSD Fisher) para el tiempo en la variable sabor. ....	38
Cuadro 22. Prueba de Diferencia Mínima Significativa (LSD Fisher) para tratamiento en la variable sabor. ....	38
Cuadro 23. Análisis de varianza para la variable olor.....	38
Cuadro 24. Prueba de Diferencia Mínima Significativa (LSD Fisher) para el tiempo en la variable olor. ....	39
Cuadro 25. Prueba de Diferencia Mínima Significativa (LSD Fisher) para tratamiento en la variable olor. ....	39
Cuadro 26. Resultados de detección de <i>Salmonella spp.</i> en la mantequilla de semilla de marañón. ....	40
Cuadro 27. Costos variables de los tratamientos. ....	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pesaje de ingredientes.....	22
Figura 2. Primera molienda de las semillas de marañón.....	23
Figura 3. Formulación y Mezclado de ingredientes. ....	23
Figura 4. Segunda molienda. ....	24
Figura 5. Envasado de mantequilla de semilla de marañón. ....	24
Figura 6. Almacenamiento de las unidades experimentales.....	25
Figura 7. Ejemplo de lectura de la escala .....	27
Figura 8. Preparación de muestras para catación.....	28
Figura 9. Desarrollo de las evaluaciones sensoriales.....	28
Figura 10. Representación gráfica del ACP y auto-vectores para atributos y panelistas. .	32

## ÍNDICE DE ANEXOS

Cuadro A-1. Cuadro de códigos para análisis sensorial. ....	49
Figura A- 1. Flujograma para elaboración de mantequilla de semilla de marañón. ....	50
Figura A- 2. Ficha de evaluación sensorial. ....	51
Figura A- 3. Informe de resultado para índice de peróxido detectable. ....	52
Figura A- 4. Informe de resultados para índice de peróxido no detectable. ....	53
Figura A-5. Informe de resultados para determinación de grasa. ....	54
Figura A- 6. Informe de resultados para la determinación de actividad de agua. ...	55
Figura A- 7. Informe de resultados para determinación de <i>Salmonella spp.</i> ....	56

## 1. INTRODUCCIÓN

La nuez es el fruto verdadero del marañón (*Anacardium occidentale* L.) del cual se extraen los cotiledones, la parte comestible conocida popularmente como semilla o almendra de marañón (Álvarez 2017). Se destaca por ser un alimento con alto contenido de lípidos, proteína, carbohidratos y minerales (Montenegro y Obando 2015). Además, sobresale el alto porcentaje de ácidos grasos insaturados, entre ellos el ácido oleico y linoleico, de beneficio para la salud (Matamoros 2015).

A nivel nacional, la producción anual de semilla de marañón se estima en 944.5 Tm (MAG 2017). Cerca del 90 % de las exportaciones hacia Estados Unidos, Reino Unido, Francia y Bélgica son de semilla en bruto y solamente 10% de semilla procesada (Guzmán 2015). El procesamiento mecánico de separación de las nueces de marañón produce 40% almendras quebradas o pedazos, mientras que el procesamiento manual genera alrededor del 30% (Álvarez 2008, citado por Constanza *et al.* 2017). Las almendras quebradas son las que pequeñas empresas dedicadas a la venta de productos naturales están transformando y convirtiendo en alimentos untables tipo mantequilla, para el mercado gourmet; existiendo potencial comercial interno y externo, ya que la importación de productos similares como la mantequilla de maní, desde Guatemala para el 2017 ascendieron a US\$ 42,369 (MINECO 2018).

Es importante mencionar que debido al alto contenido de lípidos este tipo de alimentos necesitan antioxidantes sintéticos o naturales, para evitar la rancidez oxidativa (Aryana y Cols 2003, citado por Millán 2007); ya que esta trae como consecuencia la aparición de olores y sabores indeseados, disminuyendo la vida útil, aceptación sensorial y valor nutricional del alimento.

Actualmente existe controversia entre el uso de antioxidantes sintéticos, ya que estos se les atribuye efectos tóxicos para la salud del consumidor (Armenteros *et al.* 2012). Por lo tanto, esto justifica el uso de antioxidantes naturales, que cumplan doble función; es decir que evite el deterioro oxidativo de las grasas y seguridad del alimento; que beneficia tanto a los procesadores por la prolongación de vida útil del producto; así como a los consumidores al adquirir alimentos sanos e inocuos.

En la investigación se evaluaron dos aditivos antioxidantes naturales: Tocoferoles y Lecitina de soya; en la elaboración de mantequilla de semilla de marañón, y su efecto

sobre la rancidez oxidativa de las grasas, a través de la determinación del índice de peróxido (IP); así como la calidad sensorial, utilizando una prueba afectiva de aceptación general por atributos, con 30 catadores tipo consumidor final. Adicional a esto, se determinó el porcentaje de grasa, actividad de agua ( $a_w$ ) y ausencia o presencia de *Salmonella spp.*

EL objetivo principal de la investigación fue evaluar el comportamiento de la adición de aditivos antioxidantes naturales, en el retardo de la degradación oxidativa de las grasas presentes en la mantequilla de semilla de marañón almacenada a temperatura ambiente y bajo oscuridad, para ello se midió a través de un laboratorio certificado, el IP cada 30 días, durante seis meses. Así como pérdida de calidad sensorial, producida por los aditivos y oxidación a través del tiempo; mediante la evaluación sensorial cada 60 días de los atributos, color, olor, sabor y textura.

La pérdida de calidad microbiológica, se midió a través de la determinación de  $a_w$  presente en la mantequilla de semilla de marañón, y su relación con el desarrollo de microorganismo en el alimento, mediante la determinación de *Salmonella spp.*, y su comparación con el nivel establecido por RTCA- criterios microbiológicos para mantequilla de maní, como producto similar.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Semilla o nuez de marañón

#### 2.1.1. Descripción

El marañón (*Anacardium occidentale* L.) es una planta perenne que produce una nuez (fruto verdadero) que está compuesta por varios elementos (Cuadro 1), cuyos porcentajes dependen de la región, clima y genética (Escobar 2014). Presenta un largo de 2.5 cm, 3.5 cm de ancho y entre 1.0 y 1.5 cm de grosor. La cáscara de la almendra y la película tienen forma arriñonada y su peso varía entre 8.0 y 13.6 gramos (Murillo 2007).

**Cuadro 1.** Elementos que componen al fruto de marañón.

Componentes	Porcentaje
Cáscara	Alrededor del 50% del peso
Almendra (nuez)	Del 22 al 25% del peso
Líquido de la cascara	Alrededor del 24% del peso
Película (Adherida a la almendra)	Alrededor del 2% del peso

**Fuente:** Elaborado con base en Escobar 2014.

#### 2.1.2. Composición nutricional

La semilla o nuez de marañón constituye más o menos un tercio del peso del fruto y su análisis indica un contenido de 21-29 % de proteínas y de 26-27 % de carbohidratos (Cuadro 2). Así también, contiene de 45-47% de lípidos de los cuales el 81.5 % son ácidos grasos insaturados (Montenegro y Obando 2015). Alvares (2008), menciona que los ácidos grasos insaturados que más predominan son: oleico con 48.0 %, linoleico 29.8% y palmítico 15.45% (Cuadro 3); los cuales ayudan a reducir el colesterol que produce problemas cardiovasculares en el organismo.

Además, contiene importantes minerales y vitaminas que cumplen diferentes funciones en organismo, entre ellos calcio, fosforo, potasio y vitaminas A, B, C y E.

**Cuadro 2.** Composición nutricional de la semilla de marañón.

<b>Componente</b>	<b>Proporción</b>
<b>Agua</b>	5.5 – 10 %
<b>Lípidos</b>	45 – 47 %
Ácidos grasos Saturados	18.5%
Ácidos grasos insaturados	81.5%
<b>Carbohidratos</b>	26 - 27 %
<b>Proteína</b>	21 – 29 %
<b>Fibras</b>	1.2 %
<b>Minerales</b>	1.7 – 2.5 %
Calcio	165 mg/100 g
Fosforo	490 mg/100 g
Hierro	5 mg/100 g
<b>Vitaminas</b>	
Tiamina (B1)	140 mg/100 g
Riboflavina (B2)	150 mg/100 g

**Fuente:** Elaborado con base en Montenegro y Obando 2015.

**Cuadro 3.** Perfil de ácidos grasos de la semilla de marañón

<b>Ácido graso insaturado</b>	<b>Porcentaje</b>
Ácido oleico	48.0%
Ácido linoleico	29.8 %
Acido palmítico	15.4%
Acido esteárico	6.2%
Ácido mirístico	0.6%

**Fuente:** Elaborado con base en Álvarez 2008.

### **2.1.3. Localización de las zonas de producción**

Según Ramírez *et al.* (2016), las zonas de producción se localizan en el departamento de La Unión, en los municipios de Conchagua y San Alejo, así como el departamento de San Miguel, en el municipio de Chilanguera. Otras Zonas importantes están ubicadas en los departamentos de Usulután, San Vicente y La Paz, donde existen aproximadamente 2,446 hectáreas de cultivo, de ellas el 64% de la superficie cultivada es orgánico y el 36% restante es convencional (Martínez 2006).

### **2.1.4. Producción interna**

Durante el periodo de 1996 al 2000 la oferta total de nuez sin cascara fue de 902,649 libras (Molina 2002). Más recientemente, en el año 2010 se registró una producción de 2, 112,950 libras, en su mayoría proveniente de explotaciones orgánicas, de las cuales el

principal destino de exportación es: Estados Unidos, India, y Reino Unido (Guzmán 2015). Las exportaciones a estos países alcanzan en total 87 toneladas métricas anualmente (SAG 2014). De la producción total, cerca del 90 % de las exportaciones son de semilla en bruto y solamente 10 % de semilla procesada (Martínez 2006).

### **2.1.5. Procesamiento**

Según Murillo (2007) el proceso mecánico para la obtención de la almendra de marañón consta de las siguientes operaciones:

**Recepción:** se reciben las nueces o semillas, previamente separadas del falso fruto en jivas plásticas.

**Clasificación:** Se separan las nueces dañadas y vanas. Las semillas sin defectos se clasifican por tamaño.

**Cocción:** El proceso de cocción se puede llevar a cabo utilizando aceite vegetal caliente en cocinas de acero inoxidable de gas propano, leña o utilizando vapor de agua generado en calderas.

**Enfriamiento:** Las semillas limpias se vierten en pilas de enfriamiento donde se dejan reposar, hasta alcanzar la temperatura ambiente.

**Descascarillado:** Esta actividad se hace de manera manual o mecánica, golpeando las semillas con una piedra o martillo hasta extraer la almendra; o mediante máquinas que poseen cuchillas calibradas al tamaño de la semilla, montadas en mesas apropiadas, que facilitan el proceso.

**Horneado:** Esta operación permite disminuir la humedad de la almendra, facilitando la separación de la película que la recubre. Para esta actividad se utilizan hornos con regulación de temperatura y tiempo.

**Descuticulado:** la cutícula, que recubre la nuez, se retira de manera manual, mediante raspadura con navaja o mecánicamente, haciendo uso de cilindros preparados especialmente para esta actividad, con la desventaja que se incrementa el porcentaje de almendras quebradas.

**Clasificación de almendra:** posterior al descuticulado, las nueces pasan a ser clasificadas por: tamaño (grande, mediana y pequeña), color (blancas, doradas) y fraccionamiento (enteras, mitades y pedazos).

**Empaque y almacenaje:** para exportación se requiere empaque al vacío en bolsas de polipropileno, aluminio, u otro material. El almacenamiento debe reunir condiciones de higiene y temperaturas controladas para preservar la calidad de la almendra.

#### **2.1.6. Pérdidas durante el procesamiento**

El procesamiento mecánico de separación de las nueces de marañón produce 40% de almendras quebradas o pedazos, mientras que el procesamiento manual genera alrededor del 30% (Álvarez 2008, citado por Constanza *et al.* 2017). Álvarez (2017), estima este porcentaje en 54% para la clasificación de semillas quebradas, 38% para semillas enteras y un 8% de mitades. La obtención de un elevado porcentaje de semillas quebradas, genera pérdidas de calidad y rentabilidad; ya que estas nueces no alcanzan el precio de mercado.

#### **2.1.7. Uso y aprovechamiento**

El fruto se comercializa generalmente como almendra, después de tostada artesanalmente, u horneada de manera industrial como snacks con la adición de sal u otros ingredientes (Álvarez 2017). En repostería, se utiliza para hacer confites, turrone y chocolates; en la industria panadera, para pasteles, panes y galletas; acompañante de vinos, en la fabricación de helados y mezclas de cereales para desayuno. Molida, provee la pasta de marañón o mantequilla pura o mixta con otros ingredientes (Murillo 2007), con potencial para ser un producto de alto valor y aprovechamiento de las categorías de semilla de bajo valor.

### **2.2. Mantequilla de semilla de marañón**

La mantequilla de semilla de marañón es una pasta elaborada de almendras horneadas y molidas, la cual puede llevar o no aceite añadido; además de otros ingredientes, entre ellos la sal, azúcar o miel de abeja, que hacen que este tipo de alimento tenga propiedades de adherencia, plasticidad y suavidad al manipularlas; además de ser un producto con alto valor proteico y energético, que incluye fibra, proteína vitaminas y

minerales como el calcio y hierro (Alvares 2008). Se pueden utilizar de la misma manera que la margarina tradicional sobre el pan y como aderezo de ensaladas o platillos fríos (Jiménez 2015).

La mantequilla de semilla de marañón contiene alrededor de 81.5% de ácidos grasos de los lípidos totales insaturados (Álvarez 2008), por ello necesita estabilizantes y antioxidantes para evitar problemas de separación de aceite y rancidez oxidativa (Aryana y Cols 2003, citado por Millán 2007). La separación del aceite influye directamente en la estabilidad y vida útil de la mantequilla, ya que la exposición del aceite libre a temperaturas elevadas, humedad, luz y aire produce la rancidez (Gills y Resurrección 2000); es por ello que se recurre al uso de aceites vegetales hidrogenados como estabilizantes y aditivos antioxidantes para retardar el efecto oxidativo (Millán 2007).

### **2.2.1. Proceso de elaboración**

El proceso para la elaboración de mantequilla de semilla de marañón según Constanza *et al.* (2017), se describe a continuación:

**Selección de materia prima:** Se eligen las nueces orgánicas de buena calidad, es decir, que no contengan hongos, residuos de corteza y materiales extraños.

**Horneado:** el horneado de las almendras dependerá de la humedad inicial de las mismas, volumen y capacidad del equipo a utilizar. Generalmente se hace a una temperatura de 90°C, durante 25 a 30 minutos.

**Molienda:** durante la molienda, se rompen las células de las almendras, y parte del aceite se libera, propiciando la formación de la pasta.

**Mezclado:** durante el mezclado, se añaden aditivos y demás ingredientes para la formación y la estabilidad de la pasta. La incorporación de estos ingredientes se debe realizar durante el proceso de molido, para lograr la homogenización de la pasta.

**Empacado:** la pasta debe ser empacada en envases de polipropileno rígido o botellas de vidrio, este deber realizarse inmediatamente después de la molienda y mezclado, dejando reposar hasta que la pasta llegue a temperatura ambiente, con el fin de promover la cristalización adecuada de grasa, lo que favorecerá su textura.

**Almacenamiento:** las pastas o mantequillas de nuez de marañón son productos de fácil conservación debido a su bajo contenido de humedad y actividad del agua, por lo tanto, pueden almacenarse a temperatura ambiente.

### **2.2.2. Composición físico-química**

Según los análisis bromatológicos realizados por Constanza *et al.* (2017), se determinó que la mantequilla de almendra de marañón, tiene un contenido de humedad del 2%, 26.7% de proteína cruda, 45.6% de grasa y 2.8% de cenizas. Álvarez (2008) en el mismo producto reporta valores de 46.9% de grasa, 30.7% de carbohidratos 18.3% de proteína, 2.3% de humedad, 2.3% de cenizas y 0.005% de fibra cruda.

### **2.2.3. Aporte nutricional y beneficios para la salud**

El consumo diario de una cucharada (14 gramos) de mantequilla de nuez de marañón, aporta al organismo 80 calorías, y un valor diario de ingesta de 17% de grasas, 4% de carbohidratos, 2% de fibra dietaria y 4% de proteína; valores basados en una dieta diaria de 2000 calorías (Nutti 2017). Su consumo también aporta minerales como potasio, magnesio, hierro y calcio; así como vitaminas E y B3 (Matamoros 2015).

Por otra parte, Vásquez (2015), señala que el consumo de mantequilla de nueces de marañón, es recomendado para personas diagnosticadas con colesterol alto, por su bajo contenido de grasas saturadas, su elevado contenido de grasas monoinsaturadas y polinsaturadas, conocidos popularmente como lípidos saludables, tipo omega-3 y omega-6; disminuye los niveles de colesterol malo (LDL) en la sangre y aumenta los niveles de colesterol bueno (HDL).

## **2.3. Degradación oxidativa en alimentos**

La degradación oxidativa es uno de los principales factores que acorta la vida útil de la mayoría de los alimentos manufacturados que tienen alto contenido de lípidos en su composición; esto debido a que los ácidos grasos se oxidan lentamente durante el almacenamiento y los productos de oxidación que se forman produce rancidez y deterioro (Medina s.f.). La oxidación de los ácidos grasos en alimentos, es conocida técnicamente como degradación oxidativa o peroxidación lipídica, que es uno de los parámetros que más afecta la calidad de los productos grasos (Delgado 2014).

Las transformaciones que sufren los lípidos, durante la rancidez se han dividido en dos grupos: la lipólisis o rancidez hidrolítica y la autooxidación o rancidez oxidativa (Badui 2006). Estas reacciones provocan reducción del valor nutritivo de los alimentos, debido a la destrucción de los ácidos grasos poliinsaturados, vitaminas liposolubles y aminoácidos; y altera las características organolépticas dando lugar a la aparición de sabores y olores desagradables debido a la presencia de sustancias volátiles (aldehídos, cetonas e hidrocarburos), que reducen la aceptabilidad del alimento por parte del consumidor (Gallinger 2015).

Los principales problemas derivados de la oxidación lipídica son los cambios sensoriales, involucrando el desarrollo de aromas desagradables (rancio), lo que hace que el alimento no sea apto para el consumo. En este sentido, Lima y Duarte (2000), citado por Álvarez (2008) reportan una vida de anaquel en pasta untable de semilla de marañón sin la adición de antioxidantes de 60 días, presentando el producto la formación de una capa superficial de aceite, reducción de la textura y decoloración del alimento.

### **2.3.1. Auto-oxidación o rancidez oxidativa**

El proceso de auto-oxidación de los lípidos en los alimentos ocurre fundamentalmente debido a los ácidos grasos insaturados a través de una serie de reacciones en cadena de radicales libres, iniciándose con pequeñas cantidades de oxígeno, por lo cual resulta difícil evitarlo (Rojano 2000). Este proceso se acelera en presencia de luz, calor, humedad u otros factores, siendo un proceso irreversible de oxidación en los alimentos grasos (Menacho 2014), sin embargo, se puede controlar o retardar usando adecuadamente diferentes técnicas de conservación, combinadas con el uso de antioxidantes.

### **2.3.2. Hidrólisis o rancidez hidrolítica**

La rancidez hidrolítica, se origina por la humedad y las altas temperaturas, aunque también puede tener origen enzimático a través de las lipasas, dando como resultado la hidrólisis de los triglicéridos que integran las grasas o aceites, y la consecuente liberación de glicerol (Sceni *et al.* 2017). Tanto la rancidez auto-oxidativa como hidrolítica, generan la formación de productos aromáticos (cetonas y ésteres), siendo fuente de malos olores y efectos anti nutritivos originados por la oxidación de vitaminas y ácidos grasos esenciales (Campos *et al.* 2014).

## **2.4. Determinación de la estabilidad oxidativa**

Para BSTS (s.f), históricamente se han ido creando métodos, entre ellos los estáticos; los cuales miden uno o varios grupos funcionales que en un momento dado del proceso oxidativo pueden o no estar presentes; proporcionando una valoración del estado puntual de la oxidación de una grasa. Estos métodos según Badui (2006), varían desde evaluaciones sensoriales sencillas, hasta análisis físicos o químicos, como el índice de peróxidos, el cual requiere de instrumental de laboratorio.

### **2.4.1. Índice de Peróxido (IP)**

Los productos iniciales de la oxidación de la grasa son los peróxidos. El IP de una grasa es una medida de su contenido de oxígeno reactivo, expresada en términos de miliequivalentes de oxígeno por kilogramo de grasa (meq/kg). Los peróxidos formados durante la oxidación de las grasas son de carácter variable, depende de las condiciones bajo las que se formaron (Medina s.f.).

Las grasas sufren oxidación espontánea por el oxígeno del aire, por acción enzimática o de microorganismos, la luz, el calor y ciertas impurezas tales como el agua y los metales. La fase inicial de la oxidación de la grasa implica la adición del oxígeno al átomo de carbono del doble enlace con formación de un hidroperóxido que es el producto de la descomposición primaria de la oxidación de las grasas. Los productos de la descomposición secundaria incluyen aldehídos, cetonas, ácidos alcoholes y agua (BTSA s.f.).

Durante las primeras fases de la oxidación de las grasas hay un cambio muy pequeño en la composición, sabor u olor, hay un aumento gradual en la concentración de peróxidos. En el segundo período se aumenta la oxidación y se desarrolla la rancidez y se presentan olores, sabores desagradables debidos a la formación de otras sustancias (Medina s.f.).

El Codex Alimentarius (2015), en la Norma para Grasas y aceites comestibles no Regulados por Normas Individuales, establece como límite 10 meq/kg para la comercialización de productos alimenticios. Valores superiores, generan cambios en la calidad sensorial en los alimentos, disminuyen el valor nutricional y generan compuestos potencialmente tóxicos para la salud del consumidor (Tecnalia 2007).

## 2.4.2. Inhibidores de la oxidación de los lípidos

Según Medina (s.f.), desde el punto de vista alimenticio puede hacerse la siguiente clasificación de inhibidores de la oxidación en los lípidos:

- **Antioxidantes:** Sustancias que actúan mediante la reacción con los radicales libres, por interrupción de la fase de propagación de la reacción.
- **Sinérgicos:** Incrementan la actividad antioxidante.
- **Retardantes:** Actúan evitando la formación de radicales libres.
- **Sustancias que inhiben:** la posibilidad de que los metales pesados catalicen la producción de radicales libres.
- **Sustancias que desactiven:** el oxígeno simple, que puede iniciar la reacción por radicales libres.

## 2.5. Aditivos antioxidantes

Hay muchos alimentos que cuando entran en contacto con el oxígeno, se deterioran, perdiendo propiedades nutritivas; así como el enranciamiento de las grasas, que genera un color, olor y sabor desagradable y la formación de sustancias tóxicas debido a la oxidación (Tecnalia 2007). En este sentido, los antioxidantes según Cortés (2003), al adicionarse a los alimentos retardan la formación de radicales libres, inhibiendo la reacción de oxidación al inactivar dichos radicales. Estos antioxidantes, no deben cambiar las características del alimento en cuanto a sabor, color y olor; así como no deben ser inocuos para la salud del consumidor, económicos, eficaces a bajas concentraciones y estables en productos terminados (Padilla y Duran 2000).

De acuerdo a González y Alfaro (2017), se consideran dos grupos de clasificación de antioxidantes: sintéticos y naturales.

### 2.5.1. Antioxidantes sintéticos

Son definidos como conservadores alimenticios producidos por síntesis química; entre ellos los más utilizados por su eficacia, y de amplio uso en alimentación humana son: Butil-hidroxianisol (BHA), Butil-hidroxitolueno (BHT), Terbutil-hidroquinona (TBHQ) y el Galato de propilo (BTSA s.f.). Tecnalia (2007), define la estabilidad térmica como un factor que afecta la eficacia de estos antioxidantes, ya que han sido diseñados para proteger grasas y aceites a temperaturas bajas; y cuando se añaden a altas temperaturas durante

el procesamiento, se presenta un estrés térmico que reduce su eficacia. La regulación alimentaria es otro factor que no puede ser ignorado, especialmente para antioxidantes como BHA, BHT y TBHQ, los cuales en dosis altas puede tener efectos adversos para la salud, por su efecto tóxico y promotor de agentes cancerígenos (Flores 2011; Armenteros *et al.* 2012).

### **2.5.2. Antioxidantes naturales**

Son sustancias capaces de prevenir o inhibir el proceso de oxidación en el cuerpo humano, así como en productos alimenticios. Actualmente se han identificado y aislado muchos antioxidantes naturales en fuentes y extractos vegetales que pueden prestarse para su uso en una variedad de aplicaciones alimentarias. Los más utilizados por la industria alimentaria son: extracto rico en tocoferoles, extracto de romero, ácido ascórbico, lecitina de soya, entre otros (Tecnalia 2007). Este tipo de antioxidantes se consideran seguros para la salud, ya que provienen de fuentes vegetales (Flores 2011).

### **2.5.3. Uso de antioxidantes naturales y sintéticos en alimentos tipo mantequilla**

Se han realizado investigaciones en alimentos similares a la mantequilla de semilla de marañón, en donde se utilizó aditivos antioxidantes naturales y sintéticos, obteniendo los siguientes resultados, en cuanto a determinación de IP:

Solís (2003) procesó mantequilla de maní con incorporación de lecitina de soya al 0.25% y BHT al 0.02%, almacenando el producto en frascos de vidrio a temperatura ambiente en cajas de cartón durante 32 días. Él estudió contemplo mediciones de IP, cada ocho días, iniciando con un IP de 0.34 meq/kg en la toma inicial a los cero días y 1.27 meq/kg al finalizar el estudio. El valor de grasa del producto final fue de 46.22%. En este mismo producto Lima *et al.* (2011), indica que la mantequilla de maní inicia con un valor de IP de 1.0 meq/kg a los cero días y puede llegar hasta 5,6 meq/kg a 90 días.

Millán (2007) desarrolló mantequilla de nuez de nogal utilizando aceite de soya completamente hidrogenado como estabilizante y ácido ascórbico como antioxidante natural en proporción de 0.5 g/kg. La mantequilla se almacenó en bolsas de polietileno de baja densidad en oscuridad total durante 56 días a temperatura de 30 °C, con el objetivo de medir la pérdida de calidad en el tiempo, mediante la medición de IP en comparación a un tratamiento sin antioxidante. El tratamiento con antioxidante a los 49 días presentó un IP de 1.10 mEq/ Kg; mientras el testigo obtuvo un valor de 2.1 mEq/ Kg durante el mismo periodo de tiempo.

Estos resultados demostraron que la adición de ácido ascórbico como antioxidante aumentó el periodo de vida útil del alimento; aunque la mantequilla de nuez presentó estabilidad oxidativa tanto en la muestra que contenía antioxidante, como en la que no lo contenía, esto según lo establecido por el Reglamento Sanitario de los Alimentos (2003) de Chile, el cual define que los límites de IP para la comercialización de un producto se encuentran entre 2,5 meq O<sub>2</sub>/ kg grasa y 10 meq O<sub>2</sub> /kg grasa.

## **2.6. Tendencia hacia el uso de antioxidantes naturales**

De los antioxidantes descritos, los sintéticos son los más populares y los que más se han empleado debido a sus características de efectividad, bajo costo y alta estabilidad. Sin embargo, existe preocupación respecto a la seguridad de estos para la salud humana; esta situación ha estimulado la reducción del empleo de los antioxidantes sintéticos y la investigación sobre sustancias antioxidantes de origen natural (Mundo Alimentario 2010). Según Armenteros *et al.* (2012), el empleo de antioxidantes de origen natural en forma de compuestos puros o extractos se ha extendiendo a la industria alimentaria durante los últimos años debido principalmente al efecto tóxico que presentan para la salud del consumidor el empleo de antioxidantes sintéticos.

### **2.6.1. Tocoferoles**

Dentro de la alternativa natural a los antioxidantes sintéticos los que tienen mayor aceptación en el sector alimentario, son los que tienen como base el extracto natural rico en tocoferoles, de carácter muy hidrófobo. Son los antioxidantes naturales de los aceites vegetales de los que se extraen, y se presentan bien en forma de extractos de origen natural ricos en tocoferoles o como alfa, gamma y delta tocoferoles de síntesis (Mundo Alimentario 2010).

Este tipo de antioxidante, está permitido en cualquier país del mundo, y dado sus bajas dosis en las que se utiliza, no afecta el color y olor del producto final; siendo seguros, efectivos y fáciles de incorporar al proceso productivo (BTSA s.f.). Al igual que el BHA y BHT, su actividad antioxidante se debe a su estructura química fenólica capaz de unirse a los radicales libres que puedan formarse, convirtiéndolos en inactivos (Mundo Alimentario 2010).

Por otro lado, este compuesto antioxidante es muy sensible a la luz, al calor y al oxígeno, y su manipulación requiere trabajar con sumo cuidado (Aríztegui 2016). Aunque es importante señalar que la estabilidad es mayor que la de otros antioxidantes naturales o

sintéticos sometidos a calentamiento durante el procesamiento, no son volátiles como el Butil-hidroxianisol y Butil-hidroxitolueno, así como no alteran el flavor (González *et al.* 2012).

### 2.6.2. Lecitina de soya

La lecitina es un subproducto obtenido a partir de la soja por medio de un proceso denominado desgomado, está compuesto por fosfolípidos específicos que son utilizados en diversos productos alimenticios como barras de cereales, tabletas o barras de dulces, y bebidas no alcohólicas (Belloso 2003). Gracias a su composición la lecitina de soya es usada en la industria alimentaria principalmente como emulsionante en productos de panadería y bollería, que llevan grasas y aceites. También se emplea como estabilizante y antioxidante alimentario (Benítez 2008), y como mejorador de textura de dulces o dar solidez a alimentos cremosos como la margarina o mantequilla. Para su utilización debe estar libre de mal olor y sabor, y actúa estabilizando la mezcla en el producto, así como también cumple la función de antioxidante (Cruz *et al.* s.f.).

### 2.7. Dosificación recomendada para tocoferoles y lecitina de soya

La Directiva Europea 95/2 sobre aditivos alimentarios define a los antioxidantes, como las sustancias que prolongan la vida útil de los productos alimenticios protegiéndolos frente al deterioro causado por la oxidación de las grasas y los cambios de color. Por otra parte, el Codex Alimentarius justifica el uso de aditivos alimentarios únicamente si ello ofrece alguna ventaja y no presenta riesgos apreciables para la salud de los consumidores (Salas 2008). En el cuadro 4, se presentan las dosis recomendadas para tocoferoles y lecitina de soya por ambas organizaciones.

**Cuadro 4.** Dosis recomendadas para Alfatocoferol y Lecitina.

Antioxidantes	Directiva 95/2	Codex Alimentarius
Alfa tocoferol	(E 307) 0,1 g/kg cereales, galletas, biscochos	500 mg/kg manteca, grasa de leche anhidra
Lecitina	(E 322) 10g/kg cereales, galletas, biscochos	Buenas prácticas de manufactura

**Fuente:** Elaborado con base en Salas 2008.

El nivel máximo recomendado para la adición de tocoferoles según el RTCA es el siguiente (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Dosis máxima de tocoferoles según el RTCA.

TOCOFEROLES		
Tocoferol alfa INS 307a - Concentrado de tocoferoles mixtos - INS 307b Alfa tocoferoles 307c		
Función Antioxidantes		
Nº categoría de alimentos	Categoría de alimentos	Nivel máximo
04.2.2.05	Purés y preparados para untar elaborados con hortalizas (incluidos hongos, setas, raíces y tubérculos, legumbres leguminosas y aloe vera) algas marinas y nueces y semillas (p ej. La mantequilla de maní (cacahuate).	25 mg/ kg

**Fuente:** Elaborado con base en RTCA: Aditivos Alimentarios 2012.

En el RTCA no se especifica el nivel máximo de Lecitina para mantequilla de maní ni otras nueces, la categoría de alimento más cerca al producto es: 04.2.2.7 Productos a base de hortalizas en los cuales el nivel máximo de aditivo está sujeto a las Buenas prácticas de manufactura (RTCA 2012).

## 2.8. Criterios microbiológicos

Según el RTCA, aún no existen criterios microbiológicos específicos para el producto mantequilla de semilla de marañón, sin embargo, el alimento más parecido es la mantequilla de maní en el que se toma *Salmonella ssp.* como único parámetro (Cuadro 6).

**Cuadro 6.** Límite máximo permitido de *Salmonella ssp* según RTCA.

4.2.5 Mantequilla de maní			
Parámetro	Categoría	Tipo de riesgo	Límite máximo permitido
<i>Salmonella ssp/25g</i>	10	c	Ausencia

**Fuente:** Elaborado con base en RTCA: Criterios Microbiológicos 2009.

## **2.9. Vida útil de los alimentos procesados**

### **2.9.1. Definición e importancia**

Se conoce como vida útil, anaquel o estante de un alimento al periodo de tiempo durante el cual el mismo mantiene una calidad adecuada para su consumo, siempre y cuando se garanticen las condiciones de conservación que se indican en su etiqueta. La vida útil depende tanto de las propias características de los alimentos como de las técnicas de conservación de los mismos (Giraldo 1999).

Los estudios de vida útil generan datos sobre cuánto tiempo un producto puede conservar inalteradas sus propiedades y es capaz de mantener la calidad exigida por el consumidor. En este sentido los estudios de vida útil sirven para asegurar la ausencia de riesgos microbiológicos, deterioro en la calidad fisicoquímica del producto e identificar cambios sensoriales en los alimentos (Jaramillo 2013).

### **2.9.2. Factores que influyen en la vida útil de los alimentos**

Para Carrillo y Reyes (2013), la duración de la vida útil de un alimento se ve afectada por el tipo de materia prima, formulación del producto, procesos aplicados, condiciones sanitarias del proceso, envasado, almacenamiento, distribución y las prácticas de los consumidores. Un ejemplo claro de ello, se encuentra en la utilización de materias primas; si estas son ricas en proteínas, muy probablemente podrán desarrollarse bacterias; si tienen un alto contenido de grasas, en el producto final correrá el riesgo de enranciarse, o bien si contiene carbohidratos, el alimento elaborado será susceptible al deterioro por hongos y levaduras.

Otro factor importante que influye en la vida útil de los alimentos es el valor de actividad de agua ( $a_w$ ), ya que tiene incidencia en el crecimiento y desarrollo microbiano, así como en deterioro oxidativo de los alimentos a través de la rancidez hidrolítica. Tal condición, tiene incidencia sobre las características de calidad, tales como: textura, sabor, color, gusto, valor nutricional del producto y su tiempo de conservación.

Autores como Millán (2007), atribuyen la estabilidad oxidativa encontrada en mantequilla de nuez de nogal, al bajo valor de actividad de agua obtenido de 0.36. Según el autor el mínimo valor de oxidación de los lípidos de muchos alimentos ocurre para valores de  $a_w$  dentro de los rangos de 0.2 y 0.4, por lo tanto, hay una relación directamente proporcional entre la actividad de agua e índice de peróxido.

En la misma sintonía, Lima y Duarte (2006) en pasta de anacardo con incorporación de sabores (chocolate y canela), también asocia el valor de actividad de agua de 0.31 a la reducida actividad oxidativa de los lípidos, aunque no determino valores de IP en el producto; así como considera que valores  $a_w$  por debajo de 0.60 limitan el desarrollo de microorganismos en pastas tipo mantequilla.

### **2.9.3. Parámetros que indican el final de la vida útil de los alimentos**

A pesar de los avances en la ciencia y la tecnología de alimentos, los productos alimenticios tienen una vida útil finita. Por lo tanto, existen indicadores de que la vida útil de un producto ha llegado a su fin. Entre estos pueden hallarse los siguientes: elevado número de microorganismos, oxidación de grasas y aceites, migración de humedad, pérdida de vitaminas y nutrientes, cambios de textura debidos a actividades enzimáticas, degradación de proteínas, pérdida de sabor y color, disminución o aumento de la viscosidad. Las modificaciones pueden evaluarse mediante pruebas fisicoquímicas, microbiológicas, instrumentales o sensoriales (Giraldo 1999).

## **2.10. Evaluación sensorial en alimentos**

### **2.10.1. Definición e importancia**

Según la División de evaluación sensorial de Alimentos de EEUU (IFT), la evaluación sensorial es una disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído (Hernández 2005, citado por García y Martínez 2017). Para Morales (1994) el análisis sensorial o evaluación sensorial es el análisis de los alimentos u otros materiales a través de los sentidos, en los que se utilizan diversos métodos de prueba que permite conceptuar sobre un producto alimenticio para así poder llegar a tomar decisiones (Cordero 2013, citado por García 2009).

Entre las características o atributos de importancia evaluados sensorialmente en alimento se encuentran el aroma, sabor, textura y color. McNeill *et al.* (2002), menciona que la textura es una de las características sensoriales de los alimentos que juegan un papel predominante en el atractivo del consumidor, concluyendo que este atributo es dominante en las decisiones de preferencia del consumidor para la compra y consumo de los alimentos.

## 2.10.2. Métodos de prueba en evaluación sensorial

Para Carrillo y Reyes (2013), el interés principal de los especialistas en evaluación sensorial es asegurar que el método de prueba sea apropiado para responder a las preguntas que se hacen acerca del producto o alimento. Las pruebas sensoriales que se usan de forma más común son de tres clases: discriminación o diferencia, descriptivas y afectivas. Cada una de ellas responde a una pregunta de interés en relación a la calidad del producto, estas se describen en el cuadro 7, según la clase, tipo de prueba y características de los panelistas involucrados.

**Cuadro 7.** Clasificación de métodos de prueba en evaluación sensorial.

<b>Clase</b>	<b>Pregunta de interés</b>	<b>Tipo de prueba</b>	<b>Características de los panelistas</b>
<p><b>Discriminación o diferencia</b></p> <p>Comparan dos o más muestras de un producto alimenticio, en donde el panelista indica si se percibe la diferencia o no.</p>	<p>¿Son los productos diferentes en alguna forma?</p>	Analítica	Tener agudeza sensorial, orientados a métodos de prueba, requiere un panel algunas veces entrenados.
<p><b>Descriptiva</b></p> <p>Permiten conocer las características del producto alimenticio y las exigencias del consumidor.</p>	<p>¿Cómo difieren los productos en características sensoriales?</p>	Analítica	Tener agudeza sensorial y motivación, requiere un panel entrenado o altamente entrenado.
<p><b>Afectiva</b></p> <p>Cuantifican el grado de gusto o disgusto hacia un producto</p>	<p>¿Qué tanto gustan los productos o cuales productos son los preferidos?</p>	Hedónica	Puede usarse un panel no entrenado, que conozca el producto a evaluar.

**Fuente:** Elaborado con base en Carrillo y Reyes 2013.

## 2.11. Pruebas de clase afectivas

Las pruebas afectivas, son pruebas en donde el panelista expresa el nivel de agrado, aceptación y preferencia de un producto alimenticio, las pruebas afectivas se clasifican en las siguientes: Prueba de preferencia (pareada y de ordenación), prueba de satisfacción (Escala Hedónica verbal) y prueba de aceptación (Hernández 2005).

### **2.11.1. Prueba de aceptación por atributos**

Según Carrillo y Reyes (2013), este método provee una escala balanceada de 10 puntos, para la escala de agrado o desagrado, del producto en general o por atributos, con una categoría neutral centrada, e intenta producir una escala de puntos con adverbios que representan etapas fisiológicamente iguales o cambios en tono hedónico y cuyos intervalos pueden ser manejados en un análisis estadístico. Esta prueba se puede aplicar en los siguientes casos: Desarrollo de nuevos productos, mejora de productos, cambio de tecnología, medición del tiempo de vida útil de los productos y aceptación.

### **2.12. Panel de evaluación sensorial**

Según Hernández (2005), existen varios tipos de panelistas, estos tipos se clasifican de acuerdo al estudio que se esté realizando ellos son: panelistas expertos, panelistas entrenados o de laboratorio y panelistas no entrenados. Cordero (2013), describe así, cada uno de ellos:

#### **2.12.1. Panelista experto**

Persona con gran experiencia en probar un determinado tipo de alimento y que posee una gran sensibilidad para percibir las diferencias entre muestras y para evaluar las características del alimento. Debido a su habilidad y experiencia, en las pruebas que efectúa sólo es necesario contar con su criterio. Su entrenamiento es muy largo y costoso, por lo que sólo intervienen en la evaluación de productos caros.

#### **2.12.2. Panelista entrenado**

Persona con bastante habilidad para la detección de alguna propiedad sensorial, que ha recibido enseñanza teórica y práctica sobre la evaluación sensorial, sabe lo que debe medir exactamente y realiza pruebas sensoriales con cierta periodicidad. El número requerido es de al menos siete y como máximo quince. Se emplean para pruebas descriptivas y discriminativas complejas.

#### **2.12.3. Panelista no entrenado o consumidor**

Son personas que no tienen nada que ver con las pruebas, ni han realizado evaluaciones sensoriales periódicas. Es importante que sean consumidores habituales del producto a valorar o, en el caso de un producto nuevo, que sean los consumidores potenciales de dicho producto. El número de jueces necesario oscila entre 30 y 40.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Ubicación y temporalidad de la investigación.

La elaboración de la mantequilla de semilla de marañón con adición de antioxidantes naturales, a la cual se le determinó el efecto de la rancidez oxidativa y calidad sensorial, se realizó en las instalaciones de la Planta Procesadora de frutas y hortalizas de la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, donde se procesó los tratamientos y se envasaron las unidades experimentales. El almacenamiento de los tratamientos se realizó en el Centro de Investigación y Desarrollo en Salud (CENSALUD), y el desarrollo de las evaluaciones sensoriales en el aula de estudios de la Facultad de Ciencias Agronómicas. La investigación inició en el mes de diciembre de 2018 y concluyó en junio de 2019. Esta se desarrolló en dos fases: de procesamiento y laboratorio.

#### 3.2. Metodología de procesamiento

##### 3.2.1. Materias primas

Para la elaboración de la mantequilla de semilla de marañón se utilizaron las siguientes materias primas:

- ✓ **Semilla de marañón:** fue comprada a la Asociación de Productores Agroindustriales Orgánicos de El Salvador (APRAINNORES), clasificada como pedazos pequeños.
- ✓ **Panela molida (ROSELIERE):** se usó como agente endulzante. Se compró de la empresa Súper Selectos.
- ✓ **Aceite de Oliva (BORGES):** se usó como texturizante. Se compró en supermercado.
- ✓ **Tocoferoles:** se usó como aditivo antioxidante. Se compró de la empresa GNC, siendo de grado alimenticio.
- ✓ **Lecitina de soya:** se usó como aditivo antioxidante. Se compró de la empresa J.C. NIEMANN, siendo de grado alimenticio.

##### 3.2.2. Equipos

- ✓ Molino de discos TORINO de 200 revoluciones.
- ✓ Balanza digital semi-analítica Z-DAUS, modelo FD15.
- ✓ Balanza digital semi-analítica SCOUT PRO modelo SP40.
- ✓ Termómetro digital TRACEABLE modelo RS-232.

- ✓ Estufa de gas CETRON de 6 quemadores.

### 3.2.3. Materiales y utensilios

- ✓ Recipientes plásticos
- ✓ Frascos de vidrio de 8 onzas con tapadera metálica
- ✓ Cucharas metálicas y de goma
- ✓ Bolsas de polietileno
- ✓ Cajas de cartón
- ✓ Mascarillas desechables.
- ✓ Redecillas desechables.
- ✓ Guantes de polietileno
- ✓ Papel toalla
- ✓ Alcohol etílico 90°

### 3.3. Formulación por tratamiento

Para las formulaciones de la mantequilla de semilla de marañón se tomó como base la formulación recomendada por Álvarez (2008) (Cuadro 8).

**Cuadro 8.** Formulación base de los tratamientos evaluados.

Tratamiento	Nuez	Sal	Azúcar	Aceite de palma	BHA	TBHQ
	%	%	%	%	%	%
<b>Control</b>	93.4	0.1	5	1.5	-	-
<b>Butilhidroxianisol (BHA)</b>	93.38	0.1	5	1.5	0.02	-
<b>Terbutil Hidroquinona (TBHQ)</b>	93.38	0.1	5	1.5	-	0.02

**Fuente:** Elaborado con base en Álvarez 2008.

En el cuadro 9, se presentan las fórmulas porcentuales y de producción (lb) para mantequilla de semilla de marañón, con la variante que se utilizó antioxidantes naturales como tratamientos, aceite de oliva como texturizante y dulce de panela en lugar de azúcar.

**Cuadro 9.** Formulas porcentuales y de producción para la elaboración de mantequilla de semilla de marañón.

Tratamientos		Semilla de marañón	Dulce de panela	Aceite de Oliva	Tocoferoles	Lecitina de soya	Total
<b>T1: Sin Antioxidante</b>	%	86.00	10.00	4.00	-	-	<b>100.00</b>
	lb	7.00	0.81	0.32	-	-	<b>8.13</b>
<b>T2: Tocoferoles (25 mg/kg)</b>	%	85.97	10.00	4.00	0.03	-	<b>100.00</b>
	lb	7.00	0.81	0.32	0.002	-	<b>8.13</b>
<b>T3: Lecitina de soya (10g/kg)</b>	%	85.00	10.00	4.00	-	1.00	<b>100.00</b>
	lb	7.00	0.82	0.32	-	0.08	<b>8.22</b>

### 3.4. Proceso de elaboración de la mantequilla de semilla de marañón

La mantequilla de semilla de marañón se elaboró siguiendo el flujograma de proceso propuesto (Figura A- 1). Cada una de las etapas se describe a continuación:

#### 3.4.1 Recepción de materia prima

Las semillas de marañón se recibieron en bolsas de polietileno de una libra, previamente sometida a un tostado durante 60 minutos a 90 °C. Estas fueron almacenadas en cajas plásticas, en un lugar seco a temperatura ambiente. Previo al almacenaje, se realizó una revisión para descartar que las semillas de marañón estuvieran libre daño, separando impurezas como restos de testa o cascara.

#### 3.4.2 Pesaje de ingredientes

Los ingredientes fueron pesados en balanza digital de acuerdo a las cantidades por formulación (Figura 1).



**Figura 1.** Pesaje de ingredientes.

### 3.4.3 Primera molienda

Las semillas de marañón se molieron hasta obtener la pasta base y reducir el tamaño de partícula a 50 micras aproximadamente (Figura 2).



**Figura 2.** Primera molienda de las semillas de marañón.

### 3.4.4 Formulación y mezclado

Se mezclaron los ingredientes con la pasta base, según formulación; adicionando la panela molida y aceite de oliva mezclado con el aditivo antioxidante correspondiente (Figura 3).



**Figura 3.** Formulación y Mezclado de ingredientes.

**3.4.5 Segunda molienda:** se realizó un segundo molido por formulación, con la finalidad de homogenizar la mezcla y obtener una pasta fina y sin grumos (Figura 4).



**Figura 4.** Segunda molienda.

### **3.4.6 Envasado**

Los frascos de vidrio previamente esterilizados se llenaron con 225 gramos de mantequilla de semilla de marañón con la ayuda de bolsas de polietileno, finalmente se colocaron las tapas metálicas cerrando los frascos herméticamente (Figura 5).



**Figura 5.** Envasado de mantequilla de semilla de marañón.

### **3.4.7 Almacenamiento**

Se rotularon las unidades experimentales según tratamiento y repetición, se depositaron en una caja de cartón y se colocaron sobre un estante a temperatura ambiente (28 - 32 °C) y bajo oscuridad en el Centro de Investigación y Desarrollo en Salud (CENSALUD) durante 180 días (Figura 6).



**Figura 6.** Almacenamiento de las unidades experimentales.

### **3.5. Metodología de laboratorio**

#### **3.5.1. Determinación del índice de peróxido**

Se realizaron seis análisis de índice de peróxido por tratamiento con intervalos de 30 días cada uno. Mensualmente, se trasladó, una muestra de cada tratamiento al Laboratorio Especializado en Control de Calidad (LECC) ubicado en calle San Antonio Abad #1965, San Salvador, El Salvador.

El método que utilizó el laboratorio para el análisis de las muestras fue de tipo Titrimétrico, en el cual la determinación del componente analizado se hace por titulación con una sustancia patrón que reacciona químicamente con la sustancia analizada hasta alcanzar el punto de equivalencia estequiométrica. El resultado es expresado en mili-equivalentes de oxígeno por kilogramo de grasa (meq/kg).

#### **3.5.2. Análisis de determinación de grasa**

El análisis se realizó en el Laboratorio Especializado en Control de Calidad (LECC) a través del sistema de análisis Soxtec AOAC 9136, a una muestra del tratamiento sin antioxidante con 180 días de almacenamiento.

#### **3.5.3. Análisis de Actividad de Agua ( $a_w$ )**

Se determinó la Actividad de Agua a una muestra sin antioxidantes de acuerdo con las pautas de la American Public Health Association (2001) capítulo 64, en el Centro de Control de Calidad Industrial (CCCI) ubicado en calle San Antonio Abad Urbanización Lisboa #35, San Salvador, El Salvador.

### **3.5.4. Análisis microbiológico**

La detección de *Salmonella spp.* se realizó siguiendo la metodología del Manual de Análisis Bacteriológico de Wallace *et al.* (2007) capítulo 5, en el Laboratorio de Control de Calidad Microbiológico de Alimentos, Medicamentos y Aguas del Centro de Investigación y Desarrollo en Salud (CENSALUD). Se realizó en los tres tratamientos a los 15 y 180 días de almacenamiento.

### **3.6. Análisis sensorial**

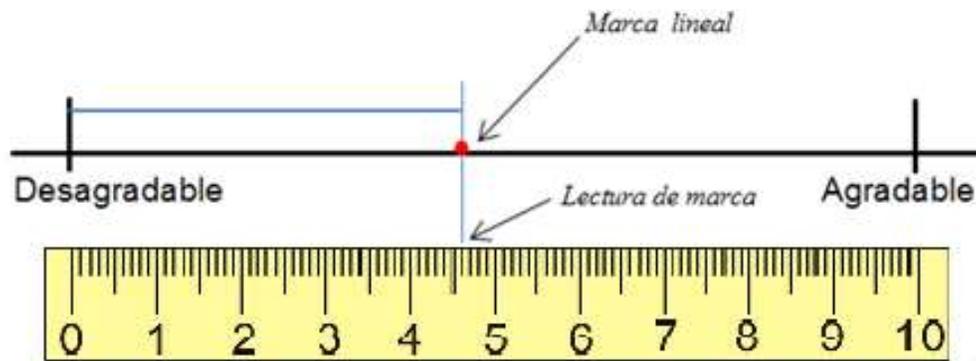
El análisis sensorial se desarrolló en el aula de estudio de la Facultad de Ciencias Agronómicas a los 60, 120 y 180 días de almacenamiento utilizando tres grupos integrados por 30 panelistas cada uno, no entrenados (consumidores). Para la selección de los participantes, se tomó en cuenta que no fueran alérgicos a la semilla de marañón y que consumieran habitualmente este tipo de producto o similares, como la mantequilla de maní.

El desarrollo del análisis, se realizó con una prueba afectiva de aceptación por atributos, con ayuda de 90 panelistas. Para esto se usó una ficha de catación con una escala de 10 puntos por atributo, siendo el 1 “desagradable” y el 10 “agradable” (Figura A-2), Los atributos evaluados fueron: color, olor, sabor y textura, con el objetivo de determinar si los panelistas encuentran diferencias significativas entre los tratamientos y el tiempo.

Para la interpretación de valores se establecieron los siguientes criterios en la escala hedónica verbal:

- 1 = Desagradable
- 2 = Moderadamente desagradable
- 3 = Poco desagradable
- 4 = Ligeramente desagradable
- 5 = No me agrada, ni me desagrada
- 6 = ligeramente agradable
- 7-10 = agradable

En cada atributo de la ficha de evaluación, el valor numérico se estableció según el punto marcado por el panelista en la escala (Figura 7).



**Figura 7.** Ejemplo de lectura de la escala

### 3.6.1. Materiales e insumos

- ✓ Fichas de catación
- ✓ Lapiceros
- ✓ Marcador punta fina
- ✓ Bandejas desechables de aluminio
- ✓ Recipientes de papel plisado para degustación de 30 cc.
- ✓ Paletas de madera para degustación
- ✓ Cucharas plásticas desechables
- ✓ Vasos desechables de papel de 6 onzas.
- ✓ Servilletas
- ✓ Platos desechables
- ✓ Papel toalla
- ✓ Guantes de polietileno
- ✓ Redecilla
- ✓ Mascarilla
- ✓ Galletas de trigo
- ✓ Agua purificada

### 3.6.2. Acondicionamiento del lugar de catación

Previo al desarrollo de cada evaluación sensorial, se llevó a cabo la limpieza y acondicionamiento del aula de estudios; así también la desinfección de las mesas utilizadas para la catación y preparación de muestras.

### 3.6.3. Preparación de muestras

Se codificaron los recipientes de degustación, según el cuadro de códigos establecidos para cada tratamiento (Cuadro A-1). Se colocó aproximadamente 10 gramos de mantequilla en cada recipiente, y posteriormente se acondicionaron en tres bandejas de aluminio por tratamiento (Figura 8).



**Figura 8.** Preparación de muestras para catación.

### 3.6.4. Desarrollo de la evaluación sensorial

A cada panelista se le entregó: tres fichas de catación, un lapicero, tres muestras de mantequilla, una galleta de trigo, agua y servilleta. Los panelistas recibieron instrucción de comer una porción de galleta y tomar agua entre las evaluaciones de las muestras (Figura 9).



**Figura 9.** Desarrollo de las evaluaciones sensoriales.

### **3.7. Metodología Estadística**

Se usó un diseño completamente al azar (DCA) con tres tratamientos y seis repeticiones, dando un total de 18 unidades experimentales, controlando las condiciones de luz y temperatura en el almacenamiento. Siendo el factor de estudio los antioxidantes naturales adicionados a las formulaciones de la mantequilla de semilla de marañón, y como variable respuesta la rancidez oxidativa, la cual se midió a través de los valores de índice peróxido.

Con los datos obtenidos de las pruebas afectivas se elaboró una base de datos en Microsoft Excel y se ingresaron en una matriz simple conformada por tres tratamientos, dentro de la base de datos del software estadístico Infostat versión estudiantil, con la función "R" para análisis sensorial, y el método multivariado de componentes principales, con un nivel de significancia del 5%; a fin de realizar un análisis exploratorio sobre el comportamiento de los panelistas en el tiempo con respecto a los atributos evaluados.

Los datos obtenidos por cada atributo fueron sometidos a un análisis varianza (ANVA) y prueba estadista de Diferencia Mínimas Significativa (LSD Fisher) con un nivel de significancia de 5 %, para confirmar si hay diferencia significativa entre tratamientos y determinar cuál de los atributos o tiempos está generando esas diferencias.

### **3.8. Costos variables**

Se realizó un análisis de costos, tomando únicamente los costos variables de producción, para los insumos: semilla de marañón quebrada, dulce de panela molido, aceite de oliva extra virgen, tocoferoles, lecitina de soya y envases utilizados para la elaboración de 8.0 libras de mantequilla de semilla de marañón. Se compararon los tratamientos con la finalidad de encontrar el tratamiento de menor costo.

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. Análisis de valores de Índice de Peróxido**

En el cuadro 10 se presentan los valores de índice de peróxido (IP) obtenidos para los tres tratamientos de mantequilla de semilla de marañón sometidos a evaluación durante 180 días. Durante los primeros 120 días de almacenamiento, los resultados de índice de peróxido fueron no cuantificables en todos los tratamientos, ya que los valores obtenidos están por debajo de 0.2 meq/kg según el método aplicado (Figura A-3 y Figura A- 4).

**Cuadro 10.** Resultados de índice de peróxido para los tratamientos de mantequilla de semilla de marañón durante 180 días a temperatura ambiente.

<b>Resultados de Índice de Peróxido (meq/kg)</b>			
<b>Días de almacenado</b>	<b>T1: Sin Antioxidante</b>	<b>T2 : Tocoferoles (25 mg/kg)</b>	<b>T3: Lecitina de Soya (10 g/kg)</b>
30	<0.2	<0.2	<0.2
60	<0.2	<0.2	<0.2
90	<0.2	<0.2	<0.2
120	<0.2	<0.2	<0.2
150	1.2	1.6	1.7
180	1.8	2.2	1.9

La ausencia de valores en los primeros 120 días, no permitieron la aplicación del diseño experimental, por lo tanto, no se logró determinar estadísticamente el efecto de los tratamientos sobre la variable rancidez oxidativa. Sin embargo, a los 150 días se detectaron los primeros valores de IP los cuales fueron de 1.2 (T1), 1.6 (T2) y 1.7 (T3) meq/kg, y de 1.8 (T1), 2.2 (T2) y 1.9 (T3) meq/kg a los 180 días (cuadro 10).

Según los valores numéricos obtenidos de los 150 a los 180 días, se observó un incremento de IP en todos los tratamientos (Cuadro 10). Tomando en cuenta las variaciones en este intervalo de tiempo, se analizó cuál de los tratamientos presentó mayor estabilidad oxidativa, siendo el T3 el que presentó menor incremento de IP con una variación de 0.2 meq/kg; en contraste con el T1 y T2 los cuales mostraron variaciones de 0.6 meq/kg. Por lo tanto, se podría especular por la variación similar con el tratamiento sin antioxidantes, que la adición de tocoferoles no tuvo efectos en el retardo oxidativo de los ácidos grasos de la mantequilla; esto se puede deber a que la dosis establecida en el RTCA para aditivos alimentarios (2012), es para tocoferoles sintéticos (E307) y no para naturales tal como se utilizó en la investigación. Otro factor que podría explicar el efecto de los tocoferoles en la estabilidad oxidativa, pudo ser la incorporación de forma aislada en la mantequilla; ya que Laboratorios Vitafor (s.f.), menciona que este tipo de aditivos antioxidantes presenta mayor efectividad de manera sinérgica en combinación con otros tipos de antioxidantes naturales entre ellos la vitamina C, ácido cítrico y lecitina en determinadas concentraciones.

Por otra parte, la Norma Para grasas y Aceites Comestibles no Regulados por Normas Individuales del Codex Alimentarius (2015), establece hasta 10 meq/kg de IP como límite para la comercialización de alimentos; por lo que se puede decir que las valoraciones de

índice de peróxido obtenidos en la mantequilla de semilla de marañón en los tres tratamientos, se mantuvo por debajo del límite permisible durante los 180 días de estudio. Estos resultados difieren, con la evaluación de Lima y Duarte (2000), citado por Álvarez (2008), quienes reportan una vida de anaquel en pasta untable de semilla de marañón sin la adición de antioxidantes de 60 días presentando el producto, en este tiempo la formación de una capa superficial de aceite, reducción de la textura y decoloración del alimento.

Gills y Resurrección (2000), mencionan que la separación del aceite influye directamente en la estabilidad y vida útil de la mantequilla de maní, ya que la exposición del aceite libre a temperaturas elevadas, humedad, luz y aire produce la rancidez; es por ello que Millán (2007), recomienda el uso de aceites vegetales hidrogenados como estabilizantes y aditivos antioxidantes para retardar el efecto oxidativo. Durante el estudio se observó una ligera separación del aceite utilizado como texturizante en la mantequilla, en los tres tratamientos a partir de los 150 días de almacenamiento, siendo un factor que afectó la calidad y vida de anaquel, además en este mismo tiempo se detectaron los primeros valores de IP en los tratamientos.

Así mismo, es importante mencionar que los resultados de IP de la mantequilla de semilla de marañón con un contenido de grasa de 45.5% (Figura A- 5); mostraron cero variaciones en los primeros 120 días, en contraste con los resultados obtenidos por Solís (2003) en mantequilla de maní, sin adición de antioxidantes y con un contenido de grasa de 46.2% la cual presentó un valor de IP de 1.27 meq/kg a los 32 días. De igual manera, Lima *et al.* (2011), menciona que una mantequilla de maní puede alcanzar un índice de peróxido de 5.6 meq/Kg a los 90 días, valores que no se presentaron durante el estudio.

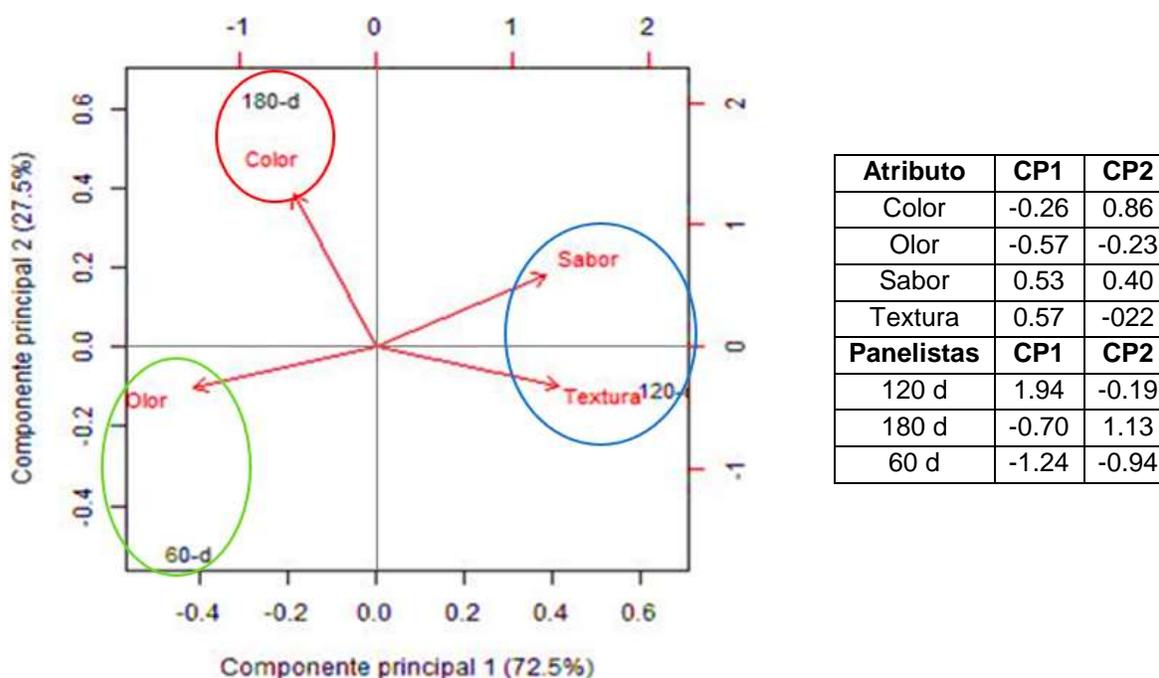
La estabilidad oxidativa en la mantequilla, con antioxidantes o sin antioxidantes también se puede atribuir a la actividad de agua ( $a_w$ ). El valor obtenido del análisis de  $a_w$  fue de 0.315 (Figura A- 6), el cual se encuentra entre los rangos de 0.2 – 0.4 mencionados por Millán (2007), como mínimo valor para la oxidación de los lípidos. Dicho autor obtuvo un valor de  $a_w$  de 0.364 en mantequilla de nuez de nogal y relacionó este dato con el bajo valor en la razón de oxidación, medido a través del IP, el cual fue de 1.1 meq/kg a los 49 días para el tratamiento evaluado con ácido ascórbico como antioxidante y de 2.1 meq/kg en el tratamiento sin antioxidante.

## 4.2. Análisis exploratorio de la evaluación sensorial

Utilizando el software estadístico Infostat versión estudiantil con la aplicación R, se evaluaron los resultados de los análisis sensoriales, a fin de conocer el comportamiento de los panelistas con respecto a los atributos y los niveles de significancias de los tratamientos y el tiempo.

### 4.2.1. Análisis de componentes principales (ACP) para los atributos sensoriales y su relación con los panelistas

Según la figura 10, el componente principal 1(CP1), está explicando el 72.5 % de la variación total de los datos; mientras que el componente principal 2(CP2), explica el 27.5%. El CP1, está integrado por los atributos, color, sabor y textura, y el CP2 lo integra el atributo olor.



**Figura 10.** Representación gráfica del ACP y auto-vectores para atributos y panelistas.

Según los panelista los atributos mejor evaluados en el CP1 fueron la textura (0.57), y sabor (0.53), mientras que, el atributo de menor valor fue olor (-0.57), es decir, a medida que el valor de la textura y el sabor aumenta, el valor del olor disminuye debido al efecto espejo. Mientras que en el CP2 según los panelistas, el atributo mejor evaluado fue color (0.86).

En cuanto a la relación entre atributos y panelistas, el grupo que evaluó la mantequilla de semilla de marañón a los 60 días, percibió con mayor agrado el atributo olor, mientras que a los 120 días los atributos sabor y textura, y finalmente a los 180 días les fue más agradable el atributo color (Figura 10).

#### 4.2.2. Resultados obtenidos en el Análisis Sensorial

En el Cuadro 11 se presenta el resumen de los efectos de significancia de los atributos evaluados de la mantequilla de semilla de marañón. A partir del cuadro de valores de probabilidad se observó que, para el factor tiempo los atributos color ( $p=0.00515$ ) y textura ( $p=0.00234$ ) mostraron diferencias significativas, debido a que sus p-valores son menores al nivel de probabilidad establecido en la investigación, igual a 0.05. Mientras que para el factor tratamientos, ninguno de los atributos presentó diferencias significativas, debido a que sus p-valores son mayores al nivel de probabilidad establecido en la investigación.

**Cuadro 11.** Resumen de p-valores para los efectos tratamientos y tiempo

Atributo	Tratamientos (p-valor)	Tiempo (p-valor)
Color	0.67670	0.00515
Olor	0.64680	0.33156
Sabor	0.41948	0.71455
Textura	0.48562	0.00234

#### 4.2.3. Medias y códigos de diferencias significativa entre atributos y tiempo

En el cuadro 12 se presentan las medias y códigos de diferencias significativas entre atributos y tiempo. Estadísticamente en los tres tiempos en los cuales se realizó el análisis sensorial (60, 120 y 180 días) los atributos color y textura, mostraron diferencias significativas en sus medias, por lo que se asignan diferentes calificaciones A y B. Es decir, que los panelistas que evaluaron el atributo color a los 60 y 120 días (B), percibieron menor aceptabilidad, mientras que los panelistas que evaluaron la mantequilla a los 180 días (A) percibieron mayor aceptabilidad.

**Cuadro 12.** Resumen de medias y códigos de diferencias significativas entre los atributos y tiempo.

Atributos	Tiempo					
	60 días		120 días		180 días	
	Media	Sig.	Media	Sig.	Media	Sig.
<b>Color</b>	7.43	B	7.35	B	8.19	A
<b>Olor</b>	7.57	A	7.14	A	7.4	A
<b>Sabor</b>	7.25	A	7.52	A	7.4	A
<b>Textura</b>	6.67	B	7.73	A	6.58	B

Mientras que los panelistas que evaluaron el atributo textura a los 60 y 180 días (B) percibieron menor aceptabilidad en estos tiempos, en comparación con los panelistas que percibieron mayor aceptabilidad de la textura a los 120 días (A). En el caso de los atributos olor y sabor presentaron iguales efectos para los tres tiempos de evaluación sensorial, por lo que se califica la significancia con la misma letra A.

#### 4.2.4. Medias y códigos de diferencias significativa entre atributo y tratamiento

En el cuadro 13 se presentan las medias y códigos de diferencias significativas entre atributos y tratamientos. Estadísticamente los tratamientos en estudio presentaron iguales efectos en los atributos color, olor, sabor y textura, por lo que se codifica la significancia con la misma letra A. Es decir que los panelistas no detectaron ninguna diferencia en los atributos evaluados sensorialmente en la mantequilla de semilla de marañón, con respecto a los tratamientos de antioxidantes naturales, adicionados al producto.

**Cuadro 13.** Resumen de medias y códigos de diferencias significativas entre los tratamientos y los atributos color, olor, sabor y textura

Atributos	Tratamientos					
	T1: Sin Antioxidante		T2 : Tocoferoles(25 mg/kg)		T3: Lecitina de Soya (10 g/kg)	
	Media	Sig.	Media	Sig.	Media	Sig.
<b>Color</b>	7.69	A	7.66	A	7.52	A
<b>Olor</b>	7.51	A	7.37	A	7.24	A
<b>Sabor</b>	7.42	A	7.59	A	7.17	A
<b>Textura</b>	7.08	A	6.74	A	7.15	A

### 4.3. Análisis confirmatorio de los atributos sensoriales

Los datos obtenidos por cada atributo de las evaluaciones sensoriales se sometieron al análisis de varianza (ANVA) y se aplicó la prueba estadística de Diferencia Mínima Significativa (LSD Fisher) con un nivel de significancia del 5%, utilizando el Software Infostat versión 9.0.

#### 4.3.1. Análisis atributo color.

Estadísticamente los tiempos en estudio produjeron efectos significativos sobre la variable color con una probabilidad igual a 0.05 (cuadro 14). Es decir, el color de la mantequilla de semilla de marañón varía de acuerdo al tiempo, según la apreciación del panelista.

**Cuadro 14.** Análisis de varianza para la variable color.

<b>Cuadro de Análisis de la varianza (SC tipo III)</b>					
<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	42.16	4	10.54	2.88	0.0231
<b>Tiempo</b>	39.30	2	19.65	5.37	0.0052
<b>Tratamiento</b>	2.89	2	1.43	0.39	0.6767
<b>Error</b>	968.96	265	3.66		
<b>Total</b>	1011.13	269			

Por otra parte, los tratamientos en estudio produjeron iguales efectos sobre la variable color con una probabilidad igual a 0.05 (cuadro 14). Es decir, el color de la mantequilla de semilla de marañón no varía de acuerdo a los tratamientos.

Según la prueba de Diferencia Mínima Significativa (LSD Fisher) se observaron las diferencias en la evaluación de los panelistas a los 180 días con una media mayor a los dos tiempos anteriores (Cuadro 15). Es decir, el color fue mejor evaluado por el grupo de panelistas a los 180 días en comparación a los 60 y 120 días. En cuanto a los tratamientos, no tuvieron efectos significativos para el atributo color (Cuadro 16).

**Cuadro 15.** Prueba de Diferencia Mínima Significativa (LSD Fisher) para el tiempo en la variable color.

<b>Test: LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.56126</b>				
<b>Error: 3.6565 gl:265</b>				
<b>Tiempo</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E</b>	
<b>120-d</b>	7.35	90	0.20	<b>A</b>
<b>60-d</b>	7.43	90	0.20	<b>A</b>
<b>180-d</b>	8.20	90	0.20	<b>B</b>

**Cuadro 16.** Prueba de Diferencia Mínima Significativa (LSD Fisher) para tratamiento en la variable color.

<b>Test: LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.56691</b>				
<b>Error: 3.7305    gl:265</b>				
<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E</b>	
<b>3.00</b>	7.24	90	0.20	<b>A</b>
<b>2.00</b>	7.37	90	0.20	<b>A</b>
<b>1.00</b>	7.51	90	0.20	<b>A</b>

#### 4.3.2. Análisis atributo textura.

Estadísticamente el tiempo produjo efectos significativos sobre la variable textura con una probabilidad igual a 0.05 (Cuadro 17). Es decir, la textura de la mantequilla de semilla de marañón varía de acuerdo al tiempo, según la apreciación de los panelistas.

**Cuadro 17.** Análisis de varianza para la variable textura.

<b>Cuadro de Análisis de la varianza (SC tipo III)</b>					
<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	82.25	4	20.56	3.46	0.0089
<b>Tiempo</b>	73.64	2	36.82	6.20	0.0023
<b>Tratamiento</b>	8.60	2	4.30	0.72	0.4856
<b>Error</b>	1574.10	265	5.94		
<b>Total</b>	1656.35	269			

Por otra parte, los tratamientos en estudio produjeron iguales efectos sobre la variable textura en la mantequilla de semilla de marañón, con una probabilidad igual a 0.05 (Cuadro 17). Es decir, la textura de la mantequilla de semilla de marañón no varía de acuerdo a los tratamientos adicionados.

Según la prueba de Diferencia Mínima Significativa (LSD Fisher) se observó a los 120 días una media mayor en comparación con los otros dos tiempos (Cuadro 18). Es decir, la textura de la mantequilla fue mejor evaluada por el grupo de panelistas a los 120 días en comparación a los 60 y 180 días. En cuanto a los tratamientos no hubo efectos significativos para el atributo textura (Cuadro 19).

**Cuadro 18.** Prueba de Diferencia Mínima Significativa (LSD Fisher) para el tiempo en la variable textura.

<b>Test: LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.71536</b>				
<b>Error: 5.9400 gl:265</b>				
<b>Tiempo</b>	<b>Medias</b>	<b>N</b>	<b>E.E</b>	
<b>180-d</b>	6.58	90	0.26	<b>A</b>
<b>60-d</b>	6.67	90	0.26	<b>A</b>
<b>120-d</b>	7.73	90	0.26	<b>B</b>

**Cuadro 19.** Prueba de Diferencia Mínima Significativa (LSD Fisher) para tratamiento en la variable textura.

<b>Test: LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.71536</b>				
<b>Error: 5.9400 gl:265</b>				
<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E</b>	
<b>2.00</b>	6.75	90	0.26	<b>A</b>
<b>1.00</b>	7.08	90	0.26	<b>A</b>
<b>3.00</b>	7.16	90	0.26	<b>A</b>

#### 4.3.3. Análisis atributo sabor.

Según el análisis de varianzas (Cuadro 20) y prueba estadística LSD Fisher (Cuadro 21 y 22) el tiempo y los tratamientos en estudio están produciendo iguales efectos sobre el atributo sabor, con una probabilidad igual a 0.05. Es decir que los tratamientos y el tiempo no tuvieron ningún efecto en el nivel de aceptabilidad del atributo sabor.

**Cuadro 20.** Análisis de varianza para la variable sabor.

<b>Cuadro de Análisis de la varianza (SC tipo III)</b>					
<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	11.46	4	2.86	0.60	0.6600
<b>Tiempo</b>	3.19	2	1.60	0.34	0.7145
<b>Tratamiento</b>	8.26	2	4.13	0.87	0.4195
<b>Error</b>	1256.43	265	4.74		
<b>Total</b>	1267.89	269			

**Cuadro 21.** Prueba de Diferencia Mínima Significativa (LSD Fisher) para el tiempo en la variable sabor.

<b>Test: LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.63911</b>				
<b>Error: 4.7413 gl:265</b>				
<b>Tiempo</b>	<b>Medias</b>	<b>N</b>	<b>E.E</b>	
<b>60-d</b>	7.26	90	0.23	<b>A</b>
<b>180-d</b>	7.41	90	0.23	<b>A</b>
<b>120-d</b>	7.52	90	0.23	<b>A</b>

**Cuadro 22.** Prueba de Diferencia Mínima Significativa (LSD Fisher) para tratamiento en la variable sabor.

<b>Test: LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.63911</b>				
<b>Error: 4.7413 gl:265</b>				
<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>N</b>	<b>E.E</b>	
<b>3.00</b>	7.17	90	0.23	<b>A</b>
<b>1.00</b>	7.43	90	0.23	<b>A</b>
<b>2.00</b>	7.60	90	0.23	<b>A</b>

#### 4.3.4. Análisis atributo olor.

Según el análisis de varianzas (Cuadro 23) y prueba estadística LSD Fisher (Cuadro 24 y 25) el tiempo y los tratamientos en estudio están produciendo iguales efectos sobre el atributo olor, con una probabilidad igual a 0.05. Es decir que los tratamientos y el tiempo no tienen ningún efecto en la aceptabilidad del atributo olor.

**Cuadro 23.** Análisis de varianza para la variable olor.

<b>Cuadro de Análisis de la varianza (SC tipo III)</b>					
<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	11.53	4	2.88	0.77	0.5439
<b>Tiempo</b>	8.27	2	4.14	1.11	0.3316
<b>Tratamiento</b>	3.26	2	1.63	0.44	0.6468
<b>Error</b>	988.59	265	3.73		
<b>Total</b>	1000.11	269			

**Cuadro 24.** Prueba de Diferencia Mínima Significativa (LSD Fisher) para el tiempo en la variable olor.

<b>Test: LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.56691</b>				
<b>Error: 3.7305 gl:265</b>				
<b>Tiempo</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E</b>	
<b>120-d</b>	7.15	90	0.20	<b>A</b>
<b>180-d</b>	7.40	90	0.20	<b>A</b>
<b>60-d</b>	7.57	90	0.20	<b>A</b>

**Cuadro 25.** Prueba de Diferencia Mínima Significativa (LSD Fisher) para tratamiento en la variable olor.

<b>Test: LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.56691</b>				
<b>Error: 3.7305 gl:265</b>				
<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>N</b>	<b>E.E</b>	
<b>3.00</b>	7.24	90	0.20	<b>A</b>
<b>2.00</b>	7.37	90	0.20	<b>A</b>
<b>1.00</b>	7.51	90	0.20	<b>A</b>

Delgado (2014) y Gallinger (2015), mencionan que en los alimentos la oxidación altera las características organolépticas dando lugar a la aparición de sabores y olores desagradables debido a la presencia de sustancias volátiles (aldehídos, cetonas e hidrocarburos) generadas durante el deterioro oxidativo, que reducen la aceptabilidad del alimento por parte del consumidor. Sin embargo, en las muestras analizadas no se pudo percibir por parte de los panelistas alteraciones desagradables en los atributos sensoriales evaluados sensorialmente, es decir la mantequilla de semilla de marañón mantuvo su nivel aceptabilidad para los panelistas durante 180 días.

Según Medina (s.f.), durante las primeras fases de la oxidación de las grasas hay un mínimo en la composición, sabor u olor, hay un aumento gradual en la concentración de peróxidos. En el segundo período se aumenta la oxidación y se desarrolla la rancidez y se presentan olores, sabores desagradables debidos a la formación de otras sustancias. En la investigación los panelistas no percibieron ningún cambio desagradable debido a que no hubo un aumento importante de la oxidación durante el periodo en el que se realizaron las evaluaciones sensoriales.

Por otra parte, McNeill *et al.* (2002) menciona que la textura es de las propiedades sensoriales de los alimentos que juegan un papel importante en el atractivo del consumidor y es el atributo más dominante de las preferencias de los consumidores para

los alimentos. En la investigación se identificó que el nivel de aceptación de la textura disminuyó a los 180 días, esto pudo deberse a la separación del aceite en la mantequilla a partir de los 150 días.

#### 4.4. Análisis microbiológico

En el cuadro 26 se observa que las muestras analizadas presentaron ausencia de *Salmonella spp* en 25 g, es decir que cumplen con el límite permisible establecido por RTCA de Criterio Microbiológicos (2009) para mantequilla de maní y otras nueces. Estos resultados fueron confirmados por el laboratorio de microbiología de CENSALUD, durante las mediciones realizadas a la mantequilla, a los 15 y 180 días de almacenamiento (Figura A-7).

**Cuadro 26.** Resultados de detección de *Salmonella spp.* en la mantequilla de semilla de marañón.

<b>Resultados de detección de <i>Salmonella spp.</i></b>			
<b>Tiempo</b>	<b>T1: sin antioxidante</b>	<b>T2: Tocoferoles (25 mg/kg)</b>	<b>T3: Lecitina de Soya (10 g/kg)</b>
15 días almacenado	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g
180 días almacenado	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g

Así mismo, la mantequilla de semilla de marañón se caracterizó por una baja actividad de agua (0.315) (Figura A- 6) y un bajo contenido de humedad de alrededor del 2% según Constanza *et al.* (2017), lo que contribuye a prevenir el deterioro microbiológico. Esto comprueba lo que afirma Lima y Duarte (2006), que en actividades de agua por debajo de 0.6, el crecimiento microbiano es nulo.

#### 4.5. Costos variables

En el cuadro 27 se muestra la comparación en costos variables entre los tres tratamientos, basados en la producción de 8.0 lb de mantequilla de semilla de marañón. A los tratamientos que incluyen la adición de antioxidantes se les sumó el costo de la cantidad requerida del antioxidante correspondiente.

El costo variable para la producción de la mantequilla de semilla de marañón fue de \$2.61 por envase con 225 gramos, sin la adición de antioxidantes; comparando este resultado con los costos variables al adicionar antioxidantes, se observó un aumento en los costos variables debido a que este es un ingrediente adicional en la formulación.

**Cuadro 27.** Costos variables de los tratamientos.

Insumos	Unidad	Cto. Unitario (\$)	Cantidad (8.0 lb)	Tratamientos		
				Sin antioxidante	Tocoferoles (25mg/kg)	Lecitina de soya (10g/kg)
Semilla de marañón quebrada	libras	4.00	7.00	28.00	28.00	28.00
Dulce de panela molida	libras	2.72	0.81	2.20	2.20	2.20
Aceite de oliva	libras	1.42	0.32	0.45	0.45	0.45
Tocoferoles	gramos	1.17	0.90	-	1.05	-
Lecitina de soya	gramos	0.02	36.00	-	-	0.72
Envases	unidad	0.70	16	11.20	11.20	11.20
<b>Total costos/16 envases con 225 g</b>				<b>41.85</b>	<b>42.90</b>	<b>42.57</b>
<b>Total costos/envase con 225 g</b>				<b>2.61</b>	<b>2.68</b>	<b>2.66</b>

El uso de los antioxidantes tocoferoles y lecitina de soya elevan los costos de la mantequilla en un 3%, siendo este un factor a considerar al momento de realizar la formulación. Pero se debe tomar en cuenta que la mantequilla de semilla de marañón es un producto con alto contenido de ácidos grasos (45.5%), de los cuales el 81.50% son ácidos grasos insaturados según Álvarez (2008), por ello se necesita la adición de antioxidantes para evitar la rancidez oxidativa (Aryana y Cols 2003, citado por Millán 2007); siendo un factor a considerar a la hora de realizar este tipo de alimentos.

## 5. CONCLUSIONES

1. La mantequilla de semilla de marañón, mantuvo su estabilidad oxidativa durante todo el estudio; ya que los valores de IP obtenidos a los 150 y 180 días, están por debajo del límite permisible (hasta 10.0 mq/kg) según la Norma para grasas y aceites comestibles del Codex Alimentarius, esto se pudo deber a la baja actividad de agua ( $a_w$ ) y condiciones de almacenamiento de los tratamientos, que influyeron en el retardo oxidativo de los ácidos grasos.
2. La estabilidad oxidativa, no determinó la vida de anaquel de la mantequilla de semilla de marañón, debido que a los 150 días de almacenamiento se presentó una separación del aceite utilizado como texturizante en los tratamientos, siendo un factor a tomar en cuenta en la calidad y vida de estante del alimento.
3. Los tratamientos no afectaron los atributos sensoriales: color, olor sabor y textura; los niveles de aceptación de los panelistas se mantuvieron entre valores de 6 a 8 según medias, considerados como “ligeramente agradable” y “agradable”.
4. El tiempo influye significativamente en los atributos: color y textura, siendo el primero el atributo mejor evaluado; mientras que la textura disminuyó su nivel de agrado a los 180 días de almacenamiento. Por tanto, los atributos más representativos de la calidad sensorial para este tipo de alimento son: la textura y color.
5. El tratamiento que presentó menor costo fue T1: sin antioxidante (US\$ 2.61) y los de mayor costo fueron T2: Tocoferoles (US\$ 2.68) y T3: lecitina de soya (US\$ 2.66) por unidad de 225 gramos.
6. La mantequilla de semilla de marañón es un producto seguro microbiológicamente, ya que presentó ausencia de *Salmonella spp.* en los análisis realizados a muestras de los tres tratamientos a los 15 y 180 días.
7. El valor de actividad de agua (0.315), obtenido en la mantequilla de semilla de marañón, evitó la proliferación microbiana e influyó en la estabilidad oxidativa al encontrarse entre los valores mínimos (0.2 - 0.4), para el desarrollo de las reacciones de oxidación de lípidos.

## 6. RECOMENDACIONES

1. Evaluar el efecto de los aditivos antioxidantes naturales: tocoferoles y lecitina de soya sobre la rancidez oxidativa, prolongando el tiempo de estudio o realizando un estudio de vida útil acelerado, con el fin de determinar con exactitud la vida de anaquel de la mantequilla de semilla de marañón.
2. Evaluar diferentes dosis de tocoferoles naturales y lecitina de soya en mantequilla de semilla de marañón, para determinar si hay efecto significativo de los aditivos sobre la rancidez oxidativa, a través de la medición de índice de peróxido; bajo las condiciones en las que se elaboró este estudio o diferentes.
3. Utilizar lecitina de soya como aditivo antioxidante natural en la mantequilla de semilla de marañón, por haber presentado el menor incremento de índice de peróxido (0.2 mq/ kg) de los 150 a los 180 días de almacenamiento.
4. Es necesario sustituir el aceite de oliva extra virgen en la elaboración de mantequilla de semilla de marañón, por un aceite vegetal hidrogenado o parcialmente hidrogenado; tal como lo recomienda Millán (2007), para evitar la separación del aceite.
5. Se recomienda a productores y cooperativas que procesan semilla de marañón, el empleo de las semillas clasificadas como quebradas para el desarrollo de alimentos untables tipo mantequilla, por presentar buena aceptabilidad sensorial, alto contenido nutricional y potencial comercial en el mercado nacional e internacional.
6. Aplicar buenas prácticas de manufactura para obtener un producto inocuo y de calidad con o sin antioxidantes naturales, hasta un periodo de 180 días.
7. Determinar el contenido de humedad ( $a_w$ ) en los tratamientos de la mantequilla de semilla de marañón, para comparar si su comportamiento es igual o cambia en relación al tiempo de almacenamiento y tratamientos utilizados.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, MA. 2008. Desarrollo de una pasta untable a base de nueces de marañón (*Anacardium occidentale* L.) con antioxidantes BHA y TBHQ. Tesis Ing. Honduras. Zamorano. 82 p.
- Álvarez AC. 2017. Intervención en las Condiciones Ergonómicas para el Proceso de Producción de Semilla de Marañón, Prototipo Semi-Automatizado de Descortezadora. Santa Tecla. El Salvador. ITCA-FEPADE. 26 p.
- American Public Health Association. 2001. Compendium of methods for the microbiological Examination of Foods. Washington DC, United State. Chapter 64.
- Aríztegui, M. 2016. Desarrollo de películas comestibles antioxidantes basadas en la incorporación de alfa tocoferol. Innovación en procesos y productos alimentarios. España. Universidad Pública de Navarra.
- Armenteros, M; Ventanas, S; Morcuende, D; Estévez. 2012. Empleo de antioxidantes naturales en productos cárnicos. Extramaduro, España. 11 p.
- Badui, S. 2006. Química de los alimentos. Cuarta Edición. Distrito federal, México. PEARSON EDUCACION. 732 p.
- Belloso, C. 2003. Criterios de elección de cultivares de soja y su fecha de siembra y su distancia entre surcos en distintos ambientes. San José, Costa Rica, SEMA. 56 p.
- Benítez, J. 2008. Estudio de la soya, derivados, efectos en la alimentación y propuesta gastronómica. Tesis. Ing. Administrador Gastronómico. Quito, Ecuador, Universidad Tecnológica Equinoccial. 28 p.
- BTSA (Biotecnologías Aplicadas, España), s.f. Métodos para determinar la estabilidad oxidativa. (en línea). Consultado 13 abr. 2018. Disponible en: <https://natural.btsa-es.com/blog/metodos-para-determinar-la-estabilidad-oxidativa>.
- Campos, M; Garcia, D. Bárcenas, M. 2014. Aspectos nutricionales de las Grasas Procesadas (en línea). Consultado 28 set. 2018. Disponible en: <https://slideplayer.es/slide/5562655/>
- Carrillo, M; Reyes, A. 2013. Vida útil de los alimentos. San Luis Potosí, México, UASLP. 26 p.
- Codex Alimentarius, 2015. Norma para grasas y aceites comestibles no regulados por normas individuales (en línea). Codex Stan 19-1981. Disponible en: <http://www.codexalimentarius.org/normas-oficiales/es/>
- Constanza, U; Reyes, J; Hernández, I. 2017. Elaboración de tres formulaciones de mantequilla usando como base la almendra de marañón orgánico (*Anacardium occidentale* L) en APRAINORES, San Carlos Lempa, municipio de Tecoluca,

- departamento de San Vicente. Tesis Ing. San Vicente. Universidad de El Salvador. 81 p.
- Cordero, G. 2013. Aplicación del análisis sensorial de los alimentos en la cocina y en la industria alimentaria. Sevilla, España. Universidad Pablo de Olavide. 95 p.
- Cortés, M. 2003. Aditivos antioxidantes. Madrid, España. BIOSALUD- Instituto de Medicina Biológica y Envejecimiento. 6 p.
- Cruz, C; Serván, A; y Tornos, M. s.f. La lecitina de soja: Su interés en Fitoterapia. Dpto. Farmacología, Facultad de Farmacia, Universidad de Sevilla, Sevilla, España.
- Delgado, A. 2014. Por qué se enrancian las grasas y aceites. (en línea). Consultado 14 mar. 2018. Disponible en: <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/990>
- Escobar, D. 2014. Caracterización y Evaluación de La Sustentabilidad de la cadena de Marañón orgánico (*Anacardium occidentale*), en la zona del bajo Lempa, departamento de San Vicente. Tesis M.Sc. San Salvador, EL Salvador. Universidad de El Salvador. 169 p.
- Flores, M. 2011. Algunos de los aditivos más perjudiciales (en línea). Consultado 28 set. 2018. Disponible en: <https://aimedicinacuantica.files.wordpress.com/2016/04/aditivos-mas-perjudiciales.pdf>
- Gallinger, C. 2015. Estabilidad oxidativa y calidad sensorial de carne de pollo enriquecida con ácidos grasos n-3 proveniente de fuentes de origen vegetal y animal, protegido con vitamina E y selenio orgánico. Tesis Doctorado. Valencia, España. 309 p.
- García, H; Martínez, R. 2017. Determinación del perfil de sabor de doce cacaos autóctonos (*Theobroma cacao* L.) producidos en siete fincas cacaoteras de El Salvador. Tesis Ing. San Salvador, El Salvador. Universidad de El Salvador. 94 p.
- García, M. 2009. Análisis Sensorial de Alimentos. Hidalgo, México. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 45 p.
- Gills, LA; Resurreccion, AV. 2000. "Propiedades sensoriales y físicas de la mantequilla de maní tratada con aceite de palma y aceite vegetal hidrogenado para evitar la separación del aceite". J.Food Sci. 65, Nr 1. 173-180
- Giraldo, GI.1999. Métodos de estudio de vida de anaquel de los alimentos. Bogotá, Colombia, Universidad Nacional de Colombia. 106 p.
- González, N. y Alfaro, S. 2017. Antioxidantes en los alimentos. Lima, Perú. Universidad Nacional de Barranca. 107 p.
- González-Aguilar, GA; Martín-Belloso, O; Olivas-Orozco, GI; Soliva-Fortuny, R. 2012. Películas y recubrimientos comestibles. Propiedades y aplicaciones en alimentos. Universidad de Lleida.

- Guzmán, K. 2015. Opciones de escalamiento para los productos de marañón orgánico de El Salvador en la cadena global. San Salvador, El Salvador. EISSN. 25 p.
- Hernández, E. 2005. Análisis sensorial: Guía didáctica para curso de tecnología de cereales y oleaginosas. Bogotá, Colombia, Universidad Nacional Abierta y a Distancia. 128 p.
- Jaramillo, P. 2013. Determinación de la vida útil de los alimentos. Universidad Técnica de Ambato. LACONAL. 35 p.
- Jiménez, C. 2015. Ideas sobre cómo utilizar las mantequillas de semillas o frutos secos. (en línea, video). Costa Rica. 1 min. 17 seg., son., color. Consultado 19 jul. 2019. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=Ath4RBCf5TQ>
- Laboratorios Vitafor. S.f. Antioxidantes: Línea LAOX-antioxidantes. (en línea). Consultado 20 jul. 2019. Disponible en: [http://www.dirico.com.ec/archivos/Presentacion\\_Antioxidantes.pdf](http://www.dirico.com.ec/archivos/Presentacion_Antioxidantes.pdf)
- Lima**, J; Garruti, D; Bruno, L. 2011. Características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de la mantequilla de anacardo elaborada a partir de diferentes calidades de grano . Tesis Ing. Santiago, Chile. Universidad de Chile. 122 p.
- Lima, J; Duarte, E. 2006. Pasta de Anacardos con Incorporación de Sabores. Consultado 12 abr. 2018. Tesis Ing. Brasilia, Brasil. Instituto de Educación Tecnológica 72 p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, El Salvador). 2017. Anuario de estadísticas agropecuarias 2016-2017. Santa Tecla. 87 p.
- Martínez, A. 2006. El Salvador: La cadena global de marañón. San Salvador. El Salvador. FUNDE. 20 p.
- Matamoros, L. 2015. Las mantequillas vegetales y las personas con colesterol alto. (en línea). Consultado 16 jul. 2019. Disponible en: [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=19&v=Hctk1fE\\_A80](https://www.youtube.com/watch?time_continue=19&v=Hctk1fE_A80)
- McNeill, K; Sanders, T; Civille, G. 2002. Análisis descriptivo de mantequillas de maní cremosas disponibles comercialmente. *J. Sens. Studies* 17, 391–414.
- Medina, G. s.f. Aceites y grasas comestibles (en línea). Revista de la facultad de química farmacéutica. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. Consultado 16 jul. 2019. Disponible en: <https://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/vitae/article/download/.../11743>
- Menacho, P. 2014. Deterioro de productos agroindustriales (en línea). Consultado 27 sep. 2018. Disponible en: [http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivos/curzoz/004\\_semana\\_1.pdf](http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivos/curzoz/004_semana_1.pdf)
- MINECO (Ministerio de Economía, Guatemala). 2018. Industria de Miel, Jaleas, Mantequilla de maní y tipo Nutella. Ciudad de Guatemala. VICE-DAE. 32 p.

- Millán, AC. 2007. Desarrollo de Mantequilla de nuez (*Juglans regia* L.), variedad semilla californiana. Ingeniero en alimentos. Santiago, Chile. Universidad de Chile. 77 p.
- Montenegro, M. y Obando, R. 2015. Extracción y caracterización de aceite de la nuez de marañón (*Anacardium Occidentale* L.). Tesis Ing. Managua. Nicaragua. Universidad centroamericana. 46 p.
- Molina, MB. 2002. Estudio de mercado nacional de la nuez de marañón. San Vicente. El Salvador. 48 p.
- Morales, A. 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Zaragoza, España. 194 p.
- Mundo Alimentario. 2010. Aditivos Antioxidante (en línea). Consultado 16 abr. 2018. Disponible en: <http://bibliotecavirtual.corpmontana.com/bitstream/handle/123456789/3787/M000441.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Murillo, M. 2007. Ficha Técnica: Industrialización del marañón. San José, CR. CNP. 7 p.
- Nutti (Nutrición Ideal, Colombia). 2017. Contenido nutricional de crema de nueces de marañón (en línea). Consultado 19 jul. 2019. Disponible en: <http://www.nutti.com/>
- Padilla, B. y Duran, R. 2000. Actividad antioxidante de las vitaminas C y E y de la provitamina A. Sevilla, España. CSIC. 5 p.
- Reglamento Sanitario de los Alimentos (2003). Ministerio de Salud. Santiago. 101 p.
- Ramírez, F; Erazo, Z; Argueta, H. 2016. Plan de exportación nuez de marañón hacia Canadá. (en línea). Consultado 6 abr. 2018. Tesis Lic. San Salvador, El Salvador. Universidad de El Salvador. 198 p.
- Rojano, B. 2000. Oxidación de Lípidos y Antioxidantes. Medellín, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 59 p.
- RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano). 2012. Alimentos y Bebidas Procesadas. Aditivos Alimentarios. 410 p.
- RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano). 2009. Alimentos. Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de Alimentos. 36 p.
- SAG (Secretaria de Agricultura y Ganadería, Honduras). 2014. Perfil del mercado del marañón y sus derivados. Tegucigalpa. Honduras. 25 p.
- Salas, AC. 2008. Uso de antioxidantes para la estabilidad oxidativa de la pulpa de anchoveta (*Engraulis ringens*) almacenada en congelación. Tesis M.sc. Lima, Perú, Universidad Mayor de San Marcos. 63 p.

- Sceni, P; Capello, M; Igartúa, D. 2017. Lípidos (en línea). Consultado 10 mar. 2018. Disponible en: <https://docplayer.es/73048814-Paula-sceni-mariana-capello-daniela-igartua-lipidos.html>
- Solís, AM. 2003. Elaboración de mantequilla de maní (*Arachis hypogaea*) variedad virginia con adición parcial de manteca de palma. Tesis Ing. Tingo maria, Perú. Universidad Agraria de La Selva. 100 p.
- Tecnalia, A. 2007. Aditivos antioxidantes. Madrid, España. Mundo Alimentario. 4 p.
- Vásquez, J. 2015. Mantequillas de marañón, almendra y maní son alternativas saludables para personas con colesterol. (en línea). Consultado 16 jul. 2019. Disponible en: <https://www.ameliarueda.com/nota/mantequillas-de-maranon-almendra-y-mani-son-alternativas-saludables-para-pe>
- Vitafor. s. f. Antioxidantes. (en línea). Consultado 26 jul. 2019. Disponible en: [http://www.dirico.com.ec/archivos/Presentacion\\_Antioxidantes.pdf](http://www.dirico.com.ec/archivos/Presentacion_Antioxidantes.pdf)
- Wallace, H; Andrews, W; Andrew J; Hammack, T. 2007. Bacteriological Analytical Manual: *Salmonella*. Washington DC, United State. Chapter 5.

## 8. ANEXOS

**Cuadro A-1.** Cuadro de códigos para análisis sensorial.

<b>T1: Sin Antioxidante</b>	<b>T2: Tocoferoles (25mg/kg)</b>	<b>T3: Lecitina de soya (10g/kg)</b>
6224	0802	8396
3500	9477	7547
3831	6458	3679
5590	3684	6814
3749	5954	3966
6934	9961	9402
8261	4027	9724
9512	5923	1002
6386	1430	6461
7969	9965	8037
3173	6966	0739
3662	7021	3649
9421	3199	3913
5438	5961	0087
8389	1703	2751
1013	5947	6593
3212	4258	7442
9914	6152	9216
2082	7686	9211
5683	9235	7721
6553	7379	9303
9265	6239	8733
6330	9440	5651
6455	3265	0378
5770	8239	4587
0772	4158	9205
0813	6588	0470
7361	4626	5179
4227	6377	7210
0906	6247	9892

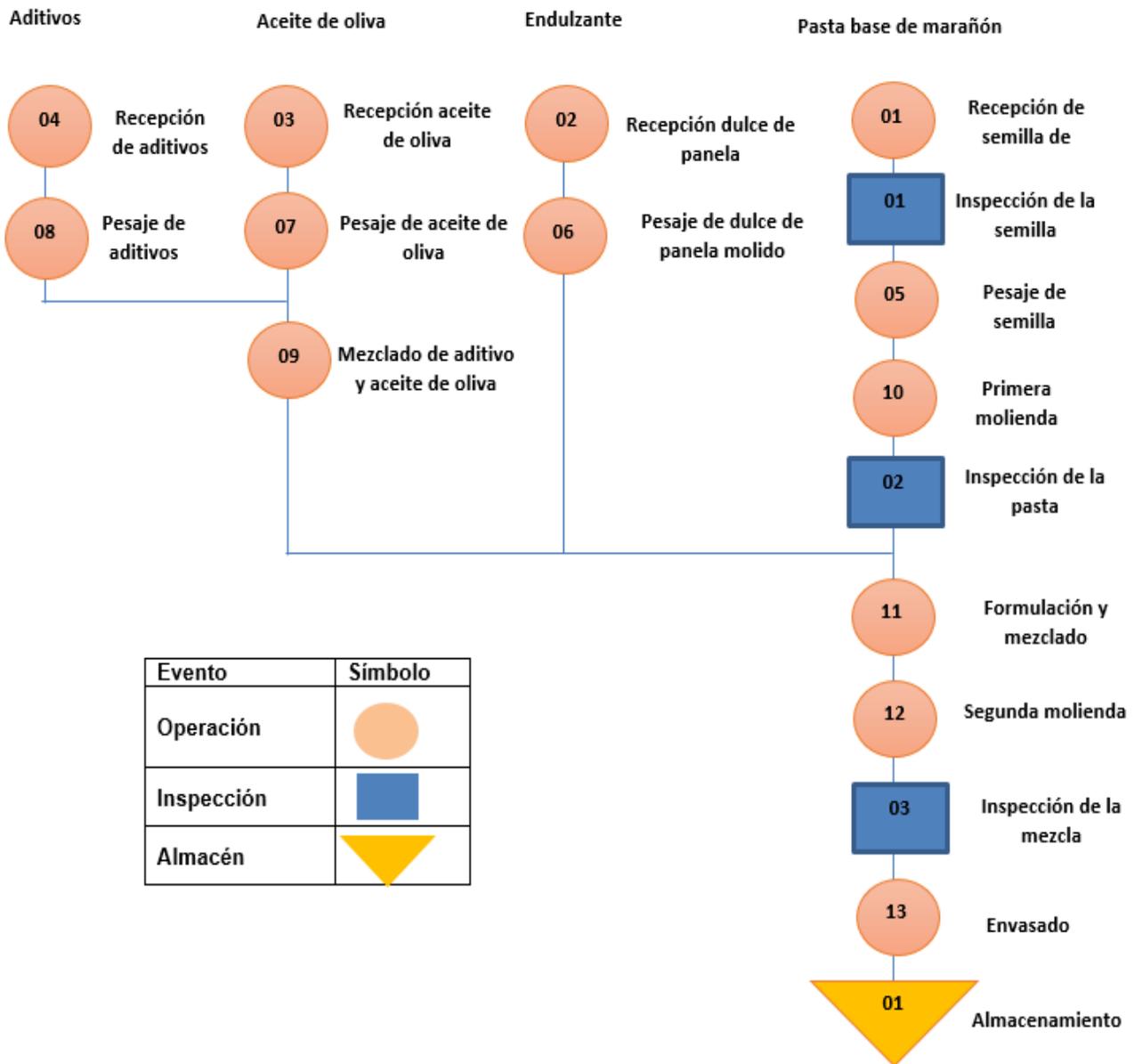


Figura A- 1. Flujo para elaboración de mantequilla de semilla de marañón.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**

**FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL**

Código de muestra

**Producto:** Mantequilla de Semilla de Marañón.

**Objetivo:** Evaluar la aceptación de las características organolépticas de la mantequilla de semilla de marañón, elaborada con antioxidantes naturales.

**Indicaciones:** Califique la intensidad en la que se presentan los atributos sobre la muestra de mantequilla de marañón que se le proporcione, colocando un punto sobre la línea color rojo, según su criterio.

<b>Color</b>	Desagradable	Agradable
<b>Olor</b>	Desagradable	Agradable
<b>Sabor</b>	Desagradable	Agradable
<b>Textura</b>	Desagradable	Agradable

**Comentarios:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**¡Muchas gracias!**

**Figura A- 2.** Ficha de evaluación sensorial.



# Laboratorio Especializado en Control de Calidad

ESEBESA, S.A. DE C.V.

No. de Inscripción 357

Calle San Antonio Abad, No. 1965, San Salvador, El Salvador, C.A.  
PBX: (503) 2525-0200 FAX: 2525-0222 • www.lecc.com.sv • E-mail: info@lecc.com.sv

## INFORME DE ANÁLISIS

PROCEDENCIA: IVETH SARAI CUCHILLAS GAITAN	CONTROL: AL-906-387
MUESTRA: MANTEQUILLA DE SEMILLA DE MARAÑÓN, T2-R6	LOTE: NO DECLARA
	VENCIMIENTO: NO DISPONIBLE
	INGRESO: 05-JUN-2019
	MUESTREO: CLIENTE
	EMISIÓN: 14-JUN-2019

DETERMINACIÓN	ESPECIFICACIÓN	RESULTADOS
Índice de Peróxido Referencia: AOAC Official Method 965.33 Peroxide Value of Oils and Fats Titration Method First Action 1965, 19th Edition, Método: Titrimétrico Fecha final de análisis: 13-jun-2019	No Disponible	2.2 meq/Kg

El informe corresponde a la muestra remitida y ensayada

  
Dra. Elizabeth Banegas de Salazar  
Directora de Laboratorio

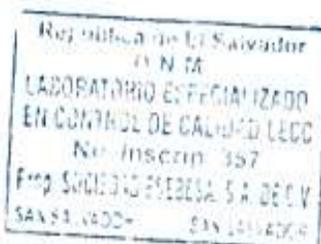
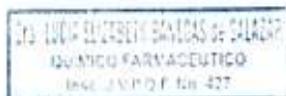


Figura A- 3. Informe de resultado para índice de peróxido detectable.



# Laboratorio Especializado en Control de Calidad

ESEBESA, S.A. DE C.V.

No. de Inscripción 357

Calle San Antonio Abad, No. 1965, San Salvador, El Salvador, C.A.  
PBX: (503) 2525-0200 FAX: 2525-0222 • www.lecc.com.sv • E-mail: info@lecc.com.sv

## INFORME DE ANÁLISIS

PROCEDENCIA: IVETH SARAI CUCHILLAS GAITAN	CONTROL: AL-904-074
MUESTRA: MANTEQUILLA DE SEMILLA DE MARAÑÓN, T1 - R4	LOTE: NO DECLARA
	VENCIMIENTO: NO DISPONIBLE
	INGRESO: 08-ABR-2019
	MUESTREÓ: CLIENTE
	EMISIÓN: 16-ABR-2019

DETERMINACIÓN	ESPECIFICACIÓN	RESULTADOS
Indice de Peróxido Referencia: AOAC Official Method 965.33 Peroxide Value of Oils and Fats Titration Method First Action 1965, 19th Edition, Método: Titrimétrico Fecha final de análisis: 15-abr-2019	No disponible	No Detectable

NOTA: LIMITE DE DETECCIÓN: 0.2 mEq/Kg

El informe corresponde a la muestra recibida y ensayada

  
Lic. Oscar David Guzmán Julián  
Dir. Integración Técnica-Administrativa

Lic. OSCAR DAVID GUZMAN JULIAN  
QUIMICO FARMACEUTICO  
Insc. J.V.P.Q.F. No. 1810

República de El Salvador  
C. I. N. M.  
LABORATORIO ESPECIALIZADO  
EN CONTROL DE CALIDAD LECC  
No. Insc. 357  
Prop. SOCIEDAD ESEBESA, S.A. DE C.V.  
SAN SALVADOR SAN SALVADOR

Figura A- 4. Informe de resultados para índice de peróxido no detectable.



# Laboratorio Especializado en Control de Calidad

ESEBESA, S.A. DE C.V.

No. de Inscripción 357

Calle San Antonio Abad, No. 1965. San Salvador, El Salvador, C.A.  
PBX: (503) 2525-0200 FAX: 2525-0222 • www.lecc.com.sv • E-mail: info@lecc.com.sv

## INFORME DE ANÁLISIS

PROCEDENCIA: IVETH SARAI CUCHILLAS GAITAN	CONTROL: AL-906-386
MUESTRA: MANTEQUILLA DE SEMILLA DE MARAÑÓN, T1-R5	LOTE: NO DECLARA
	VENCIMIENTO: NO DISPONIBLE
	INGRESO: 05-JUN-2019
	MUESTREO: CLIENTE
	EMISIÓN: 14-JUN-2019

DETERMINACIÓN	ESPECIFICACIÓN	RESULTADOS
Índice de Peróxido Referencia: AOAC Official Method 965.33 Peroxide Value of Oils and Fats Titration Method First Action 1965. 19th Edition. Método: Titrimétrico Fecha final de análisis: 13-jun-2019	No Disponible	1.8 meq/Kg
Grasa Referencia: AOAC Internacional, 19 ava Edición, 2012. Método Oficial 991.36. Método: Soxtec Fecha final de análisis: 12-jun-2019	No Disponible	45.5 %

El informe corresponde a la muestra remitida y ensayada

Dra. Elizabeth Banegas de Salazar  
Directora de Laboratorio

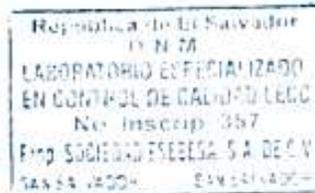
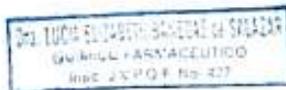


Figura A-5. Informe de resultados para determinación de grasa.

**INFORME DE RESULTADOS**

San Salvador, 09 de agosto de 2019

N° de Solicitud: SA1731	N° de Reporte: RA6625
<b>Datos del Cliente</b>	
Cliente:	Eliás Enrique Hernández Marín
Responsable:	Eliás Enrique Hernández Marín
Dirección:	Residencial Escalón, Calle Escorial, 32B, San Salvador.
Teléfono:	7301-0011
E-mail:	elijahhmarin@gmail.com

<b>Datos de la muestra</b>	
Naturaleza	T1
Fecha de ingreso:	25/07/2019
Hora de ingreso:	04:05 p.m.
Fecha de análisis:	02/08/2019
<b>Datos de recolección de muestra</b>	
Muestreo por:	Cliente

**REPORTE DE ANALISIS**

DETERMINACION BROMATOLOGICA	RESULTADO	METODO DE ANALISIS*
Actividad de Agua	0.315	American Public Health Association four edition, Chapter 64 4 Ed. 2001, Washington DC. Manual de instrucciones de equipo Novasina ms 1 aw modelo SSK 3

\*American Public Health Association

**CARACTERISTICAS Y CONDICIONES DE LA MUESTRA:** Mantequilla de marañón de color y olor característico. Recibido en frasco de vidrio.

**OBSERVACIÓN:** No se cuenta con norma de referencia con la cual comparar el resultado obtenido.

Su muestra se conservará por 24 horas después de la recepción del presente informe, para atender cualquier necesidad adicional.

Los resultados del presente reporte corresponden en procedencia y código a la muestra indicada. Por políticas de confidencialidad y derechos de autor, la reproducción total de este reporte debe ser autorizada por el cliente; el Centro de Control de Calidad Industrial no autoriza la copia parcial del reporte.

Atentamente,

**CENTRO DE CONTROL DE CALIDAD INDUSTRIAL S.A DE C.V – CCCI**

  
 Dra. Sulma Yanica Reyes de Serpas  
 Dirección Ejecutiva



El CCCI trabaja con un sistema de Calidad Implementado bajo la Norma NTS ISO/IEC 17025:2017 como parte de la garantía de calidad de nuestros análisis.

**Figura A- 6.** Informe de resultados para la determinación de actividad de agua.



**CENSALUD**

Centro de Investigación y Desarrollo en Salud  
Universidad de El Salvador

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD MICROBIOLÓGICO**

Ciudad Universitaria, Final 25 Avenida Norte, San Salvador, El Salvador. Teléfono No. (503) 2511-2028

**INFORME DE ANÁLISIS**

Nombre de la muestra: Mantequilla de marañón Código: 20190131-03  
 No. lote: \_\_\_\_\_ Fecha vencimiento: S/N  
 Solicitante: Elmer Bernal Fecha de emisión: 11/02/2019  
 (1) Detección de *Salmonella spp.*, Manual de Análisis Bacteriológico, BAM  
 Método: capítulo 5.  
 Fecha de Muestreo: No reportada Hora de Muestreo: No reportada  
 Persona que tomó la muestra: Elmer Bernal

Descripción: Producto semisólido de aspecto cremoso, con color café claro con olor a marañón de aspecto saludable.

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES*
<i>Salmonella spp.</i>	Ausencia en 25 gramos	Ausencia en 25 gramos

NMP: Número Más Probable; g: gramo(s) de muestra.

**OBSERVACIONES:**

- El informe corresponde únicamente a la muestra remitida y ensayada el 30/01/2019.
- \* Especificaciones basadas en RTCA 67.04.50:08 Alimentos. Criterios Microbiológicos para la inocuidad de alimentos, grupo 04 frutas y hortalizas, sub grupo 4.2.5

MSc. Amy Elieeth Morán Rodríguez  
QUIMICO-FARMACEUTICA



Fecha de análisis: 31-01-2019

Figura A- 7. Informe de resultados para determinación de *Salmonella spp.*