



<https://revistaagrocienza.wordpress.com/>

DOI:10.5281/zenodo.10944945

Artículo de investigación

## 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

Evaluation of two natural antioxidant additives in the production of cashew nut butter (*Anacardium occidentale* L.) and their effect on oxidative rancidity and sensory quality

Bernal-Ayala EA<sup>1</sup>, Cuchillas-Gaitán IS<sup>1</sup>, Hernández-Marín EE<sup>1</sup>, Ramos-Cortez S<sup>2</sup>, Bermúdez-Márquez MA<sup>2</sup>.

### RESUMEN

En la investigación se evaluaron dos aditivos antioxidantes naturales adicionados en mantequilla de semilla de marañón bajo tres tratamientos: T1 sin antioxidantes (testigo control), T2 con Tocoferoles (25 mg/kg) y T3 con Lecitina de soya (10 g/kg), con el propósito de conocer su efecto sobre la rancidez oxidativa y calidad sensorial en la mantequilla elaborada a partir de la semilla de marañón, por un periodo de 180 días, bajo un diseño completo al azar con seis repeticiones. En todos los tratamientos se utilizó semilla de marañón quebrada, aceite de oliva y dulce de panela. Las semillas se procesaron en molino de disco de 200 revoluciones y se depositó en frascos de vidrio de 225 gramos, almacenándose los tratamientos en caja de cartón a temperatura ambiente y bajo oscuridad. Se realizaron seis mediciones de índice de peróxido (IP) por tratamiento y tres evaluaciones sensoriales, en intervalo de 60 días cada una. Para las evaluaciones sensoriales se utilizó una prueba afectiva de aceptación, utilizando 30 panelistas, quienes calificaron el color, olor, sabor y textura. Los datos de las evaluaciones sensoriales, se analizaron a través del método multivariado de componentes principales, análisis de varianza y prueba estadística diferencia mínima significativa de Fisher (LSD) con una probabilidad del 0.05. Los valores de IP a los 120 días fueron no cuantificables (<0.2 meq/kg). La mantequilla mantuvo su estabilidad oxidativa, 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 existió efecto de los tratamientos sobre los atributos sensoriales evaluados, manteniéndose la aceptación entre "ligeramente agradable" y "agradable". Se encontró efectos significativos del factor tiempo en los atributos color y textura a los 180 días, siendo mejor evaluado el color, 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.

1 Departamento de Fitotecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

2 Docente Director, Departamento de Fitotecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

## ABSTRACT

In this research, two natural antioxidant additives added in cashew butter were evaluated, under three treatments: T1 without antioxidants (control control), T2 with Tocopherols (25 mg / kg) and T3 with soy Lecithin (10 g / kg). With the purpose of knowing its effect on oxidative rancidity and sensory quality in butter made from cashew seed, for a period of 180 days, under a randomized complete design with six repetitions. Broken cashew seed, olive oil and panela candy were used in all treatments. The seeds were processed in a 200 revolutions disk mill and placed in 225g glass jars. Treatments were stored in a cardboard box at room temperature and under darkness. Six peroxide index (PI) measurements per treatment and three sensory evaluations were performed. The measurement interval was 60 days each. For the sensory evaluations, an affective acceptance test was used, using 30 panelists, who rated the color, smell, taste and texture. The data from the sensory evaluations were analyzed using the multivariate principal components method, analysis of variance and the Statistical Minimum Difference Fisher's Test (LSD) with a probability of 0.05. The IP values at 120 days were not quantifiable (<0.2 meq / kg). The butter maintained its oxidative stability, since the IP values detected at 150 and 180 days are below the permissible limit (10meq / kg) defined by the Codex Alimentarius Standard for Edible Fats and Oils. There was no effect of the treatments on the sensory attributes evaluated, keeping the acceptance between "slightly pleasant" and "pleasant". Significant effects of the time factor were found in the color and texture attributes at 180 days, with color being better evaluated, while the texture decreased its level of satisfaction.

**Keywords:** Tocopherols, soy lecithin, peroxide index, cashew nut butter, sensory analysis.

## INTRODUCCIÓN

La nuez es el fruto verdadero del marañón (*Anacardium occidentale* L.) del cual se extraen los cotiledones, la parte comestible conocida como semilla o almendra de marañón (Álvarez 2017). Estas, se destacan por ser un alimento con un contenido de 46% de grasa, de las cuales 81.5% son ácidos grasos insaturados; así como 25% de proteína y 26.5% de carbohidratos (Montenegro y Obando 2015). Además son fuente de minerales como el calcio, fósforo, hierro, magnesio y vitaminas A, B, C y E.

En El Salvador, existe alrededor de 2,446 hectáreas de cultivo de marañón manejadas en su mayoría de manera orgánica (Martínez 2006), con una producción promedio anual de 944.5 TM (MAG 2017). Los productores asociados, generalmente realizan un proceso mecánico de separación de nueces; dicho proceso genera entre 40 a 54% de almendras quebradas (Constanza *et al.* 2017; Álvarez 2017); las cuales reducen la calidad y rentabilidad del producto final, ya que su precio es inferior a las almendras enteras exportadas hacia Estados Unidos, Francia, Reino Unido y Bélgica (Guzmán 2015).

Los productores para amortiguar las pérdidas, procesan esta clasificación de semillas en harina o simplemente las comercializan para la decoración

de productos de pastelería. Otra alternativa de aprovechamiento, es la elaboración de alimentos untables tipo mantequilla elaborada a partir de almendras horneadas y molidas, aceite vegetal, sal, azúcar, saborizantes y antioxidantes (Álvarez 2008). Análisis bromatológicos realizados en este alimento, han determinado que contiene 46.9% de grasa, 26.7% de proteína y 30.7% de carbohidratos (Constanza *et al.* 2017).

El alto porcentaje de lípidos en la mantequilla de semilla de marañón, sobre todo ácidos grasos insaturados y poliinsaturado (Álvarez 2008), propicia el fenómeno de rancidez oxidativa, que influye directamente en la vida útil del alimento por el desarrollo de sabores y olores indeseados, derivado de los compuestos aromáticos secundarios durante el proceso oxidativo, entre ellos aldehídos, cetonas, alcoholes, entre otros (Medina s.f.); así como disminuye el valor nutricional por la destrucción de los ácidos grasos, vitaminas y aminoácidos, alterando las características organolépticas que reducen la aceptabilidad del consumidor (Gallinger 2015).

La rancidez oxidativa se produce a través de una serie de reacciones de radicales libres, principalmente oxígeno atmosférico, que oxida los dobles enlaces de los ácidos grasos insaturados (Rojano 2000). Los radicales libres, son átomos o grupo de átomos,

que tienen uno o más electrones sin aparear en su última capa, por lo tanto son inestables y reaccionan destruyendo las moléculas grasas (Cortés s.f.) en la mantequilla. Para evaluar el grado de oxidación en este tipo de alimentos, se recurre a diversos métodos, entre ellos el Índice de peróxidos (Badui 2006), el cual requiere de instrumental de laboratorio.

El Índice de Peróxidos (IP), es una medida del oxígeno reactivo unido a las grasas en forma de radicales peróxidos e hidroperóxido, desarrollados en la fase inicial del proceso oxidativo (Moromisato 2015), expresado en mili-equivalentes de oxígeno por kilogramo de grasa (Meq/kg). El Codex Alimentarius (2015) en la Norma para Grasas y Aceites comestibles no Regulados por Normas Individuales, establece 10 meq/kg como valor límite para la comercialización de productos alimenticios, entre ellos los alimentos tipo mantequilla.

Para evitar los efectos generados por la rancidez oxidativa, la industria alimentaria recurre principalmente al uso de aditivos antioxidantes sintéticos, así como aceites vegetales hidrogenados como estabilizantes para evitar la separación de las grasas (Millán 2007), que bajo condiciones de humedad elevada, temperatura altas y la exposición directa a la luz y oxígeno, acelera el proceso oxidativo de los ácidos grasos (Gills y Resurrección 2000).

Los antioxidantes sintéticos, son cuestionados por su efecto tóxico y promotor de agentes cancerígenos (Armenteros *et al.* 2012). Esto ha derivado en la reducción de la utilización de estos antioxidantes, el desarrollo de investigación y uso de antioxidantes de origen natural (Mundo alimentario 2010) considerados seguros para la salud del consumidor (Flores 2011). Este tipo de antioxidantes, al igual que los sintéticos, previenen la oxidación de los ácidos grasos, al actuar como donadores de electrones que son captados por los radicales libres, convirtiéndolos en estables y no reactivos (Cortés s.f.).

El desarrollo de investigaciones sobre el uso de antioxidantes naturales en mantequilla de semilla de marañón son nulas en El Salvador; sin embargo

hay antecedentes de investigaciones foráneas en alimentos similares como la de Millán (2007), quien elaboró mantequilla de almendra nuez de nogal con ácido ascórbico como antioxidante natural; obteniendo un valor de IP de 1.49 meq/kg a los 49 días, para el tratamiento con antioxidante natural y 2.1 meq/kg para el testigo. Este mismo autor reportó una vida de anaquel de estos alimentos, sin la adición de antioxidantes de 60 días. Así mismo Solís (2003) en mantequilla de maní obtuvo un resultado de Índice de peróxido (IP) de 1.27 meq/kg a los 32 días, indicando que este valor puede llegar a 5.6 meq/kg a los 90 días.

En este sentido, el objetivo de esta investigación se centró en evaluar dos antioxidantes naturales (tocoferoles y lecitina de soya) en la elaboración de mantequilla de semilla de marañón y su efecto sobre la rancidez oxidativa a través de la determinación de IP; y calidad sensorial, utilizando una prueba afectiva, en la que se midió el nivel de aceptación de los atributos color, olor, sabor y textura. Adicional a esto, se determinó el porcentaje de grasa, actividad de agua ( $a_w$ ), *Salmonella spp.*, y análisis de costo por tratamientos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron aditivos antioxidantes naturales adicionados en mantequilla de semilla de marañón con el objetivo de determinar el efecto sobre la rancidez oxidativa y calidad sensorial durante 180 días, iniciando en el mes de diciembre de 2018, hasta junio de 2019. La elaboración de la mantequilla 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 envasó las unidades experimentales. El almacenamiento de los tratamientos se realizó en el Centro de Investigación y Desarrollo en Salud (CENSALUD) de la Universidad de El Salvador, y el desarrollo de las evaluaciones sensoriales en el aula de estudios de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. Esta se realizó en

dos fases: de procesamiento y laboratorio.

### Metodología de procesamientos

#### Materias primas:

Para la elaboración de la mantequilla de marañón se utilizó **semilla de marañón de clasificación pedazos pequeños, la cual se adquirió** de la Asociación de Productores Agroindustriales Orgánicos de El Salvador (APRAINNORES), panela de dulce molida usada como endulzante y aceite de oliva como mejorador de textura; ambos productos adquiridos en supermercado.

#### Antioxidantes naturales

La elaboración de la mantequilla de semilla de marañón, incluyó la incorporación de aditivos antioxidantes naturales los cuales fueron: Tocoferoles y lecitina de soya, ambos con especificaciones para ser utilizados en alimentos.

#### Equipos utilizados

Se utilizó principalmente: molino de discos TORINO de 200 revoluciones, balanza digital semi-analitica Z-DAUS, modelo FD15, balanza digital semi-analitica SCOUT PRO modelo SP40, termómetro digital TRACEABLE modelo RS-232 y estufa de gas CETRON de 6 quemadores.

#### Materiales y utensilios

Se usaron principalmente: recipientes plásticos, frascos de vidrio de 8 onzas con tapadera metálica, cucharas metálicas y de goma, bolsas de polietileno, mascarillas y redcillas desechables, guantes de polietileno y papel toalla.

#### Formulaciones utilizadas por cada tratamiento.

Se utilizó como base, la formulación desarrollada para mantequilla de semilla de marañón de Álvarez (2008), en la que incluyó Butilhidroxianisol y Terbutil Hidroquinona, como antioxidantes sintéticos e ingredientes como sal y azúcar. La formulación desarrollada incluyó cambios, entre ellos la utilización de antioxidantes naturales como tratamientos e incorporación de panela de dulce molida (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Formulas porcentuales y de producción para cada tratamiento de mantequilla de semilla de marañón.

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

### Proceso de elaboración

La mantequilla de semilla de marañón se elaboró siguiendo las siguientes etapas:

**Recepción de materia prima:** las semillas de marañón se recibieron en bolsas de polietileno de libra, previamente sometida a un tostado durante

60 minutos a 90 °C. Fueron almacenadas en cajas plásticas en un lugar seco a temperatura ambiente, separando impurezas como restos de testa o cáscara.

**Pesaje de ingredientes:** Los ingredientes fueron pesados en balanza digital de acuerdo a las cantidades por formulación.

**Primera molienda:** las semillas de marañón se molieron hasta obtener la pasta base con un tamaño de partícula de aproximadamente 50 micras.

**Formulación y mezclado:** se mezclaron los ingredientes con la pasta base, según formulación; adicionando la panela de dulce molida y aceite de oliva mezclado con el aditivo antioxidante correspondiente.

**Segunda molienda:** se realizó una segunda molienda por formulación, con la finalidad de homogenizar la mezcla y obtener una pasta más fina y sin grumos.

**Envasado:** los frascos de vidrio previamente esterilizados se llenaron con 225 gramos de mantequilla con la ayuda de bolsas de polietileno. Se colocaron las tapas y se cerraron herméticamente.

**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 total.

## Metodología de laboratorio

### Determinación de Índice de Peróxido (IP)

Las determinaciones de IP, se realizaron en el Laboratorio Especializado en Control de Calidad (LECC) ubicado en la ciudad de San Salvador. Se hicieron seis mediciones por tratamiento, con intervalo de 30 días cada una; apoyándonos con un método Titrimétrico. El resultado es expresado en mili-equivalentes de oxígeno por kilogramo de grasa (meq/kg).

### Determinación de grasas.

También se llevó a cabo 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 150 días de almacenamiento.

### Determinación de actividad de agua ( $a_w$ )

Se desarrolló en el laboratorio Centro de Control de Calidad Industrial (CCCI), ubicado en la ciudad de San Salvador, El Salvador. El análisis se aplicó a la muestra sin antioxidantes con 150 días de almacenamiento, de acuerdo con las pautas de la American Public Health Association (2001), capítulo 64.

### Determinación de *Salmonella* spp.

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 de CENSALUD; a los tres tratamientos, a los 15 y 180 días de almacenamiento.

### Análisis sensorial

Esto implicó realizar tres evaluaciones sensoriales a la mantequilla, a los 60, 120 y 180 días de almacenamiento; utilizando tres grupos integrados por 30 panelistas de tipo consumidor final, quienes midieron el nivel de aceptación de los atributos: color, olor, sabor y textura. Para la selección de los catadores, se tomó en cuenta que no fueran alérgicos a la semilla y que consumieran habitualmente este alimento o similares, como la mantequilla de maní.

Se utilizó una prueba afectiva de aceptación, utilizando una ficha de catación con una escala de 10 puntos por atributo, siendo el 1 "desagradable" y el 10 "agradable". 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 y de 7-10 = agradable.

Para cada atributo evaluado en la ficha de catación, el valor numérico se estableció según el punto marcado por el panelista en la escala (Figura 1).

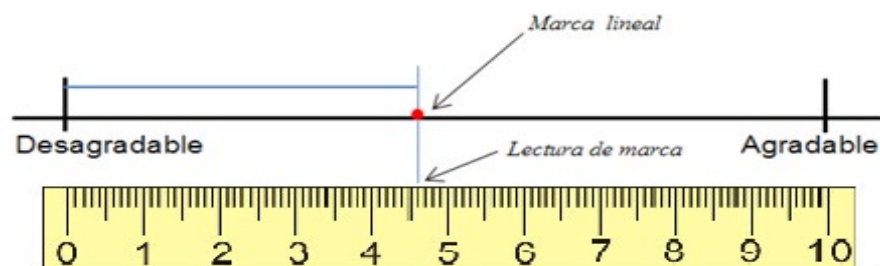


Figura 1. Ejemplo de lectura de la escala por atributo evaluado.

### Materiales utilizados e insumos

Para las evaluaciones sensoriales se utilizaron los siguientes materiales: fichas de catación, bolígrafos, bandejas desechables de aluminio, recipientes de papel plisado para degustación de 30 cc, paletas de madera para degustación, vasos desechables de papel de 6 onzas, servilletas, galletas de trigo, agua purificada, guantes de polietileno, mascarilla y reddecilla.

### 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.

### Preparación de muestras

Se codificaron los recipientes de degustación, según el cuadro de códigos establecidos para cada tratamiento, y se colocó aproximadamente 10 gramos de mantequilla en cada recipiente, acondicionándolos en tres bandejas de aluminio por tratamiento.

### Evaluación por catadores

A cada panelista se le entregaron tres fichas de catación, un lapicero, tres muestras de mantequilla, una por cada tratamiento; así como 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.

### Análisis de datos

Para el análisis de los datos obtenidos en la investigación, se aplicaron métodos descriptivos como el análisis sensorial a través de un análisis de componentes principales, y métodos inferenciales como el análisis de varianza, a través de un diseño completo al azar con tres tratamientos y seis repeticiones, haciendo un total de 18 repeticiones y una prueba estadística de diferencia mínima significativa. Constituyendo el factor de estudio: los antioxidantes naturales adicionados a las formulaciones de la mantequilla de semilla de marañón y el testigo control. La variable respuesta fue la rancidez oxidativa, la cual se midió a través de los valores de IP.

Para las evaluaciones sensoriales, se elaboró una base de datos en Microsoft Excel y se trasladó a una matriz simple en la base de datos del software estadístico Infostat versión estudiantil para análisis sensorial y método multivariado de componentes principales (ACP); utilizando un nivel de significancia del 5%, esto para el análisis exploratorio del comportamiento de los panelistas en el tiempo con respecto a los atributos evaluados.

### Determinación de costos

El análisis de costos por tratamientos, se realizó tomando en cuenta 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; comparando los tratamientos con la

finalidad de encontrar el tratamiento de menor costo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Índice de Peróxido (IP)

El índice de Peróxido (IP), es uno de los principales métodos para determinar el grado de oxidación de los lípidos contenidos en los alimentos, estos miden la formación de radicales peróxidos e hidroperóxidos formados durante el proceso oxidativo. En el Cuadro 2, 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.

La ausencia de valores en los primeros 120 días, no permitió 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 2).

**Cuadro 2.** Valores IP obtenidos en los tratamientos de mantequilla de semilla de marañón durante 180 días de almacenamiento.

Resultados de Índice de Peróxido (meq/kg)			
Días de almacenado	T1: Sin Antioxidante	T2 : Tocoferoles (25 mg/kg)	T3: Lecitina de Soya (10 g/kg)
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

Se observó un incremento de valores de IP de los 150 a los 180 días en todos los tratamientos (Cuadro 3). Tomando en cuenta las variaciones en este intervalo de tiempo, el tratamiento con mayor estabilidad oxidativa fue el T3, por presentar 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 puede decir, por la variación similar entre T1 y T2 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 ingredientes naturales tal como se utilizó en la investigación. Otro factor que podría explicar el efecto de los tocoferoles en la estabilidad oxidativa, puede ser la incorporación de forma aislada a 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.

**Cuadro 3.** Variación de valores de IP en los tratamientos de mantequilla de semilla de marañón de los 150 a los 180 días.

Resultados de Índice de Peróxido (meq/kg)			
Días de almacenado	T1: Sin Antioxidante	T2 : Tocoferoles (25 mg/kg)	T3: Lecitina de Soya (10 g/kg)
150	1.2	1.6	1.7
180	1.8	2.2	1.9
<b>Variación</b>	<b>0.6</b>	<b>0.6</b>	<b>0.2</b>

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 pudo determinar que los valores de IP obtenidos en la mantequilla de semilla de marañón en los tres tratamientos (Cuadro 2), se mantuvo por debajo del límite permisible durante los 180 días de estudio, lo cual demuestra su estabilidad oxidativa. Estos resultados difieren con la evaluación de Lima y Duarte (2000), citado por Álvarez (2008), quienes reportan una vida de anaquel en pasta untada 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; por tanto, 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 (Cuadro 2).

Así mismo, la mantequilla de semilla de marañón con un contenido de grasa de 45.5% (Cuadro 4), se puede comparar con los resultados obtenidos por Solís (2003) en mantequilla de semilla de maní sin adición de antioxidantes y con un contenido similar en grasa de 46.2%. A los 32 días de almacenamiento, la mantequilla de maní evaluada por Solís (2003), presentaba un IP de 1.27 meq/kg; cuestión que en la mantequilla de semilla de marañón no se presentó, durante el intervalo de tiempo más cercano, 30 días (Cuadro 2). 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 en ninguno de los tratamientos evaluados (Cuadro 2).

La estabilidad oxidativa que presento la mantequilla de semilla de marañón en todos los tratamientos, también se puede atribuir a la actividad de agua ( $a_w$ ). El valor obtenido del análisis de  $a_w$  fue de 0.315 (Cuadro 4), 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 en alimentos. Dicho autor obtuvo un valor de  $a_w$  de 0.364 en mantequilla de almendra 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.

**Cuadro 4.** Valor de contenido de grasa y actividad de agua ( $a_w$ ) en mantequilla de semilla de marañón en tratamiento sin antioxidantes a los 150 días de almacenamiento.

Indicado evaluado.	Valor obtenido.	Días de toma de medición
Valor de grasa	45.5%	150 al tratamiento sin antioxidantes.
Actividad de agua( $a_w$ )	0.315	150 al tratamiento sin antioxidantes

### Evaluación sensorial: análisis exploratorio

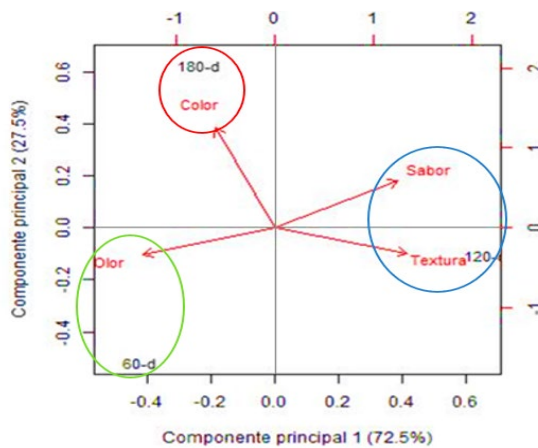
#### Análisis por componentes principales (ACP)

El análisis de componentes principales explicó el 100% de la variación, representando el componente 1

(eje X) el 72.50% de la variación, y el componente 2 (eje Y) 27.50%. La variación mostrada en el componente 1 fue explicada por los atributos: color, sabor y textura, y en el componente 2 por el atributo olor, para los tres momentos en que se realizaron los análisis sensoriales (60, 120 y 180 días). Según los panelistas

los atributos mejor evaluados en el CP1 fueron la textura, sabor y olor con autovalores de 0.57, 0.53 y -0.57, respectivamente, es decir, que 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 con un autovalor igual a 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 2).



Atributo	CP1	CP2
Color	-0.26	0.86
Olor	-0.57	-0.23
Sabor	0.53	0.40
Textura	0.57	-0.22
Panelistas	CP1	CP2
120 d	1.94	-0.19
180 d	-0.70	1.13
60 d	-1.24	-0.94

**Figura 2.** Representación gráfica del ACP y auto-vectores para atributos y panelistas, obtenidos a partir de las evaluaciones sensoriales.

### Resultados del análisis sensorial

En el Cuadro 5 se presenta el resumen de los efectos de significancia de los atributos evaluados de la mantequilla de semilla de marañón, los cuales a partir del cuadro de valores de probabilidad se encontró 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 5.** 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

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

Estadísticamente en los tres tiempos en donde se realizó la evaluación sensorial, los atributos color y textura, mostraron diferencias significativas, esto de

acuerdo a la ponderación de las medias (Cuadro 6). Es decir que los panelistas que evaluaron el color a los 60 y 120 días percibieron menor aceptabilidad, en contraste a los catadores que percibieron con mayor agrado dicho atributo a los 180 días. Lo mismo pasó con el atributo textura, el cual fue percibido con

menor agrado en las evaluaciones desarrolladas a los 60 y 180 días y con mayor agrado a los 120 días. En el caso de los atributos olor y sabor presentaron iguales

efectos para los tres tiempos de evaluación sensorial (Cuadro 6).

**Cuadro 6.** 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.
Color	7.43	B	7.35	B	8.19	A
Olor	7.57	A	7.14	A	7.4	A
Sabor	7.25	A	7.52	A	7.4	A
Textura	6.67	B	7.73	A	6.58	B

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

Estadísticamente los tratamientos en estudio presentaron iguales efectos sobre los atributos color, olor, sabor y textura, por lo que se califican con la misma letra (A). Es decir, los panelistas no detectaron ninguna diferencia en los atributos evaluados sensorialmente, calificándolos entre

“ligeramente agradable” y “agradable”; esto según las medias obtenidas entre 6.74 y 7.68 (Cuadro 7). Esto es positivo, ya que según Padilla y Duran (2000), uno de los criterios importantes a la hora de elegir antioxidantes naturales, debe ser que estos no cambien las características organolépticas del alimento donde se incorporan en cuanto a color, olor, sabor y textura.

**Cuadro 7.** Resumen de medias y códigos de diferencias significativas entre los tratamientos y los atributos sensoriales evaluados por los panelista.

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

### Análisis confirmatorio por atributo

#### Atributo color

Según el análisis de varianza el factor tiempo, está produciendo efectos significativos sobre el atributo color con una probabilidad igual a 0.05 (Cuadro 8); es decir, el color de la mantequilla de semilla de marañón varía de acuerdo al tiempo, según la

apreciación de los panelista (Cuadro 8). Al aplicar la prueba de Diferencia Mínima Significativa (LSD Fisher), se determinó que el efecto significativo, está siendo generado en la evaluación de los panelistas a los 180 días, la cual corresponde a la media mayor (8.20) obtenida en las tres evaluaciones desarrolladas (Cuadro 9). Así, el color fue mejor evaluado por el grupo de panelistas a los 180 días en comparación a los 60 y 120 días.

**Cuadro 8.** Análisis de varianza para la variable color.

Cuadro de Análisis de la varianza (SC tipo III)					
FV	SC	GL	CM	F	p-valor
<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			

**Cuadro 9.** Prueba de Diferencia Mínima Significativa (LSD Fisher) para el tiempo y la variable color.

Test: LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.56126				
Error: 3.6565 gl:265				
Tiempo	Medias	n	E.E	
<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>

### Atributo textura

Según el análisis de varianza el factor tiempo, está produciendo efectos significativos sobre el atributo textura con una probabilidad igual a 0.05 (Cuadro 10), determinando que la textura de la mantequilla de semilla de marañón varía de acuerdo al tiempo, según la apreciación de los panelistas que realizaron las evaluaciones sensoriales. Al aplicar la prueba de Diferencia Mínima Significativa (LSD Fisher), se determinó que el efecto significativo, está siendo generado en la evaluación de los panelistas a los 120 días; la cual corresponde a la media mayor (7.73) obtenida en las tres evaluaciones desarrolladas (Cuadro 11). Así, 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, donde la media disminuyó.

**Cuadro 10.** Análisis de varianza para la variable textura.

Cuadro de Análisis de la varianza (SC tipo III)					
FV	SC	GL	CM	F	p-valor
<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			

**Cuadro 11.** Prueba de Diferencia Mínima Significativa (LSD Fisher) para el tiempo en la variable textura.

Test: LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.71536				
Error: 5.9400 gl:265				
Tiempo	Medias	N	E.E	
<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>

McNeill *et al.* (2002), menciona que la textura es de las propiedades sensoriales de los alimentos que juega un papel importante en el atractivo del consumidor y es el atributo más dominante de las preferencias de los consumidores para muchos alimentos manufacturados. En la investigación se identificó que el nivel de aceptación de la textura disminuyó a los 180 días, esto probablemente se deba a la separación del aceite en la mantequilla de semilla de marañón a partir de los 150 días.

### Atributo sabor y olor

Según el análisis de varianzas (Cuadro 12 y 13) el factor tiempo y los tratamientos en estudio están produciendo iguales efectos sobre el atributo olor y sabor, con una probabilidad igual a 0.05. Es decir, los tratamientos y el tiempo no tuvieron ningún efecto en la aceptabilidad de los panelistas sobre el atributo olor y sabor.

**Cuadro 12.** Análisis de varianza para la variable sabor.

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

**Cuadro 13.** Análisis de varianza para la variable olor.

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

Delgado (2014) y Gallinger (2015), afirman que la oxidación altera las características organolépticas por la generación de sabores y olores desagradables por el

desarrollo de sustancias volátiles (aldehídos, cetonas e hidrocarburos) generadas por el deterioro oxidativo que reduce la aceptabilidad del consumidor. Sin embargo, en la mantequilla de semilla de marañón, los panelista no percibieron alteración en los atributos evaluados; por tanto, la mantequilla de semilla de marañón mantuvo su nivel de aceptabilidad para los panelistas durante 180 días.

### Análisis microbiológico

Las muestras analizadas de los tres tratamientos presentaron ausencia de *Salmonella* spp. en 25 gramos, es decir cumplen con el límite permisible establecido por RTCA de Criterio Microbiológicos (2009) para mantequilla de maní y otras nueces (Cuadro 14). Los resultados obtenidos en parte se deben, a la baja actividad de agua obtenida en la mantequilla de 0.315 que según Constanza *et al.* (2017), evita el deterioro microbiológico. Así mismo, comprueba lo afirmado por Lima y Duarte (2006) que en actividades de agua por debajo de 0.6, el crecimiento microbiano es nulo.

**Cuadro 14.** Resultados de detección de *Salmonella* spp. en la mantequilla de semilla de marañón.

Resultados de detección de <i>Salmonella</i> spp.			
Tiempo	T1: sin antioxidante	T2: Tocoferoles (25 mg/kg)	T3: Lecitina de Soya (10 g/kg)
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

### Costo por tratamiento

La determinación de costos por tratamiento, se determinó a través de los costos variables a partir de la producción de 8 libras de mantequilla de semilla de marañón. A los tratamientos que incluyen la adición de antioxidantes naturales 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 sin la adición de antioxidantes fue de USD\$2.61 por envase de 225 gramos; comparando este resultado con los costos variables que involucra la utilización de antioxidantes, se observó un aumento en los costos debido a que este es un ingrediente adicional en la

formulación (Cuadro 15).

El uso de los antioxidantes naturales: tocoferoles y lecitina de soya, elevan los costos de la mantequilla en un 3.00%, 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 de los cuales el 81.50% son ácidos grasos insaturados (Álvarez 2008), por ello necesita la adición de antioxidantes para evitar la rancidez oxidativa, siendo un factor a considerar a la hora de elaborar este tipo de alimentos.

**Cuadro 15.** Costos variables por tratamiento de mantequilla de semilla de marañón.

Insumos	Unidad	Costo 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>

## CONCLUSIONES

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.

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.

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, considerados como “ligeramente agradable” y “agradable”.

El tiempo influye significativamente en los atributos: color y textura, siendo el color mejor evaluado; mientras que la textura disminuyó su nivel de agrado a los 180 días de almacenamiento. Por lo tanto, los atributos más representativos de la calidad sensorial para este tipo de alimento son: la textura y color.

El tratamiento que presentó menor costo fue T1: sin antioxidante (USD\$ 2.61) y los de mayor costo fueron T2: Tocoferoles (USD\$ 2.68) y T3: lecitina de soya

(USD\$ 2.66) por unidad de 225 gramos.

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.

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.

## 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.
- Armenteros, M; Ventanas, S; Morcuende, D. 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.
- 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.
- Cortés, MJ. s.f.** Aditivos antioxidantes. (en línea). Consultado 2 de jul. 2019. Distrito Federal, MX. Disponible en: <https://biosalud.org/archivos/divisiones/4aditivos%20antioxidantes.pdf>
- 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/>
- 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>
- 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.
- 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
- 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.
- 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 (en línea). Consultado 12 abr. 2018. Tesis Ing. Brasilia, Brasil. Instituto de Educación Tecnológica. Disponible. 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.
- 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://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/vitae/article/download/.../11743>
- Millán, AC. 2007.** Desarrollo de Mantequilla de nuez (*Juglans regia* L.), variedad semilla california. 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.
- Moromisato, JP. 2015.** Eficacia antioxidante de los compuesto fenólicos de la Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) en la estabilidad del aceite de linaza (*Linum usitatissimum* L.). Tesis Ing. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria. 110 p.
- McNeill, K; Sanders, T; Civile, G. 2002.** Análisis descriptivo de mantequillas de maní cremosas disponibles comercialmente. *J. Sens. Studies* 17, 391-414.
- 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>
- Padilla, B. y Duran, R. 2000.** Actividad antioxidante

de las vitaminas C y E y de la provitamina A. Sevilla, España. CSIC. 5 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.

**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.

**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.