

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA

FACULTAD DE ZOOTECNIA Y ECOLOGÍA

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO



**SALCHICHAS FRANKFURT ADICIONADAS CON NUEZ PECANERA Y
ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO**

POR:

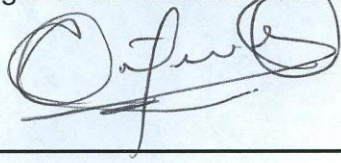
I. Z. S. P. DANIELA OROZCO MARRUFO

TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE

Maestro en Ciencias

Área Mayor: Tecnología de Productos de Origen Animal

Salchichas Frankfurt adicionadas con nuez pecanera y aceite esencial de orégano. Tesis presentada por Daniela Orozco Marrufo como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias, ha sido aprobado y aceptado por:



Ph. D. Carlos Ortega Ochoa
Director de la Facultad de Zootecnia y Ecología



Ph. D. Alma Delia Alarcón Rojo
Secretaria de Investigación y Posgrado



D. Ph. Agustín Corral Luna
Coordinador de Académico



Ph. D. Alma Delia Alarcón Rojo
Presidente

19 de Noviembre de 2016

Fecha

Comité

Ph. D. Alma Delia Alarcón Rojo
Dr. José Arturo García Macías
Dr. Eduardo Santellano Estrada
D. Ph. Celia Chávez Mendoza

© Derechos Reservados

DANIELA OROZCO MARRUFO

DIRECCIÓN: PERIFÉRICO
FRANCISCO R. ALMADA KM. 1,
CHIHUAHUA, CHIH., MÉXICO C.P.
31453

NOVIEMBRE 2016

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Dra. Alma Delia Alarcón Rojo por su asesoría en la realización del proyecto de investigación en la tesis de maestría y a los Doctores Celia Chávez Mendoza, José Arturo García Macías y Eduardo Santellano Estrada por su valiosa aportación y colaboración en este trabajo. Así como al Posgrado de la Facultad de Zootecnia y Ecología por la oportunidad de pertenecer a la población estudiantil.

Expreso también mi agradecimiento A CONACyT por el apoyo económico para la realización de mi maestría, a la Fundación Produce Chihuahua por el financiamiento del proyecto de esta investigación y al INIFAP, instancia acreedora del proyecto, por permitirme participar en él. Asimismo agradezco al Ing. Oswaldo Ronquillo, responsable técnico del proyecto, por la oportunidad brindada para la realización de esta tesis.

Les doy mi gratitud a mis padres y mi esposo por todo su amor, apoyo y comprensión. De igual manera agradezco a mi amiga Esmeralda que estuvo conmigo a lo largo de este camino y a todas las personas que de alguna u otra manera me ayudaron y aportaron en la investigación.

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a mis compañeros de posgrado y a mí que nos estamos preparando para realizar investigación innovadora y útil para la industria cárnica.

CURRICULUM VITAE

La autora nació el 06 de Mayo de 1990, en Santa Clara, Namiquipa, Chihuahua, México.

- | | |
|-------------|---|
| 2005 – 2008 | Estudios de bachillerato en el Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica de Chihuahua, Chih. Plantel II (CONALEP II), obteniendo el título de Técnico-Bachiller en Informática. |
| 2008 – 2012 | Estudios de Licenciatura en la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chih., México. |
| 2013 – 2015 | Estudios de Maestría en la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua |

RESUMEN

SALCHICHAS FRANKFURT ADICIONADAS CON NUEZ PECANERA Y ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO

POR:

I. Z. S. P. DANIELA OROZCO MARRUFO

Maestría en Ciencias en Producción Animal

Secretaria de Investigación y Posgrado

Facultad de Zootecnia y Ecología

Universidad Autónoma de Chihuahua

Presidente: Ph. D. Alma Delia Alarcón Rojo

El objetivo de este estudio fue evaluar las propiedades fisicoquímicas, bromatológicas, perfil de ácidos grasos, oxidación y características sensoriales de salchichas Frankfurt con adición de aceite esencial de orégano (AEO) [100 ppm *Poliomintha longiflora* Gray (P) o *Lippia berlanderi* Schauer (L)], 6 % pasta de nuez pecanera (N) o su combinación (PN, LN). El Control, P y L presentaron el pH más bajo ($p < 0.05$) y la mayor intensidad al color rojo, sin embargo el control fue menor en intensidad de color amarillo ($p < 0.05$). La salchicha control fue la más blanda y la del tratamiento P fue la de mayor dureza ($p < 0.05$). Los productos con menor ($p < 0.05$) humedad fueron el control mientras que los tratamientos P y L presentaron el mayor contenido de proteína. LN mostró mayor nivel de oxidación ($p < 0.05$), pero ésta disminuyó ($p < 0.05$) en todos los tratamientos a los 7 d de almacenamiento. El tratamiento L generó mayor dureza en el análisis sensorial, mejor olor, sabor y color, sin embargo, el control

y el tratamiento N fueron los preferidos por los consumidores. De acuerdo a las variables evaluadas el tratamiento P fue el mejor, sin embargo el consumidor prefirió el tratamiento N. La inclusión de AEO de estas variedades así como la pasta de nuez en este estudio provocaron cambios importantes en las características fisicoquímicas, bromatológicas y oxidación de lípidos en la salchichas Frankfurt pero no en su perfil de ácidos grasos.

ABSTRACT

FRANKFURT SAUSAGES ADDED WITH PECANERA WALNUT AND OREGANO ESSENTIAL OIL

BY:

DANIELA OROZCO MARRUFO

The aim of this study was to evaluate the physicochemical, composition, fatty acid profile, oxidation and sensory properties of Frankfurt sausage after the addition of oregano essential oil [100 ppm *Poliomintha longiflora* Gray (P) or *Lippia berlanderi* Schae (L)], 6 % pecan nut paste (N) or their combination (PN, LN). Control, P and L had the lowest pH ($p < 0.05$) and they showed the highest red intensity, whereas the control was the lowest in yellow ($p < 0.05$) intensity. The control sausages were the most softer and treatment P was the hardest ($p < 0.05$). Control was the lowest ($p < 0.05$) in water content and the P and L treatments had the highest protein content. LN showed high oxidation level ($p < 0.05$), but the oxidation decreased ($p < 0.05$) in all treatments after 7 d of storage. Sausages of L treatment were the hardest in sensory analysis, with better smell, taste and color than the other treatments, however, the control and N treatment were preferred by consumers. According to the evaluated variables P treatment was the best, but the consumer preferred the N treatment. The inclusion of these varieties and pecan nut paste causes significant changes in the physicochemical, composition characteristics and lipid oxidation but not in fatty acids profile in Frankfurt sausages.



CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	viii
LISTA DE CUADROS.....	xii
LISTA DE CUADROS DE APÉNDICE.....	xiii
LISTA DE GRÁFICAS.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Salchichas Frankfurt.....	3
Sustitución de Grasa.....	4
Características de la Salchicha Frankfurt.....	8
Características Fisicoquímicas.....	8
Características Bromatológicas.....	9
Perfil de ácidos grasos.....	10
Oxidación de lípidos.....	12
Propiedades sensoriales.....	14
MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
Características de las Materias Primas Empleadas para la Elaboración de las Salchichas Frankfurt.....	16
Diseño de Tratamientos.....	16
Formulación de las Salchichas Frankfurt.....	17
Proceso de Elaboración de las Salchichas Frankfurt.....	17



Análisis Realizados y Variables Respuesta.....	19
Análisis fisicoquímico.....	19
Análisis bromatológico.....	20
Determinación del perfil de ácidos grasos.....	20
Determinación de la oxidación de lípidos.....	23
Análisis sensorial.....	23
Análisis Estadístico.....	23
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
Análisis Fisicoquímicos.....	26
pH.....	26
Capacidad de retención de agua (CRA) y pérdida por goteo (PG).....	28
Color.....	28
Textura.....	29
Análisis Bromatológicos.....	30
Humedad.....	30
Cenizas.....	31
Proteína.....	33
Grasa.....	34
Correlación de las Variables Analizadas en los Tratamientos ...	35
Perfil de Ácidos Grasos en Salchichas Frankfurt.....	36
Oxidación de Lípidos.....	40
Entre tratamientos.....	40



A través del tiempo.....	40
Interacción.....	42
Análisis de Correspondencia de la Evaluación Sensorial de	
Consumidor.....	44
Textura.....	44
Olor.....	47
Sabor.....	49
Color.....	51
Frecuencias Relativas de Preferencia en las Salchichas	
Frankfurt.....	51
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	55
LITERATURA CITADA.....	56
APÉNDICE 1.....	70



LISTA DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Estudios realizados adicionando nuez como sustituto de grasa en productos cárnicos.	6
2	Perfil de ácidos grasos (g) en grasa de diferentes especies y productos Cárnicos (por 100 g de alimento).	13
3	Formulación de las salchichas Frankfurt (%).	18
4	Variables fisicoquímicas en salchichas Frankfurt adicionadas con dos variedades de aceite de orégano y pasta de nuez pecanera.	28
5	Variables bromatológicas (%) en salchichas Frankfurt adicionadas con dos variedades de aceite de orégano y pasta de nuez pecanera.	32
6	Contenido de ácidos grasos en salchichas Frankfurt adicionadas con dos variedades de aceite de orégano y pasta de nuez pecanera (% del total).	38



LISTA DE CUADROS DEL APÉNDICE

Cuadro		Página
11	Coefficiente correlación en las variables analizadas en los tratamientos	70



LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica		Página
1	Oxidación entre tratamientos en las salchichas Frankfurt adicionadas con dos variedades de aceite de orégano y nuez pecanera.	39
2	Oxidación a través del tiempo en salchichas Frankfurt adicionadas con dos variedades de aceite de orégano y pasta de nuez pecanera.(todos los tratamientos se reportan en esta gráfica).	41
3	Interacción de la oxidación entre tiempo y tratamientos en salchichas Frankfurt adicionadas con aceite esencial de orégano y nuez pecanera.	43
4	Escalas de textura en salchichas Frankfurt (agradable, regular y desagradable) con respecto a tratamientos que consideran diferenciación en la adición de dos variedades de AEO y pasta de nuez pecanera.	46
5	Escalas de olor en salchichas Frankfurt (agradable, regular y desagradable) con respecto a tratamientos que consideran diferenciación en la adición de dos variedades de AEO y pasta de nuez pecanera.	48
6	Escalas de sabor en salchichas Frankfurt (agradable, regular y desagradable) con respecto a tratamientos que consideran diferenciación en la adición de dos variedades de AEO y pasta de nuez pecanera.	50
7	Escalas de color en salchichas Frankfurt (agradable, regular y desagradable) con respecto a tratamientos que consideran diferenciación en la adición de dos variedades de AEO y pasta de nuez pecanera.	52
8	Frecuencias relativas observadas para la preferencia por un panel de consumidores en salchichas Frankfurt adicionadas con aceite de dos variedades de orégano y nuez pecanera.	54



INTRODUCCIÓN

La salchicha Frankfurt es uno de los productos cárnicos procesados más consumidos en el mundo. Por lo que la industria procura mejorar continuamente su formulación para adaptarlo a las preferencias de los consumidores. Las salchichas Frankfurt son emulsiones cárnicas principalmente de cerdo, bovino y ave, sin embargo, existen productos elaborados con carne de res provenientes de los cuartos delanteros del animal con gran cantidad de grasa y tejido conectivo (Ruiz *et al.*, 1993).

Una tendencia actual de la industria es la sustitución de la grasa animal de la emulsión por aceites vegetales con el objetivo de hacer los productos más nutritivos y prevenir enfermedades relacionadas con la nutrición como son las cardiovasculares, la hipertensión y la obesidad, siempre y cuando los productos mantengan sus características fisicoquímicas y una vida de anaquel adecuada. El aceite esencial de orégano ha adquirido mayor importancia en el desarrollo culinario (Silva - Vázquez y Morales - Ángeles, 2008) por dar el sabor característico y aportar propiedades antifúngicas, antibacterianas y antioxidantes a los alimentos y que pueden proporcionar un impacto positivo en la salud humana (García – Pérez *et al.*, 2012).

Estas características dependerán de la variedad de orégano que se utilice. En el noroeste del país, se emplea *Lippia graveolens*, *Origanum vulgare* y *Origanum onites* (Aranda - Ruiz *et al.*, 2009); sin embargo, existen otras variedades como *Poliomintha longiflora* Gray, que no se han utilizado y que se



sabe que su actividad antioxidante es mayor que en las variedades mencionadas (Aranda - Ruiz *et al.*, 2009 ; Rodríguez – Salinas 2014).

La sustitución de grasa animal en una emulsión cárnica por grasa vegetal como la de la nuez pecanera, aporta el beneficio de los antioxidantes, fibra dietética y modifica el perfil de ácidos grasos del producto ya que los ácidos grasos de la nuez, en su mayoría, son insaturados (65 a 70 %). La unión de estos dos ingredientes en una emulsión genera un producto con mejores características nutricionales, funcionales y sensoriales (Viuda-Martos *et al.*, 2009). Por lo que el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la inclusión de aceite de orégano y pasta de nuez en las propiedades bromatológicas, fisicoquímicas, perfil de ácidos grasos, oxidación y características sensoriales de salchichas Frankfurt.



REVISIÓN DE LITERATURA

Salchichas Frankfurt

La salchicha Frankfurt es un producto cárnico procesado ampliamente conocido el cual es elaborado principalmente con carne de cerdo, bovino, ave y una variedad de condimentos (Jiménez – Colmenero *et al.*, 2010). La utilización de los cuartos delanteros de la res para la elaboración de este producto es básicamente para reducir costos de producción y dar un valor agregado a estos tipos de cortes. Sin embargo, se pone en riesgo la homogeneidad de la emulsión y algunas propiedades como la textura del producto final debido a la gran cantidad de tejido conectivo y menor cantidad de carne magra presente en estos cortes (Ruiz *et al.*, 1993), por ello en la actualidad se está empleando principalmente carne de ave.

Los ingredientes empleados para la elaboración son la sal, nitritos, grasa y condimentos que dan el sabor característico de la salchicha. Los condimentos están formados por pimienta blanca y negra, canela, ajo y nuez moscada. La salchicha Frankfurt es una pasta llamada emulsión cárnica que se forma por medio de dos fases; la fase discontinua donde están presentes las gotas microscópicas de grasa y la fase continua donde están las proteínas miofibrilares que rodean las gotas de grasa. Estas dos fases forman una matriz que con tratamiento térmico mantienen su estabilidad (Méndez-Zamora, 2013). Las emulsiones cárnicas son embutidas en fundas naturales o artificiales que al cocinarse dan el tamaño, forma y firmeza del producto final.



Sustitutos de Grasa

En los últimos años, la ciencia de la nutrición y la industria cárnica se han enfocado en la optimización de la calidad de los productos cárnicos sustituyendo ingredientes de la formulación por otros que sean benéficos para la salud del consumidor (Ayo *et al.*, 2008). Esta sustitución da origen a los alimentos funcionales, diseñados para aportar al organismo los nutrientes requeridos para las diferentes etapas fisiológicas (Serrano *et al.*, 2005) y, sobre todo, ofrece al consumidor la gama de productos de bajas calorías como es la salchicha Frankfurt baja en grasa.

La sustitución de grasa se puede realizar con aceites de origen vegetal contenidos en frutos secos como la nuez pecanera, que contiene de 65 a 70 % de ácidos grasos insaturados (Oro *et al.*, 2008), de los cuales, aproximadamente el 73 % son ácidos grasos monoinsaturados, donde está presente el ácido graso oleico, y el 17 % son ácidos grasos poliinsaturados, como el ácido linoleico; se considera que éstos dos ácidos minimizan el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares (Madero, 2000; Álvarez *et al.*, 2011). La nuez además contiene componentes bioactivos que mejoran las propiedades sensoriales, fisicoquímicas y nutritivas como la fibra (5-10 %), proteína (14 %), arginina, vitaminas, minerales y polifenoles (Jiménez-Colmenero *et al.*, 2010; Serrano *et al.*, 2005).

Ayo *et al.* (2007) realizaron un estudio donde compararon salchichas Frankfurt con 25 % de nuez de castilla y dos tipos de salchicha, uno baja en grasa (6 %) y otro con un contenido normal de grasa (16 %). Reportando que el



perfil de ácidos grasos de la salchicha con nuez presenta mayor cantidad de ácidos grasos poliinsaturados (AGP; omega 3 y 6) además reportaron que es una fuente de magnesio, hierro, cobre y potasio.

La nuez en el Estado de Chihuahua, es un producto regional importante que se debiera incluir en la dieta diaria. SAGARPA en el 2010 reportó que el consumo per cápita era inferior a 250 g por año, mientras que en los Estados Unidos fue de hasta 2 kg, siendo este país y China los principales compradores de la producción de México y el Estado de Chihuahua participa con el 60 % de la producción nacional. La FDA en el 2004 (Ayo *et al.*, 2008) informa que en una dieta basada en 2000 kcal diarias que contenga 43 g de nueces podría ser de gran ayuda para la prevención tanto de enfermedades coronarias como de obesidad en la población.

La industria cárnica está desarrollando nuevas estrategias para aumentar la presencia de la nuez en la dieta de la población, como por ejemplo, reformulando productos cárnicos (Cuadro 1) para la incorporación de nuez en las salchichas Frankfurt (Ayo *et al.*, 2008) .

En los últimos años, la demanda del consumidor por alimentos más saludables ha llevado al desarrollo de productos cárnicos con un perfil de ácidos grasos insaturados y enriquecidos principalmente con antioxidantes (Álvarez *et al.*, 2011), por lo que se ha venido estudiando la implementación de aceites esenciales para su elaboración, como el aceite esencial de orégano, los cuales están libres de colesterol y contienen una alta relación de ácidos grasos monoinsaturados/saturados (Rivera - Ruiz, 2012).



Cuadro 1. Estudios realizados adicionando nuez como sustituto de grasa en productos cárnicos.

Autores	Estudio	Efecto de la nuez
Jiménez - Colmenero <i>et al.</i> (2003)	Adición de 10 y 15 % de nuez en filetes de res reestructurados	Reducción en pérdida por cocción, características sensoriales aceptables, aumento de la CRA y disminución de propiedades para ligar grasa.
Serrano <i>et al.</i> (2005)	Perfil nutricional de filetes de res adicionados con nuez de castilla.	Baja relación de lisina/arginina, mayor cantidad de AGM ¹ , mayor relación AGP ² /AGS ³ y bajo contenido de colesterol.
Ayo <i>et al.</i> (2008)	Elaboración de Salchichas adicionadas con 25 % de nuez de castilla.	No afecta la pérdida por cocción y color y el producto en general fue aceptado por el consumidor.
Ercoskun y Demircl (2010)	Reemplazo de grasa (15,30 y 45 %) de cerdo con pasta de nuez en salchichas secas “sukuk”	Incremento en la materia seca y mejor perfil de ácidos grasos

¹: Ácidos Grasos Monoinsaturados. ²: Ácidos Grasos Poliinsaturados y ³: Ácidos Grasos Saturados.



Los aceites esenciales son obtenidos de plantas, flores, semillas, hierbas, frutos y raíces y en la actualidad se han utilizado como sustitutos de grasa en emulsiones cárnicas (Brenes y Roura, 2010). Por su parte, el aceite esencial de orégano es un potente sustituto de grasa en productos cárnicos, como se había mencionado anteriormente además de poseer propiedades antioxidantes, también posee actividad antimicrobiana, llegando a eliminar microorganismos como *Salmonella typhimurium*, *E.coli*, *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus epidermis*, característica de mayor importancia para la industrias alimentaria, ya que favorece la inocuidad y la estabilidad del producto, además de protegerlo contra reacciones lipídicas (Arcila - Lozano *et al.*, 2004).

Hernández *et al.* (2005) reportaron que el aceite de orégano disminuye la cuenta microbiana de bacterias mesófilas al ser aplicado en carne de diferentes especies (ave, res y cerdo) además de dar una buena apariencia física por efecto de los agentes antioxidantes del aceite esencial.

El efecto antimicrobiano y antioxidantes de los aceites esenciales, está relacionado con los componentes timol y carvacrol principalmente (Dorman y Deans, 2000; Lambert *et al.*, 2001; Luna *et al.*, 2010) en concentraciones de 30 a 60% respectivamente del total de sus componentes contenidos en los aceites y su cantidad dependerá de la variedad de orégano que se emplee (Lawrence, 2008), por ejemplo; el AEO *Lippia berlandieri* contiene 12.3 % de timol y 29.8 % de carvacrol (Méndez-Zamora, 2012).



Varios reportes indican que la actividad antioxidante y microbiana en los aceites esenciales va en función de la variedad de orégano, factores ambientales y genéticos, así como la localización geográfica, la época de cosecha, parte de la planta utilizada y el método de aislamiento o extracción afectan la composición química del aceite esencial (AE; Juliano *et al.*, 2000; Faleiro *et al.*, 2002; y Roura, 2010; García – Pérez *et al.*, 2012), para *Orégano vulgare* la actividad antioxidante es de $67.71 \mu\text{mol ET g}^{-1}$ (base húmeda) mientras que para *O. majuricum* y *Poliomintha longiflora* el valor es de 71.64 y $92.18 \mu\text{mol ET g}^{-1}$ (García - Pérez *et al.*, 2012)

Además los aceites esenciales son una mezcla compleja de componentes (el limoneno, β -cariofileno, r-cimeno, canfor, linalol, α -pineno, carvacrol y timol), que dificulta la definición con exactitud las propiedades de éstos (Dorman y Deans, 2000), por lo que solo se caracterizan cuando un componente está presente con 85 % de concentración en el aceite esencial (Senatore, 1996; Russo *et al.*, 1998).

Características de la Salchicha Frankfurt

Características Fisicoquímicas. En los últimos años, los consumidores demandan productos cárnicos que sean seguros, nutritivos, con mínimo proceso de elaboración, ricos en variedad y atractivos en apariencia, textura, olor y sabor (Herrero *et al.*, 2008).

El tamaño promedio de la salchicha Frankfurt por lo general es de 12 cm de largo y 2 cm de diámetro y presentan color rosa (PROFECO, 2010). Para los



consumidores el color de las salchichas es considerado uno de los parámetros más importantes de calidad (Barbut, 2002). Podría determinarse por los pigmentos biológicos presentes en la carne con la que se elabora el alimento (Fernández-López *et al.*, 2002), aunque principalmente se debe al uso de colorantes naturales o artificiales que se añaden a la formulación de los productos.

La evaluación del color se lleva a cabo por medio del sistema CIE-Lab, L^* , a^* y b^* medido con colorímetros y espectrofotómetros donde L^* representa la luminosidad del producto, a^* la coordenada rojo-verde y b^* el componente amarillo-azul (Méndez-Zamora, 2013).

Por otra parte, otro atributo importante en el procesamiento de los productos cárnicos es la capacidad de retención de agua (CRA), responsable de la capacidad de ligar y retener el agua o los jugos propios o agregados durante la aplicación de algún tratamiento como presión, cocción, picado y congelado (Dutson, 1983; Rentería, 2003).

La determinación del pH es un parámetro importante en la fabricación de alimentos ya que esto nos ayuda en el control de las condiciones microbiológicas, además es considerado para determinar su grado de conservación ya que a medida que disminuye el valor de pH de un producto aumenta el grado de conservación (Sánchez, 2012). Los valores de pH en un producto cárnico oscilan entre 5.2 y 6.5 (NOM-122-SSA1-1994).

Características Bromatológicas. Las salchichas Frankfurt en promedio contienen 21 % de grasa, 13 % de proteína, y entre el 0.4 y 8.4 % de



carbohidratos que varían en función de la cantidad de almidón y sustitutos de proteína que se emplee en la formulación (PROFECO, 2007). Sin embargo, en los últimos tiempos han cambiado los porcentajes de estos parámetros, por ejemplo; en un estudio realizado por el Laboratorio Nacional para la Protección del Consumidor (PROFECO, 2010) en diferentes marcas comerciales de salchichas para Hot-Dog, la proteína era de 3.3 a 13 %, el laboratorio atribuye este bajo contenido a que actualmente las elaboran sólo con carne de ave, en comparación al pasado cuando las salchichas eran elaboradas con carne de res, cerdo, ave y sus mezclas. El contenido de carbohidratos varió de 3.3 a 19.9 %, al respecto el laboratorio dedujo que las industrias procesadoras adhieren a la formulación mayor cantidad de almidones y ligantes para minimizar costos. Con respecto al contenido de grasa, encontraron un contenido de 4.6 % a 31.9 %, esto lo atribuyeron a que todas las marcas evaluadas utilizaron grasa de origen animal.

Perfil de ácidos grasos. Las grasas además de ser una de las principales fuentes de energía en la dieta humana proporcionan ácidos grasos esenciales y vitaminas liposolubles. Se ha demostrado que el contenido de lípidos en carne magra es menor al 5 % (Chizoliini *et al.*, 1999) por lo que no se puede considerar la carne un alimento altamente energético, sin embargo; en algunos productos cárnicos más populares el porcentaje de energía llega hasta 40 a 50 % (Piña – Cárdenas, 2009), pero el consumidor no metaboliza la mayoría de este contenido (Jiménez – Colmenero *et al*, 2001).



Como ya se sabe, los ácidos grasos varían en su longitud, ya que pueden ser de cadena corta (4 a 6 C), mediana (8 a 12 C) y larga (14 a 20 C) y dentro de los ácidos grasos existen 4 familias de ácidos grasos poliinsaturados que son los omegas 3, 6, 7 y 9, esto depende de la ubicación del primer doble enlace del último carbono de la cadena hidrocarbonada, como el ácido linoleico y linolenico, estos son ácidos grasos esenciales no sintetizados por el organismo humano y se adquieren en la dieta. Siendo éstos ácidos (linoleico y linolenico) precursores de omegas 3 y 6 considerados de gran interés biológico (Chávez - Mendoza, 2011).

Es de suma importancia la cantidad de grasa que una persona ingiera, sin embargo, es de mayor interés el tipo de ácidos grasos que están presentes en los alimentos que ésta consume (Delgado-Pando, 2013). Las grasas en la carne, influyen en la proporción de ácidos grasos en la dieta (Lunn y Theobald, 2006).

La composición de los ácidos grasos en la carne influirá dependiendo de la especie, dieta del animal, la edad, peso, genética, raza y sexo. De igual manera se modificara el contenido de ácidos grasos si es un alimento procesado (Wood *et al.*, 2008). El ácido oleico (C18:1 n-9), palmitoleico (C16:1) y cis-vaccénico (C18:1 n-7) son los ácidos grasos monoinsaturados (AGM) que aparecen con más abundancia en la carne de cualquier especie además del linoleico (C18:2 n-6) y alfa-linolenico (C18: 3 n-3) como AGP (Delgado - Pando, 2013). El contenido de ácidos grasos poliinsaturados (AGP) es el que varía entre especies como se muestra en el Cuadro 2.



Cuadro 2. Perfil de ácidos grasos (g) en grasa de diferentes especies y Productos cárnicos (por 100 g de alimento)

	BOVINO	CERDO	SALCHICHAS
AGS			
C8:0	0.02	0.02	0.10
C14:0	0.12	0.07	0.37
C15:0	0.05	0.03	0.05
C16:0	0.94	1.20	5.88
C17:0	0.06	0.03	0.15
C18:0	0.53	0.60	2.96
AGM			
C16:1	0.12	0.12	0.57
C18:1	1.23	1.80	8.21
C18:1n7	0.30	0.51	2.68
C20:1	0.01	0.05	0.22
AGP			
C18:2n6	0.20	0.78	3.71
C18:3n3	0.01	0.06	0.27
C20:2n6	0.00	0.03	0.15
C20:4n6	0.01	0.03	0.06

AGS= Ácidos grasos saturados; AGM= Ácidos grasos monoinsaturados; AGP= Ácidos grasos poliinsaturados (Delgado-Pando, 2013)



Oxidación de lípidos. La grasa es un componente importante de los embutidos que influye positivamente en la calidad sensorial del producto. Banda-Padilla (2010) considera que es de suma importancia la elección del tipo de grasa, ya que una grasa demasiado blanda (grasa orgánica fundida para comercializar manteca) contendrá gran cantidad de ácidos grasos insaturados que aceleran el enranciamiento y con ello la alteración del sabor, color y aroma en el producto, además de acortar la vida de anaquel y el valor nutricional (Morrissey *et al.*, 1998).

Martín-Sánchez *et al.* (2011) reportaron que la grasa es afectada por dos importantes reacciones, la hidrólisis y la oxidación, donde los lípidos son afectados por la lipólisis y las reacciones oxidativas, dando como resultado la liberación de ácidos grasos, compuestos carbonilo y otras sustancias de bajo peso molecular que repercuten en el sabor del producto. Además la interacción de los ácidos grasos insaturados con el oxígeno da una primera reacción de rancidez, si bien no da el sabor pero provoca una coloración marrón en el producto (Chávez - Mendoza, 2011).

La oxidación puede iniciarse y ser acelerada por diferentes factores como el calor, la luz (especialmente luz UV) y diferentes sustancias orgánicas e inorgánicas en el producto como el Cu y Fe (Chen y Pan, 1997; Huss, 1999).

La salchicha Frankfurt es elaborada con alto contenido de grasa por lo que es necesario agregar a la formulación un antioxidante para inhibir el deterioro del producto a causa de la oxidación lipídica (Isaza - Maya *et al.*, 2012). En la actualidad se ha dado gran importancia a los antioxidantes naturales,



provenientes de extracciones de aceites principalmente, de plantas, semillas y especias (Burt, 2004; Viuda - Martos *et al.*, 2010a), que son adicionados a productos cárnicos para detener la oxidación, además de tener efectos positivos sobre la salud del consumidor (Wong *et al.*, 2006).

Propiedades sensoriales. El adicionar o sustituir un ingrediente en la formulación de cualquier producto cárnico, da paso a la modificación del sabor, color y textura, características sensoriales de gran importancia (Ayo *et al.*, 2008). Por lo que un análisis sensorial es una herramienta efectiva para demostrar la aceptación del alimento ante el consumidor. Diversos estudios se han realizado en la reformulación de las salchichas Frankfurt, adicionadas con nuez, aceites esenciales de plantas, semillas y frutas; y se ha comprobado el efecto de estos aditivos en las características sensoriales del producto final (Ayo *et al.*, 2008; Viuda – Martos *et al.*, 2010b; Martín - Sánchez *et al.*, 2011; Lorenzo y Franco, 2012). Las características sensoriales básicas de los productos alimenticios son el sabor, olor y color y éstas juegan un papel muy importante en la aceptación del consumidor además de la apariencia, tamaño, forma, textura y consistencia (Banda-Padilla, 2010).

El análisis sensorial de los alimentos se lleva a cabo por medio de pruebas afectivas, descriptivas y discriminativas. Las pruebas afectivas estudian las reacciones del consumidor ante un producto indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o no, o si prefiere uno u otro. Estas reacciones se evalúan mediante escalas hedónicas o preguntas de preferencia. Las pruebas discriminativas establecen si existe diferencia o no entre dos o más muestras y



el nivel o importancia de la diferencia. Para este tipo de prueba se emplean jueces semi-entrenados. Las pruebas descriptivas definen de manera objetiva las características de un producto mediante la intensidad de los atributos en los alimentos por medio de escalas no-estructuradas con el uso de panelistas entrenados (Anzaldúa - Morales, 1994).

Las pruebas de consumidor son las más efectivas para la aceptación del producto y evalúan respuestas hedónicas con una escala de 9, 7 o 5 puntos. La escala de nueve puntos es la más utilizada para las pruebas de consumidor y aceptabilidad de los alimentos; consiste en una medida bipolar balanceada con un valor neutro al centro con cuatro categorías positivas y cuatro negativas a los extremos, donde el 9 representa un agrado alto y el 1 un desagrado alto. Las palabras descriptoras que representan cada número en la escala son para ayudar a los panelistas en sus respuestas y también para interpretar el significado del valor a la respuesta (Anzaldúa-Morales, 1994; Meilgaard *et al.*, 1999).



MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en los laboratorios de Bioquímica y Nutrición Animal de la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua ubicada en el km 1 del Periférico Francisco R. Almada en la Ciudad de Chihuahua, México.

Características de las Materias Primas Empleada para la Elaboración de la Salchichas Frankfurt

Para la elaboración de las salchichas de este estudio se obtuvieron cortes congelados de cuello y cuartos delanteros de bovino procedentes de un establecimiento comercial. De la misma manera se adquirió la grasa de cerdo empleada en la elaboración. La extracción del aceite esencial de orégano (AEO) fue por arrastre de vapor, y se analizaron las muestras de aceite esencial por cromatografía de gases (Claus 500). A la nuez se le retiró la cáscara y la almendra se molió en un triturador casero.

Diseño de Tratamientos

Se consideraron seis tratamientos para investigar la sustitución de grasa animal por aceites esenciales de dos variedades de orégano *Lippia berlanderi* y *Poliomintha longiflora* Gray, así como pasta de nuez pecanera; haciendo ajustes en las formulaciones preliminares antes de la elaboración de las salchichas. Los tratamientos fueron C: Control (formulación tradicional), P: 100 pmm AEO *Poliomintha longiflora*, L: 100 ppm AEO *Lippia berlanderi* Schauer, PN: 100 pmm AEO *Poliomintha longiflora* además de 6 % de pasta de nuez, LN: 100 ppm AEO *Lippia berlanderi* Schauer además de 6 % de pasta de nuez y N:



solo 6 % de pasta de nuez. En la formulación, la proporción de grasa de cerdo varió de acuerdo a cada tratamiento.

Formulación de las Salchichas Frankfurt

Antes de empezar la elaboración de las salchichas se realizaron pruebas preliminares para estandarizar el proceso de obtención basándose en el método descrito por Deda *et al.* (2007) con algunas modificaciones. En el Cuadro 3 se muestran los ingredientes de la formulación estandarizada para cada tratamiento.

Proceso de la Elaboración de las Salchichas Frankfurt

Para elaborar las salchichas se siguió el siguiente proceso:

- 1) La carne parcialmente descongelada, fue colocada y picada en un cutter Hobart (Hobart Corporation, Modelo 84145; Troy, OH10, USA), durante 3 min, además se agregó sal, nitritos, ascorbato de sodio (en el caso del C control) y 1/3 de hielo, agregándolos lentamente.
- 2) Después fueron incorporados los polifosfatos, condimentos, vegamina y el azúcar más 1/3 de hielo por 2 min sin que la temperatura de la emulsión excediera 11 ± 1 °C.
- 3) La grasa parcialmente descongelada fue adicionada y molida por 2 min. El aceite esencial y la nuez se agregaron según el tratamiento además del resto del hielo.



Cuadro 3. Formulación de las salchichas Frankfurt (%).

Ingredientes	C	P	L	PN	LN	N
Carne	71.180	71.180	71.180	71.180	71.180	71.180
Grasa	10.670	10.670	10.670	4.670	4.670	4.670
Alginato	0.710	0.710	0.710	0.710	0.710	0.710
Hielo	14.500	14.500	14.500	14.500	14.500	14.500
Sal	1.420	1.420	1.420	1.420	1.420	1.420
Polifosfatos	0.140	0.140	0.140	0.140	0.140	0.140
Nitritos	0.140	0.140	0.140	0.140	0.140	0.140
Ascorbato	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030
*AEO	0.000	0.006	0.006	0.006	0.006	0.000
Pasta de Nuez pecanera	0.000	0.000	0.000	6.000	6.000	6.000
Condimentos	0.350	0.350	0.350	0.350	0.350	0.350
Vegamina	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
Azúcar	0.640	0.640	0.640	0.640	0.640	0.640

*Aceite Esencial de Orégano. C=Control; P= 100 ppm AEO *Poliomintha longiflora* Gray; L=100ppm AEO *Lippia berlanderii*; PN=P + 6% Nuez pecanera; LN= L + 6% Nuez pecanera; N= 6% Nuez pecanera.



- 4) Al obtener la emulsión cárnica se embutió en fundas de celulosa de 3 cm de diámetro con un molino TorRey (Modelo M-22 R1) adaptado con una boquilla, las salchichas fueron atadas manualmente con hilo de algodón cada 15 cm de largo.
- 5) Por cada tratamiento fueron empaquetadas al vacío y cocidas a baño María hasta alcanzar una temperatura interna de 70 ± 2 °C.
- 6) Posteriormente las salchichas se enfriaron con un baño de agua con hielo durante 20 min, se escurrieron por 10 min y se almacenaron en refrigeración a 4 °C hasta sus análisis.

Análisis Realizados y Variables de Respuesta

Análisis fisicoquímicos. A cada tratamiento, se le retiró la funda de salchicha, y se procedió a evaluar pH, color (L^* , a^* , y b^*), capacidad de retención de agua (CRA) y la pérdida por goteo (PG). El pH se midió con un potenciómetro manual para carne (HANNA Instrument HI99163N) con el electrodo insertado en la salchicha Frankfurt. La medición de pH se llevó a cabo en el momento de la realización de las otras pruebas fisicoquímicas. Todas las mediciones se llevaron a cabo por triplicado. Los parámetros de color se llevaron a cabo utilizando un colorímetro Minolta CR 400. Los valores se expresaron como L^* (luminosidad), a^* (tendencia al rojo), y b^* (tendencia al amarillo). La CRA se determinó por el método de prensa, modificado por Tsai y Ockerman (1981). Una muestra de aproximadamente 0,3 g se pesó en una balanza analítica y se colocó entre dos papeles de filtro de 2 cm^2 , que a su vez se colocaron entre dos placas de plexiglás, sobre el que se ejerció una presión



constante con peso de 5 kg, después se calculó por diferencia de peso y se expresó en porcentaje. La pérdida por goteo se evaluó por el método de Honikel y Hamm (1994), usando una porción de la salchicha Frankfurt de aproximadamente 3 g la cual se introdujo en un recipiente de plástico, suspendida por un hilo, posteriormente se selló el recipiente y se almacenó a 4 °C durante 48 h para calcular más tarde la PG por diferencia y expresado como un porcentaje. Para el análisis de textura se utilizó un texturómetro TXA. XT2i Texture Analyzer (Texture technologies Corp., Scarsdale, NY) Stale micro Stems Serrey, Inglaterra. Con una navaja Warner-Bratzler adaptada en el mismo texturómetro. Diez secciones centrales de cada muestra fueron usadas, estandarizadas a 2 cm alto y 3.0 de diámetro a una temperatura de 4 °C; las condiciones que se establecieron para la prueba fueron: velocidad pre-prueba de 2 mm s⁻¹, post-prueba de 10 mm s⁻¹ y una distancia de 30 mm.

Análisis bromatológicos. Las variables evaluadas mediante este análisis fueron: humedad, determinada por secado en horno a 100 °C por 24 h a peso constante; ceniza por incineración en mufla; proteína por micro-Kjeldahl y extracto etéreo por el método Soxhlet según el manual de Galyan (1980) y la Association of Oficial Analytical Chemist Inc. (AOAC, 1997).

Determinación del perfil de ácidos grasos. El perfil de ácidos grasos se determinó mediante la técnica de Bligh y Dyer (1959) modificada, la cual consistió en tomar 5 g de muestra parcialmente descongelada, y depositarla en un tubo cónico el cual se puso en un recipiente con hielo para conservar la baja temperatura de la muestra. Al tubo cónico se le agregaron 5 mL de agua



destilada, 10 mL de metanol y 5 mL de cloroformo y se procedió a homogenizar (homogeneizador eléctrico) por 2 min; después se agregaron 5 mL de cloroformo y se homogenizó nuevamente por 30 s. La mezcla se filtró a vacío, para ello se vertió en un embudo butcher con papel filtro Whatman número uno y un tubo cónico en la parte inferior del embudo, este se conectó a una máquina de vacío y se obtuvo una solución conteniendo los lípidos de la muestra, se esperó a la formación de dos fases, una superior conteniendo agua y metanol y otra inferior con cloroformo y los lípidos. La fase superior se desechó y la inferior se recuperó, después se pasó a través de un embudo de filtración al que se le colocó papel filtro conteniendo 3 g de sulfato de sodio para eliminar la humedad. La fase inferior se recuperó en un tubo de vidrio de 20 mL.

Posteriormente se procedió a saponificar los lípidos para lo cual a la fase inferior se le añadieron 4 mL de metóxido de sodio a 0.05 N y se procedió a calentarlo a 70 a 80 °C por 3 min o hasta alcanzar la ebullición en un baño maría con aceite mineral, se retiraron del baño maría y se enfriaron a temperatura ambiente por 5 min. Después se obtuvieron los metilésteres de los ácidos grasos, para ello a la mezcla saponificada se le agregaron 5 mL de trifluoruro de boro al 12 % y se calentó nuevamente por 3 min o hasta alcanzar la ebullición. Se retiró del baño maría y se enfrió a temperatura ambiente durante 5 min, posteriormente se agregaron 5 mL de N-heptano y 5 mL de solución saturada de cloruro de sodio, posteriormente se colocó en un Vortex por 30 s. En el tubo se presentaron dos fases de las cuales se recuperó la fase superior



con una pipeta y puntilla de 1 mL y se depositó en un matraz de 10 mL por medio de embudo y papel filtro con sulfato de sodio.

El líquido depositado en el matraz, se aforó con N-heptano. Los 10 mL se depositaron en un vial ámbar para proteger el contenido lipídico contra la luz y evitar que se afectara el perfil de ácidos grasos, también se aplicó un baño con nitrógeno líquido al interior del vial antes de cerrarlo y posteriormente se almacenó a una temperatura de -20 °C.

La determinación del perfil de ácidos grasos se realizó por la detección de los ésteres metílicos de ácidos grasos mediante cromatografía de gases con el equipo Perkin Elmer Precisely, modelo Claurus 400 equipado con un detector de flama ionizable (FID). La separación de los ésteres metílicos de ácidos grasos se llevó a cabo mediante una columna analítica de sílica fundida (Supelco SPTM-2380) con 30 m de longitud, 0.25 mm de diámetro interno y 0.2 µm de grosor de película.

La programación de la temperatura del horno inició a los 140 °C y se incrementó 4 °C/min hasta alcanzar los 240 °C donde se mantuvo por 30 min, la temperatura del puerto de inyección fue de 220 °C y del detector 220 °C. Se inyectó 1 µl de muestra, cada repetición obtenida para la extracción de grasa se inyectó por duplicado, en un puerto splitless/Split. Obteniendo seis lecturas de cada salchicha, el tiempo de corrida total por cada inyección fue de 36 min, El gas portador utilizado fue Helio (He). Los cromatogramas se almacenaron en una computadora marca Compac, el software utilizado fue TotalChrom versión 6.3.2 Copyright© 2008 PerkinElmer, Inc para Microsoft Windows XP.



La identificación de los ácidos grasos presentes en la muestra se realizó de acuerdo al tiempo de retención y al patrón de elución que acompañaba a la mezcla de estándares Supelco 37 component FAME Mix, varied conc. in dichloromethane. La cuantificación de los perfiles se realizó al tomar el área bajo la curva de los picos de cada ácido graso, este fue expresado como un porcentaje del total de la suma del área de los picos identificados.

Determinación de la oxidación de lípidos. La oxidación de los lípidos se evaluó usando la técnica de Piccini *et al.* (1986). Se mezclaron 30 g de salchicha Frankfurt triturada con 90 mL de HCl al 10 %, la mezcla se vertió en un tubo de destilado y se recuperaron 50 mL de solución. Se tomaron 2.5 mL de destilado y 2.5 mL una solución de ácido tiobarbitúrico al 0.02 M (TBA) y la mezcla se hizo reaccionar por 40 min a temperatura de ebullición, se enfrió a temperatura ambiente y se procedió a leer en un espectrofotómetro marca Thermo Spectronic Genesys 20 modelo 40001/4 (USA) a 538 nm para posteriormente hacer el cálculo de la cantidad de malonaldehído por kilogramo de muestra.

Análisis sensorial. Se realizó una prueba de consumidor a 65 panelistas de 18 a 23 años de edad, aplicando dos encuestas, la primera para evaluar la aceptación de los 4 atributos color, sabor, textura y olor mediante una escala de 7 puntos (1=muy agradable, 2=regularmente desagradable, 3= desagradable, 4= regular, 5= agradable, 6= regularmente agradable. 7= muy agradable) y la segunda encuesta fue para determinar la aceptación global de los productos.



Análisis Estadístico. Se realizó un análisis de correlación para las variables cuantitativas continuas involucradas en el estudio (físicoquímicas, bromatológicas, de oxidación y de concentración de ácidos grasos), lo anterior, a fin de contar con mayores elementos para la discusión de resultados de los efectos fijos estudiados. Se utilizó el procedimiento CORR del paquete SAS[®] (SAS, 2003).

La concentración de malonaldehído, para evaluar la oxidación de los lípidos, por tratamiento en el tiempo fue analizada mediante el procedimiento MIXED del paquete SAS[®] (SAS, 2003), bajo el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + P_j + T \times P_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

donde Y_{ijk} es la concentración de malonaldehído medida en la observación k para el tratamiento i repetida en el día j , μ es la media general, T_i representa el efecto del tratamiento i ($i = 1, 2, 3, 4, 5$), P_j representa el efecto del día j ($j = 0, 7$ días), $T \times P_{ij}$ representa el efecto de la interacción entre tratamiento i y día de almacenamiento j , y ϵ_{ijk} representa el error aleatorio medido en la observación k para el tratamiento i en el tiempo de almacenamiento j , el cual está idénticamente distribuido en forma normal con media cero y varianza σ^2 .

Para evaluar el efecto de los tratamientos sobre las variables físicoquímicas, bromatológicas y de concentración de ácidos grasos se realizó un Análisis de Varianza (ANOVA) mediante el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS[®] (SAS, 2003) y la comparación de medias con Tukey bajo el siguiente modelo:



$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde: Y_{ij} es la variable de respuesta medida en la observación j del tratamiento i , μ es la media general, T_i representa el efecto del tratamiento i ($i = 1, 2, 3, 4, 5$) y ε_{ijk} representa el error aleatorio medido en la observación k para el tratamiento i en el tiempo de almacenamiento j , el cual está idéntica e independientemente distribuido en forma normal con media cero y varianza σ^2 .

Adicionalmente se realizó un Análisis Multivariado de la Varianza (MANOVA) para evaluar el efecto global del tratamiento sobre el perfil de ácidos grasos, usando el mismo procedimiento GLM del paquete SAS[®] (SAS, 2003).

Para evaluar el efecto de los tratamientos sobre los niveles de las variables sensoriales, se realizó una prueba de Ji cuadrada mediante el procedimiento FREQ de SAS[®] (SAS, 2003) y para observar los niveles de similitud y correspondencia entre niveles de esas variables categóricas, se realizó un Análisis de Correspondencias mediante el procedimiento CORRESP del paquete SAS[®] (SAS, 2003).



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados obtenidos de los análisis realizados a la salchicha Frankfurt adicionada con aceite esencial de orégano y pasta de nuez pecanera.

Análisis Fisicoquímico

pH. La adición de AEO y nuez a las salchichas Frankfurt dio como resultado diferencias ($p < 0.05$) en el pH de los productos (Cuadro 4), entre los tratamientos y el control, siendo este último el de menor valor (5.96 ± 0.06). El pH de las salchichas de los tratamientos P y L fue similar ($p > 0.05$) entre ellos (6.01 ± 0.06 y 5.99 ± 0.06). El tratamiento que presentó mayor pH fue el tratamiento LN (6.30 ± 0.06), mientras que el pH de las salchichas fue similar ($p > 0.05$) entre los tratamientos L y N (6.28 ± 0.06).

Como se sabe, el pH está vinculado con la bioquímica del músculo al momento del sacrificio y es el reflejo de un adecuado desarrollo del *rigor mortis*, además es indicador de la calidad de la materia prima cárnica (Lawrie, 1998; Alarcón - Rojo et al., 2006; Méndez - Zamora, 2013). El pH presente en la carne de este experimento fue en promedio de 5.99, por lo que no se atribuye a estos factores la variación del pH observado en estos productos. En diferentes reportes explican que no hay una modificación en el pH al agregar aceite esencial de orégano y nuez a la elaboración de las salchichas (Ayo et al., 2008; Jiménez – Colmenero et al., 2005). Sin embargo se ha reportado (Frazier y Weshtoff, 1985; Park et al., 1988) que los alimentos proteicos suelen experimentar



Cuadro 4. Variables fisicoquímicas en salchichas Frankfurt adicionadas con dos variedades de aceite de orégano y pasta de nuez pecanera.

Características ²		Tratamientos ¹					
		C	P	L	PN	LN	N
	pH	5.96±0.06 ^c	6.01±0.06 ^{bac}	5.99±0.06 ^{bc}	6.28±0.06 ^{ba}	6.30±0.06 ^a	6.28±0.06 ^{ba}
	CRA %	58.11±4.82 ^a	64.64±4.82 ^a	67.33±4.82 ^a	59.60±4.82 ^a	58.27±4.82 ^a	59.60±4.82 ^a
	PG %	9.72±2.27 ^a	8.54±2.27 ^a	7.47±2.27 ^a	8.98±2.27 ^a	10.96±2.27 ^a	8.98±2.27 ^a
Color	L*	46.01±0.97 ^a	48.44±0.97 ^a	46.04±0.97 ^a	47.75±0.97 ^a	47.36±0.97 ^a	49.69±0.97 ^a
	a*	12.39±0.54 ^a	12.32±0.54 ^a	12.50±0.54 ^a	9.39±0.54 ^b	10.05±0.54 ^{ba}	9.51±0.54 ^b
	b*	7.81±0.20 ^b	10.60±0.20 ^a	9.96±0.20 ^a	10.41±0.20 ^a	10.65±0.20 ^a	10.62±0.20 ^a
	TEXT (kgf)	0.40±0.11 ^b	1.18±0.11 ^a	0.74±0.11 ^{ba}	0.78±0.11 ^{ba}	0.86±0.11 ^{ba}	0.77±0.11 ^{ba}

¹ C=Control; P= AEO *Poliomintha longiflora* Gray; L= Aceite Esencial de Orégano (AEO) *Lippia berlanderi*; PN= AEO *Poliomintha* + 6% de Nuez; LN= AEO *Lippia berlanderi* +6% de Nuez; N= 6% Nuez

² CRA=Capacidad de retención de Agua; PG= Pérdida por Goteo; L*=Luminosidad; a*= tendencia al color rojo; b*= tendencia al color amarillo; TEXT=Textura

^{a, b, c} Literales diferentes en la misma fila representan diferencia significativa ($p < 0.05$).



alcalinización durante el almacenamiento, provocada por la liberación de grupos aminos, debido a la hidrólisis de las proteínas, que pudiera causar reacciones bioquímicas y elevar el pH de los productos.

Viuda-Martos *et al.* (2009; 2010b) reportaron que el pH de los productos tendió ligeramente a disminuir en las formulaciones de mortadela añadidas con aceites esenciales en comparación con el control sin embargo, no existió diferencia ($p>0.05$) estadísticamente significativas entre los valores.

Capacidad de retención de agua (CRA) y pérdida por goteo (PG). La CRA no presentó diferencia significativa ($p>0.05$; Cuadro 4) entre tratamientos. Lo anterior indica que los niveles de AEO y la pasta de nuez no afectan esta variable. En el caso de la PG tampoco se presentaron diferencias significativas ($p>0.05$) entre los tratamientos. La CRA se relaciona estrechamente con el color, textura, firmeza, jugosidad y blandura así como con la pérdida por goteo (García, 2003). Luna y Guerrero (2013) opinan que la disminución de la pérdida de agua puede deberse a la incorporación de ingredientes no cárnicos, que reducen la proporción de agua para la formación de la matriz proteica durante la gelificación en la emulsión.

Color. No se encontró efecto ($p>0.05$) de la adición de AEO y nuez en la Luminosidad (L^*) de las salchichas Frankfurt (Cuadro 4). Por lo que coincide con los resultados obtenidos para la capacidad de retención de agua y pérdida por goteo. Al no tener efecto en pérdida por goteo los productos no presentaron exceso de agua libre y como consecuencia la luminosidad tampoco se vio afectada. Las medias de la tendencia al rojo (a^*) mostraron diferencia



significativa ($p < 0.05$), entre el control y los tratamientos. El control presentó valores similares a los dos tratamientos con AEO (P y L), mientras que los tratamientos de AEO con pasta de nuez y sólo nuez (PN, LN y N) fueron también similares entre sí pero presentaron valores menores que los anteriores (9.39, 10.05 y 9.51 respectivamente) indicando que la adición de nuez disminuye la intensidad de color rojo de las salchichas. La oxidación de compuestos (fenoles y taninos) relacionados con la pigmentación en la nuez pecanera conduce a la reacción con otros compuestos en el alimento elaborado presentándose una decoloración u oscurecimiento (Shahidi y Naczki, 2004; Balasundram *et al.*, 2006; Pinheiro do Pardo *et al.*, 2009)

La tendencia al amarillo (b^*) en las salchichas Frankfurt varió entre tratamientos ($p < 0.05$), siendo el control el que motivó valores con menor valor (7.81 ± 0.20). El resto de los tratamientos comportó de forma similar entre sí obteniendo un promedio entre ellos de 10.44 ± 0.20 . Las salchichas que contenían nuez en los tratamientos presentaron mayor intensidad de color amarillo debido posiblemente a la presencia de taninos rojos en la nuez (Pinheiro do Pardo *et al.*, 2009), estos resultados fueron observados también por Luna y Guerrero (2013) en el estudio con jamón cocido elaborado con pasta de nuez pecanera y cacahuate donde obtuvieron valores de b^* significativamente altos y bajos para a^* por efecto de esos aditivos. En el presente estudio no se observó diferencias entre la adición de AEO y nuez

Textura. Las salchichas Frankfurt del tratamiento C fueron las de menor ($p < 0.05$) dureza (0.40 ± 0.11 kgf) y las del tratamiento P las más duras



(1.18 ± 0.11 kgf). Con respecto a los demás tratamientos (L, PN, LN y N), las medias fueron similares ($p > 0.05$), obteniendo un promedio entre ellos de 0.78 ± 0.11 kgf.

Se ha reportado que la grasa de la formulación de productos cárnicos imparte una textura suave a los mismos (Luna y Guerrero, 2013). En un trabajo sobre productos cárnicos cocidos con diferentes niveles de proteína (10-15 %) y 25 % de AE de canola se observó una textura más firme por efecto del AE de canola y se atribuyó a que los aceites esenciales presentan un glóbulo de grasa más pequeño por lo que la proteína lo rodea más fácilmente y se obtienen matrices más firmes en las emulsiones (Youssef y Barbut, 2009).

Por su parte Luna y Guerrero (2013) trabajaron con jamones cocidos adicionados con pasta de frutos secos (60 g de cacahuete, nuez pecanera y nuez de castilla) y obtuvieron una textura más suave, atribuyéndolo a que las pastas de estos aditivos pudieron influir en la formación de las redes proteicas en la emulsión. Corroborando que, la textura está relacionada con el tipo de grasa y el nivel de proteína que se emplee en la formulación.

Análisis Bromatológico

Humedad. Se observaron diferencias ($p < 0.05$; Cuadro 5) en el contenido de humedad de las salchichas Frankfurt por efecto de AEO y pasta de nuez siendo el control el que presentó menor valor (68.30 ± 0.25 %) y el resto de los tratamientos fue similar entre sí, obteniendo un promedio de 70.52 ± 0.25 %. La humedad en los productos cárnicos está relacionada con calidad de la materia prima cárnica empleada, ya que ésta debe presentar una CRA adecuada y una



relación equilibrada en la tendencia a perder agua durante la cocción (García *et al.*, 2005). Al encontrar en este estudio una CRA y PG estable, se evidencia que la mayor cantidad de agua se retuvo en el producto probablemente debido al contenido de fibra presente en la nuez, como lo menciona Choi *et al.* (2007 y 2008), en un estudio realizado en emulsiones cárnicas bajas en grasa de cerdo y reemplazadas por aceite vegetal y fibra de arroz donde observaron que la fibra de salvado de arroz proporciona una mayor retención de agua y por consecuencia mayor humedad en el producto.

Estos hallazgos confirman que la humedad y la textura están correlacionadas positivamente. Por otra parte, Luna y Guerrero (2013) mencionaron que cuando un producto presenta una textura suave o más blanda puede deberse a que la cantidad de pastas de frutos secos empleada pueden interferir en la formación de las matrices proteicas ya que la grasa de éstos reduce la cohesión y el producto es más húmedo. Sin embargo, Serrano *et al.* (2005) encontraron que la nuez aumentó los niveles de grasa disminuyendo la humedad en cortes de res reestructurados. Un trabajo similar a este fue el realizado por Álvarez *et al.* (2011) quienes utilizaron salvado de arroz, pasta de nuez y canola en salchichas Frankfurt y no encontraron diferencia significativa en cuanto a la humedad.

Cenizas. Las medias de ceniza se mostraron similares ($p>0.05$) entre los tratamientos C, P y L. En cambio los tratamientos PN, LN y N, presentaron medias más altas ($p<0.05$) que los anteriores pero similares ($p>0.05$) entre ellos. Esto indica que



Cuadro 5. Variables bromatológicas (%) en salchichas Frankfurt adicionadas con dos variedades de aceite de orégano y pasta de nuez pecanera.

Características ²	Tratamientos ¹					
	C	P	L	PN	LN	N
Humedad	68.30±0.25 ^b	70.12±0.25 ^a	71.19±0.25 ^a	70.39±0.25 ^a	70.54±0.25 ^a	70.36±0.25 ^a
Cenizas	9.13±0.42 ^b	7.94±0.42 ^b	9.87±0.42 ^b	12.31±0.42 ^a	13.32±0.42 ^a	12.83±0.42 ^a
Proteína	7.30±1.17 ^{ba}	12.75±1.17 ^a	10.18±1.17 ^{ba}	5.10±1.17 ^b	5.95±1.17 ^b	8.04±1.17 ^{ba}
Grasa	6.03±1.08 ^a	5.21±1.08 ^a	3.29±1.08 ^a	3.76±1.08 ^a	5.75±1.08 ^a	4.21±1.08 ^a

¹C=Control; P= AEO *Poliomintha longiflora* Gray; L= AEO *Lippia berlanderi*; PN= AEO *Poliomintha longiflora* Gray + 6% de nuez; LN= AEO *Lippia berlanderi* +6% de nuez; N= 6% nuez.

²abc; Literales en la misma fila representa diferencia significativa ($p<0.05$)



la adición de nuez incrementa el contenido de cenizas en las salchichas independientemente de la presencia de AEO y la variedad de éste. La razón puede ser que la nuez tiene un contenido importante de minerales como lo reporta Oro *et al.* (2008) aunque la importancia nutricional de los frutos secos radica en las grasas, carbohidratos y proteínas (Luna y Guerrero, 2013). Por otro lado, Álvarez *et al.* (2011) encontraron mayor contenido ($p<0.05$) de cenizas en salchichas Frankfurt en los tratamientos que contenían pasta de nuez, salvado de arroz y la combinación de aceite canola-oliva.

Proteína. Se puede observar que las medias de la proteína fueron significativamente diferentes ($p<0.05$; Cuadro 5) entre los tratamientos. El control presentó un valor similar a los tratamientos N y L. Sin embargo el tratamiento P (100 ppm AEO *Poliomintha Longiflora* Gray) fue el de mayor valor proteico (12.75 ± 1.17). Los tratamientos con menor proteína fueron los tratamientos combinados de AEO y nuez (PN y LN) y sus valores fueron inferiores (5.10 ± 1.17 y 5.96 ± 1.17 respectivamente) al rango proteico recomendado en salchichas (6-13 %; PROFECO, 2010). Aranda-Ruiz *et al.* (2009) reportaron que el AEO *Poliomintha longiflora* contiene 12.07 % de proteína, mientras que Silva - Vázquez (2005) reportó que el AEO *Lippia berlandieri* presenta el 11.7 % de proteína y la nuez del 10 al 14% pero estos porcentajes dependen del manejo, composición de la planta y sistemas y tiempo de almacenamiento de estos ingredientes (Oro *et al.*, 2008). En un trabajo similar Serrano *et al.* (2005) encontró valores menores de proteína en bistec reestructurado con 20 % de nuez. Mientras que Viuda- Martos *et al.*



(2009) en su trabajo con mortadela adicionada con 0.02 % de AEO no encontraron diferencia significativa ($p>0.05$) en cuanto a la proteína, sin embargo, estos autores no reportaron la variedad de AEO utilizada.

Grasa. El contenido de grasa en las salchichas Frankfurt no presentó diferencia significativa ($p>0.05$) entre los tratamientos; lo cual se puede deber a que las formulaciones tenían un contenido lipídico constante en todos los tratamientos independientemente si contenían AEO y/o nuez. Sin embargo, algunos autores han observado que el contenido de grasa aumenta al usar nuez en la formulación de productos cárnicos (Ayo *et al.*, 2008; Rodríguez-Briones, 2009) probablemente debido a la composición de la carne utilizada como lo menciona García *et al.* (2005) quienes indica que el contenido de grasa de los ingredientes cárnicos y no cárnicos utilizados en la elaboración de las salchichas influye directamente con el contenido graso de éstas. Por otra parte se debe mencionar que las salchichas Frankfurt suelen estar elaboradas con cortes principalmente magros para un mayor control en su composición (Sánchez, 2012). Los aceites esenciales utilizados en esta formulación contenían 3.3 y 6.4 % de grasa tanto *Poliomintha longiflora* como *Lippia berlandieri* respectivamente (Aranda-Ruiz *et al.*, 2009) mientras que la carne utilizada en este estudio tenía un 13 % de grasa y la nuez aproximadamente un 70 %. Es importante mencionar que el contenido de grasa de las salchichas del presente estudio fue en promedio 4.7 % valor muy por debajo del nivel de grasa recomendado por la PROFECO para salchichas que es del 12 % (PROFECO, 2007). Estos resultados sugieren que las salchichas Frankfurt de este estudio



fueron productos bajos en grasa ubicándose en el tipo de productos deseados para el consumidor actual además pudiera ser que la cantidad de nuez empleada es muy poca y no tuvo influencia en el producto final.

Correlación de las Variables Analizadas en los Tratamientos

El pH mostró ($p < 0.05$; Apéndice 1) correlación negativa con la a^* (-0.75 ; $p < 0.0003$) y correlación positiva con la b^* (0.43 ; $p < 0.0471$). Esto explica la manera como el pH influye en la formación de la metamioglobina, pigmento responsable de la coloración rojo-marrón en productos cárnicos (Hui *et al.*, 2010). En este estudio la correlación es negativa debido a que a medida que se incrementó el pH, la tendencia al rojo (a^*) disminuyó. El color en los productos cárnicos se ve afectado por antioxidantes endógenos y exógenos como el ácido ascórbico o sus sales, tocoferoles y extractos de plantas (Fernández- López *et al.*, 2003; Sánchez-Escalante *et al.*, 2003) que afecta el color y el pH de los productos que los incluyen. La CRA mostró ($p < 0.05$) correlación negativa con la PG (-0.58 ; $p < 0.0121$). En el presente estudio las PG fueron bajas indicando que las salchichas conservaron el agua y jugos propios del producto y su CRA fue alta.

Sin embargo, se ha señalado que la pérdida por goteo solamente mide el exudado de agua extracelular de la carne o producto cárnico (Morón-Fuenmayor y Zamorano, 2004; Ocampo, *et al.*, 2009); es por eso que la PG es una medición que se realiza para determinar las condiciones de refrigeración, congelación, envasado y almacenado de los productos cárnicos. Por lo tanto,



con los resultados de la medición de PG se puede determinar la CRA de cualquier producto cárnico (Ocampo *et al.*, 2009).

Por otra parte, el color rojo de las salchichas mostró ($p < 0.05$) correlación positiva con la proteína (0.58; $p < 0.0116$) y negativa con la ceniza (-0.80; $p < 0.0001$). Las proteínas representan un componente de gran importancia en los productos cárnicos procesados ya que contribuyen a las características tecnológicas de estos. Algunas proteínas generan propiedades de gran interés como el color, a estas proteínas se denominan cromoproteínas, ya que en su estructura contienen un grupo porfirínico adjunto un metal de transición, principalmente el hierro que forman el grupo hemo, siendo este el responsable de la coloración de los productos cárnicos (Hui *et al.*, 2010).

Perfil de Ácidos Grasos en Salchichas Frankfurt

En el Cuadro 6, se reportan las medias de los metil ésteres de los ácidos grasos sobresalientes en las salchichas Frankfurt, donde se mostró que estadísticamente no había diferencia significativa ($p > 0.05$) en ningún tratamiento. Se observan diferencias numéricas en las medias, sin embargo el análisis estadístico reportaba coeficientes de variación muy altos (50-120 %) lo que indica la necesidad de mayor información, la homogenización de la muestra y/o el refinamiento de la técnica para minimizar el error. Al respecto se pudieron presentar errores sistemáticos no controlables como son el buen funcionamiento del equipo.



Sin embargo, se observan metil ésteres de ácidos grasos (AG) importantes como ácidos grasos saturados (AGS): mirístico (C14:0), pentadecanoico (C15:0), palmítico (C16:0), esteárico (C18:0), ácidos grasos



Cuadro 6. Contenido de ácidos grasos en salchichas Frankfurt adicionadas con dos variedades de aceite de orégano y pasta de nuez pecanera (% del total)

Ácidos grasos ²	Tratamientos ¹					
	C	P	L	PN	LN	N
14:0	4.73±1.63	3.48±1.63	3.70±1.63	1.29±1.63	1.87±1.63	5.73±1.63
15:0	0.37±0.08	0.13±0.08	0.27±0.08	0.15±0.08	0.08±0.08	0.18±0.08
16:0	30.92±10.54	24.98±10.54	22.40±10.54	21.95±10.54	28.49±10.54	35.56±10.54
16:1n7	6.07±2.37	2.07±2.37	5.35±2.37	1.17±2.37	3.45±2.37	7.92±2.37
17:0	1.19±0.20	0.64±0.20	0.88±0.20	0.59±0.20	0.68±0.20	0.72±0.20
18:0	21.91±9.65	15.22±9.65	32.08±9.65	14.79±9.65	15.59±9.65	4.31±9.65
18:2n6	10.54±6.70	8.89±6.70	5.64±6.70	29.13±6.70	11.23±6.70	16.83±6.70
20:1n9	1.79±3.95	0.35±3.95	1.22±3.95	1.35±3.95	1.05±3.95	1.38±3.95
18:3n3	1.23±0.63	0.82±0.63	0.71±0.63	0.59±0.63	0.58±0.63	1.30±0.63
20:2n6	0.73±0.25	0.40±0.25	0.70±0.25	0.12±0.25	0.15±0.25	0.77±0.25
20:3n6	0.20±0.08	0.13±0.08	0.24±0.08	0.10±0.08	0.04±0.08	0.36±0.08

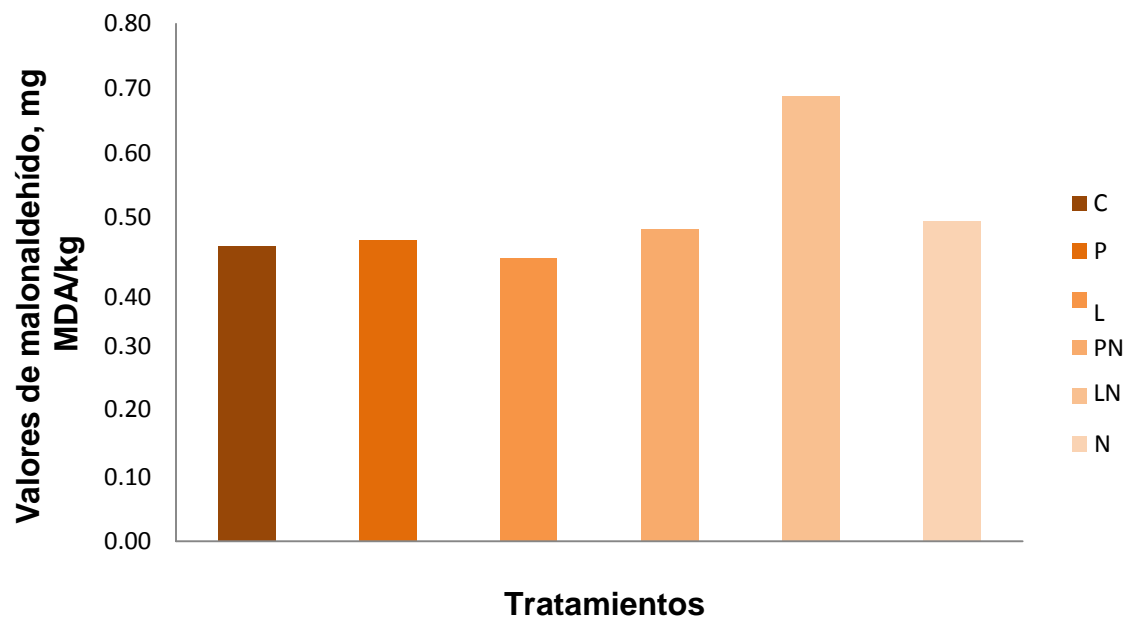
¹C=Control; P= AEO *Poliomintha longiflora* Gray ; L= AEO *Lippia berlanderi*; PN= AEO *Poliomintha* + 6% de nuez; LN= AEO *Lippia berlanderi* +6% de nuez; N= 6% nuez. ²14:0=mirístico; 15:0= pentadecanoato; 16:0= Palmitato; 16:1=palmitoleato; 17:0=Heptadecanoato1; 18:0=Estearato; 18:2=Linoleato; 20:1=Cis 11 eicosanoato; 18:3=linolenato; 20:2= Cis -11-14- eicosadienoico; 20:3= Cis-8-11-14- eicosatrienoico.
^{abc} literales diferentes en filas representan diferencia significativa (P<0.05).



monoinsaturados (AGM) : palmitoleico (C16:1 n-7), 11 eicosanoico (20:1 n-9) y ácidos grasos poliinsaturados (AGP): linoleico (C18:2 n-6), 8 11 14 eicosatrienoico (20:3, n-6), 11 14 eicosadienoico (C20:2 n-6) y linolenico (C18:3 n-3).

Serrano *et al.* (2005) encontraron que agregando 20 % de nuez en la formulación de bistec reestructurado se mejoró ($p < 0.05$) el perfil de ácidos grasos reduciendo los AGS y aumentando los AGP representando casi tres cuartas partes de este perfil los AG α - linolenico y linoleico. También Ayo *et al.* (2007) reportaron que adicionando 25 % de nuez a salchichas Frankfurt se obtuvo un incremento de hasta el 56 % del AG linoleico (C18:2 n-6).

No existen reportes del perfil de ácidos de los aceites esenciales utilizados en el presente estudio tal como lo mencionaron García – Pérez *et al.* (2012) siendo esta una desventaja para establecer una relación contundente sobre la del contenido de AG de los AEO *Lippia berlanderi*, *Poliomintha longiflora* Gray y nuez y el de las salchichas elaboradas ya que la carne y la grasa adicionada en la formulación contiene también AG. Sin embargo, es conocido que la nuez es rica en AGM (oleico, C18:1) y en AGP (linoleico C18:2 y α -linolenico C18:3), (Oro *et al.*, 2008; Ayo, *et al.*, 2007), pudiendo haber sido este perfil el origen de estos AG en las salchichas del presente estudio aunque, como se mencionó anteriormente, no se descarta la aportación de los aceites esenciales utilizados en la composición de las salchichas.



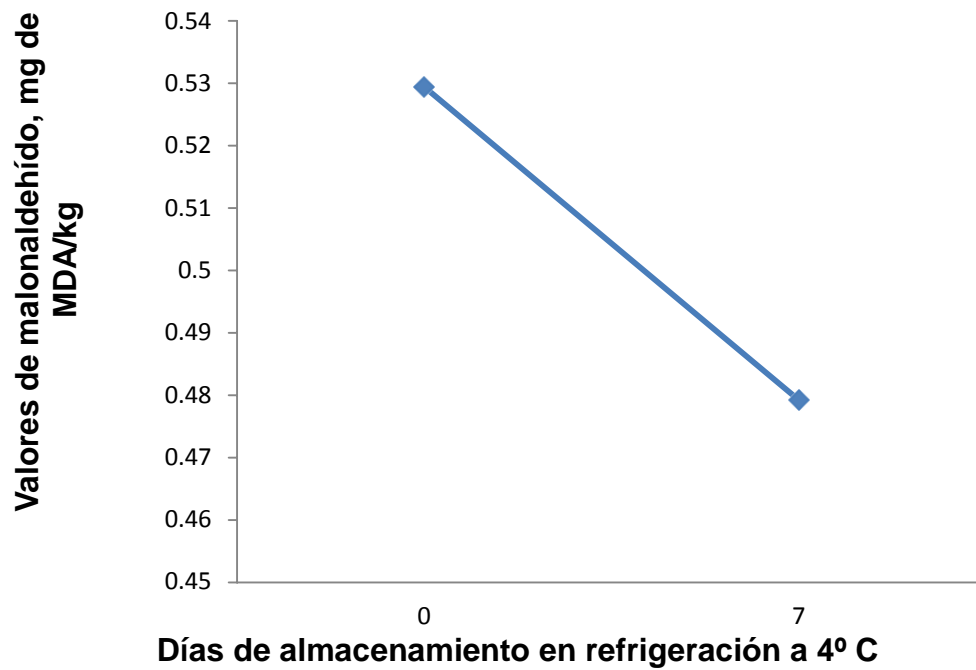
Gráfica 1. Oxidación entre tratamientos en las salchichas Frankfurt adicionadas con dos variedades de aceite de orégano y nuez pecanera ¹C=Control; P= AEO *Poliomintha*; L= AEO *Lippia berlanderi*; PN= AEO *Poliomintha* + 6% de Nuez; LN= AEO *Lippia berlanderi* +6% de Nuez; N= 6% Nuez.



Oxidación de Lípidos

Entre tratamientos. Se puede observar que la oxidación de lípidos de las salchichas presentó diferencia ($p < 0.05$; Gráfica 1) entre tratamientos. Las salchichas de los tratamientos C, P, PN y N presentaron niveles de oxidación similares (0.46 ± 0.02 , 0.47 ± 0.02 , 0.48 ± 0.02 y 0.50 ± 0.02 mg de MDA/kg respectivamente) mientras que el tratamiento L mostró el valor más bajo (0.44 ± 0.02), contrario a esto el más oxidado fue el LN. Zheng y Wang (2001) comparten que la variedad de orégano *Poliomintha longiflora* y el extracto de romero contienen un valor en α -tocoferol, un compuesto antioxidante que es comparado con el BHA, además la mayoría de los beneficios de los aceites esenciales de orégano está en función del contenido tymol y carvacrol. Rodriguez-Salinas (2014) reportó que el aceite *Poliomintha longiflora* Gray contiene 17 % de carvacrol y 18 % de tymol, mientras que el *Lippia berlanderi* contiene 13 % de carvacrol y 12.5 % de tymol, esta puede ser la razón por la que el tratamiento adicionado con este último aceite haya presentado mayor grado de oxidación.

Efecto del tiempo. La oxidación a través del tiempo fue significativamente diferente ($p < 0.05$; Gráfica 2) diferente. Al día 0 los valores de oxidación fueron mayores, contrario a esto para el día 7 la oxidación fue más baja. Esto pudo deberse a la composición de los aceites esenciales, los flavonoides y compuestos fenólicos no influyen significativamente en la oxidación de los aceites, sin embargo, estos compuestos contribuyen a la disminución de la oxidación de las grasas presentes en una emulsión (Zhou, et

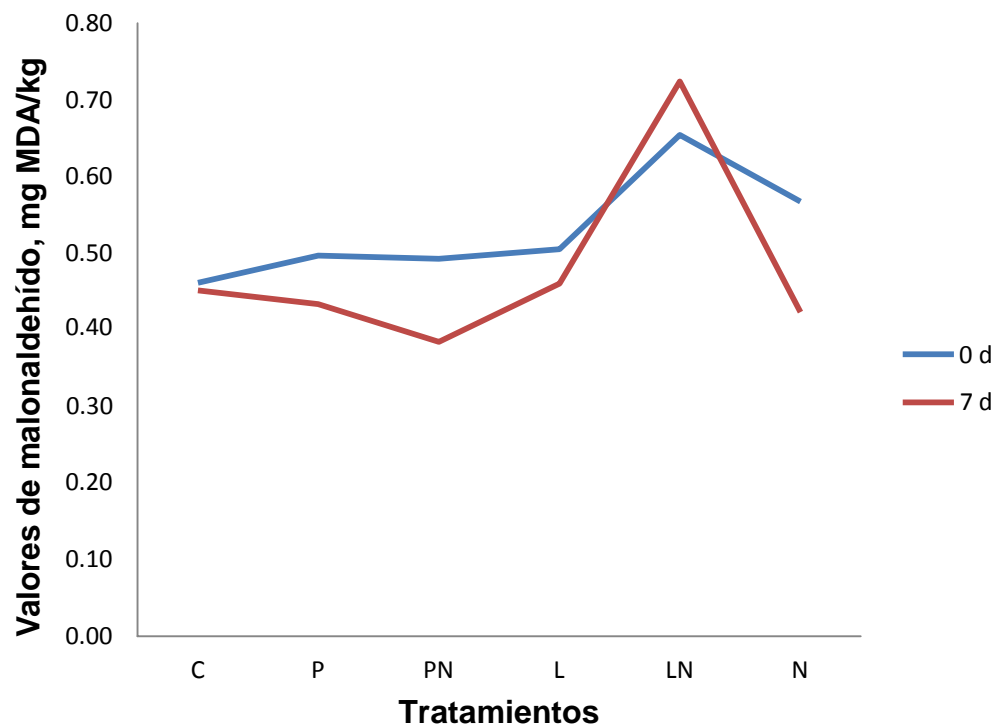


Gráfica 2. Oxidación a través del tiempo en salchichas Frankfurt adicionadas con dos variedades de aceite de orégano y pasta de nuez pecanera (todos los tratamientos se reportan en esta gráfica).



al., 2005). Además la actividad antioxidante de los aceites esenciales puede influir en los sistemas enzimáticos implicados en la iniciación de la oxidación (You *et al.*, 1999; Russo *et al.*, 2098). En un trabajo similar a éste Viuda-Martos *et al.* (2010b) evaluaron la oxidación en mortadelas adicionadas con 1 % de fibra de naranja y 0.02 % de aceite esencial de romero (AER) empacados al vacío y con atmósferas modificadas, reportaron valores más bajos ($p < 0.05$) en los tratamientos con fibra de naranja y AER en comparación del control, permaneciendo así hasta el día seis, siguiendo con esta tendencia para los días 12, 18, 24 de almacenamiento y donde las mortadelas empaquetadas con atmósferas modificadas no mostraron diferencia significativa ($p > 0.05$). Por su parte Doolaege *et al.* (2012) trabajaron con diferentes niveles de extracto de romero (0, 250, 500 y 750 mg / kg) en mortadelas donde encontraron diferencia significativa ($p < 0.05$) en las muestras de 750 mg/kg siendo éstas menormente oxidadas.

Interacción. Para el día 0 los tratamientos de C, P, L y PN, presentaron valores de oxidación muy similares (0.46 ± 0.03 , 0.50 ± 0.03 , 0.49 ± 0.03 y 0.51 ± 0.03 mg de MDA/kg respectivamente), contrariamente los LN y N mostraron los valores más altos de oxidación (0.65 ± 0.03 y 0.57 ± 0.03 mg de MDA/kg). En cambio, en el día 7, los valores de oxidación, en general, fueron más bajos que en el día 0. La oxidación fue similar para las salchichas de los tratamientos P, PN y N. El tratamiento que presentó mayor oxidación fue el LN (0.72 ± 0.03), contrario a esto las salchichas que presentaron menos oxidación el día 7 fueron las del tratamiento N (0.38 ± 0.03). Esto indica que los tratamientos



Gráfica 3. Interacción de la oxidación entre tiempo y tratamientos en salchichas Frankfurt adicionadas con aceite esencial de *orégano* y *nuez pecanera*.¹C=Control; P= AEO *Poliomintha*; L= AEO *Lippia berlanderi*; PN= AEO *Poliomintha* + 6% de Nuez; LN= AEO *Lippia berlanderi* +6% de Nuez; N= 6% Nuez.



que contenían nuez presentaron tendencia a oxidarse más rápidamente que los que no la contenían.

La oxidación se da debido a la interacción de los ácidos grasos libres y el oxígeno en presencia de catalizadores como el calor y metaloproteínas, así como también el tiempo de almacenamiento (Doolaeye *et al.*, 2012). Wenjiao *et al.* (2014) indicaron que en salchichas de cerdo los valores de malonaldehído fueron mayores conforme la temperatura fue aumentando, ya que en su trabajo evaluaron la oxidación a los 7, 27 y 35 d a diferentes temperaturas (10 y 20 °C), donde a los 10^o obtuvieron 0.28, 0.49 y 0.83 mg de MDA /kg para los tres días respectivamente y a 20 °C presentaron 0.36, 0.62 y 1.15 mg de MDA/kg.

Análisis de Correspondencia de la Evaluación Sensorial de Consumidor

Enseguida se muestran los resultados del análisis sensorial, expresando a través de la Prueba de Ji Cuadrada, la existencia o no de asociación entre los tratamientos y los atributos sensoriales evaluados.

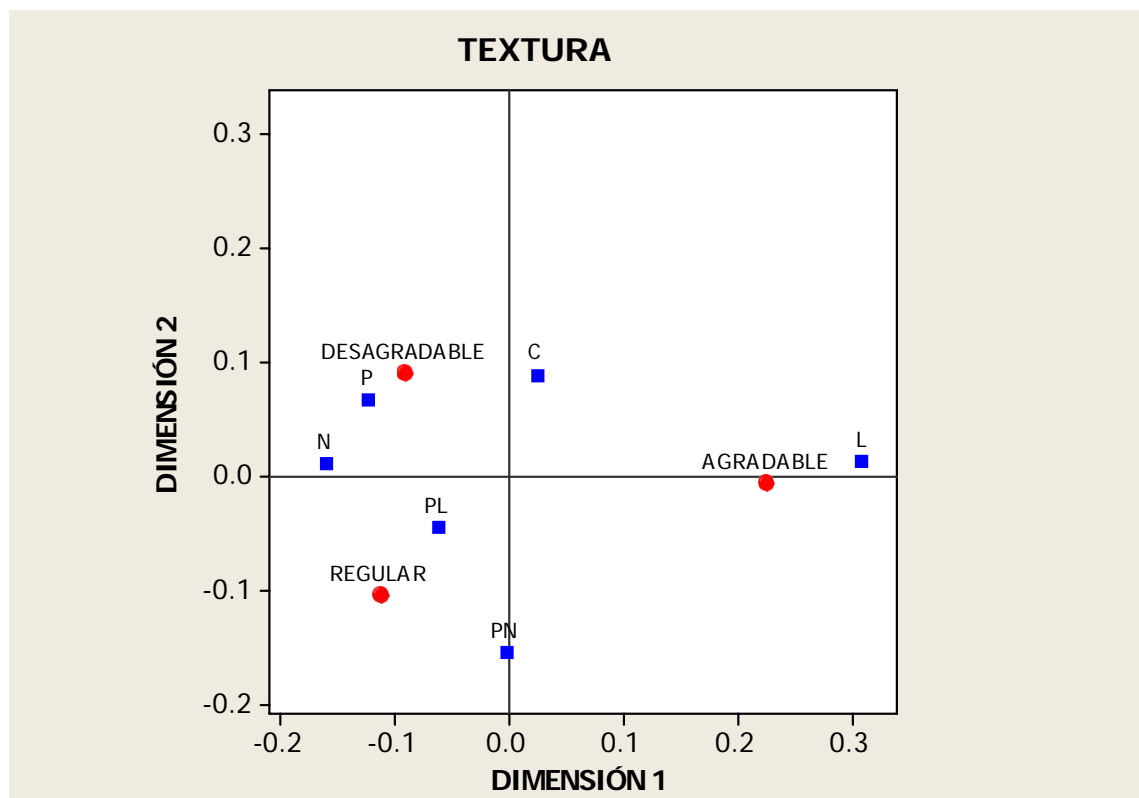
El Análisis de Correspondencias muestra de manera gráfica la similitud entre los seis tratamientos y la similitud entre las escalas categóricas de la variable sensorial. También muestra la asociación (correspondencia) de cada tratamiento con cada escala categórica de los atributos sensoriales.

Textura. La Prueba de Ji Cuadrada mostró que los tratamientos evaluados no presentaron una asociación significativa ($p > 0.05$) con las escalas categóricas sensoriales de textura en salchichas Frankfurt; por lo que la adición de dos variedades de AEO y pasta de nuez pecanera en salchichas Frankfurt,



no afecta su textura. Esto coincide con el análisis de textura realizado por medio de un equipo mecánico.

Sin embargo, el análisis de correspondencias entre los tratamientos y las escalas sensoriales de textura muestra una asociación total de 0.029, la cual es explicada por la dimensión 1 en más del 77 %, que al conjuntarse con la dimensión 2 permitieron generar un Diagrama cartesiano (Gráfica 4), que muestra mayor similitud entre sí en los tratamientos P y N, mientras que el tratamiento L se muestra como el menos similar al resto de los tratamientos, esto indica que el aceite *Lippia berlanderi* da una textura característica que detectan los consumidores en las salchichas Frankfurt. El gráfico también muestra que de forma lógica, el nivel de textura agradable guarda menor similitud con respecto a los niveles regular y desagradable. Finalmente, el diagrama cartesiano muestra que el nivel de textura desagradable corresponde con mayor tendencia al tratamiento P, mientras que el nivel de textura agradable corresponde más al tratamiento L. Este análisis nos indica que adicionando 100 ppm de AEO *Lippia berlanderi* a las salchichas Frankfurt la textura puede resultar más agradable para el consumidor. Martin – Sánchez *et al.* (2011) considera positiva una mayor dureza en la textura de las salchichas adicionadas con AEO ya que al presentarse más suave se requerirá mayor tiempo de maduración

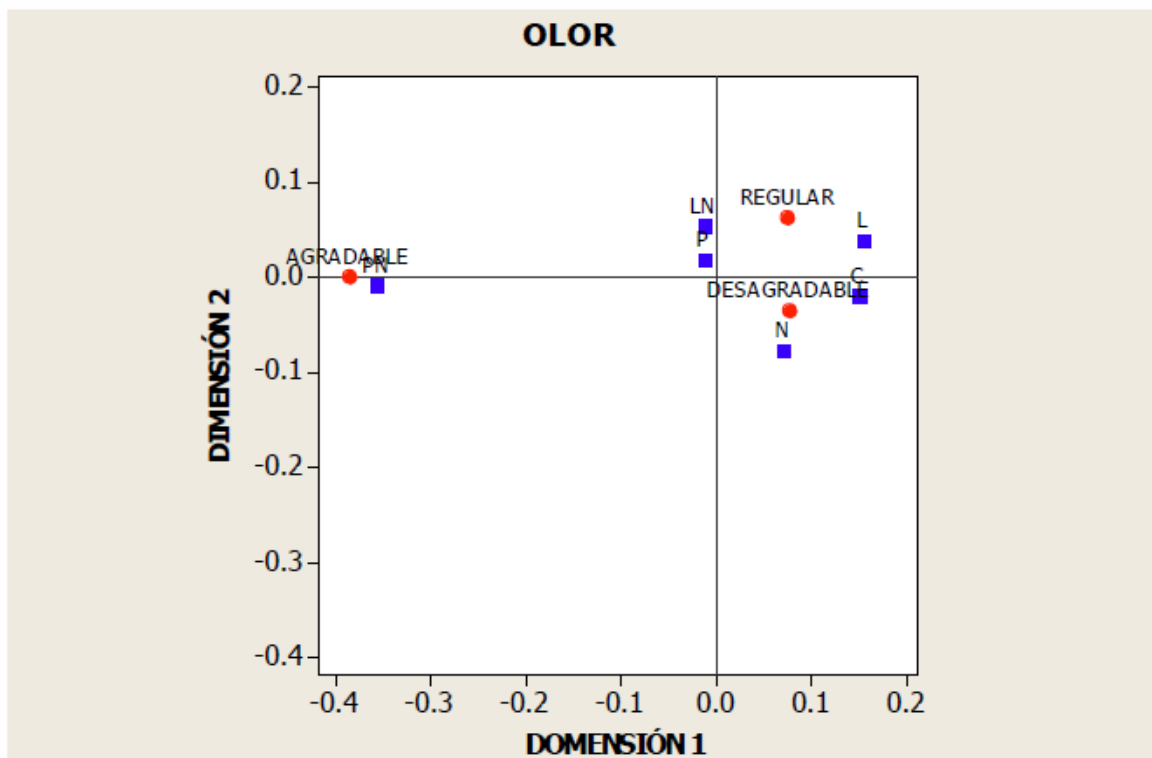


Gráfica 4. Escalas de textura en salchichas Frankfurt (agradable, regular y desagradable) con respecto a tratamientos que consideran diferenciación en la adición de dos variedades de AEO y pasta de nuez pecanera (C=Control; P= 100 ppm AEO *Poliomintha longiflora* Gray; L=100 ppm AEO *Lippia berlanderii*; PN=P + 6% Nuez pecanera; LN= L + 6 % nuez pecanera; N= 6 % nuez pecanera.



Olor. La prueba de Ji Cuadrada para olor no reportó asociación significativa ($p > 0.05$) entre los tratamientos y las escalas categóricas sensoriales en la salchicha Frankfurt; por lo que no afecta al olor la adición de las dos variedades de AEO y nuez pecanera. A pesar de que el olor a orégano es muy notorio en ambos aceites no fue desagradable para los consumidores, esto coincide con los resultados reportados por Viuda-Martos *et al.* (2009; 2010b), que realizó un análisis sensorial a mortadelas con AEO, romero y tomillo, y el olor no fue desagradable para el consumidor

Sin embargo el análisis de correspondencia (asociación) entre los tratamientos y las escalas sensoriales de olor muestran una asociación total entre sí de 0.031, la cual se representa en más del 94 % en la dimensión 1 (variación horizontal), que al conjuntarse con la dimensión 2 (variación vertical) permitieron formar el diagrama cartesiano (Gráfica 5) en el cual se muestra que el tratamiento C, y L son similares entre sí, al igual que P y LN en cuanto al olor de la salchicha, mientras que el tratamiento PN no tiene similitud con el resto de los tratamientos, esto indica que el aceite *Poliomintha* y nuez en combinación favorecen el olor en el producto. La gráfica también reporta que la escala agradable tiene menor similitud con respecto a las escalas regular y desagradable. En concreto el tratamiento con mayor correspondencia a un olor desagradable fue el tratamiento N, siendo el de mayor tendencia a un olor más agradable el tratamiento PN.

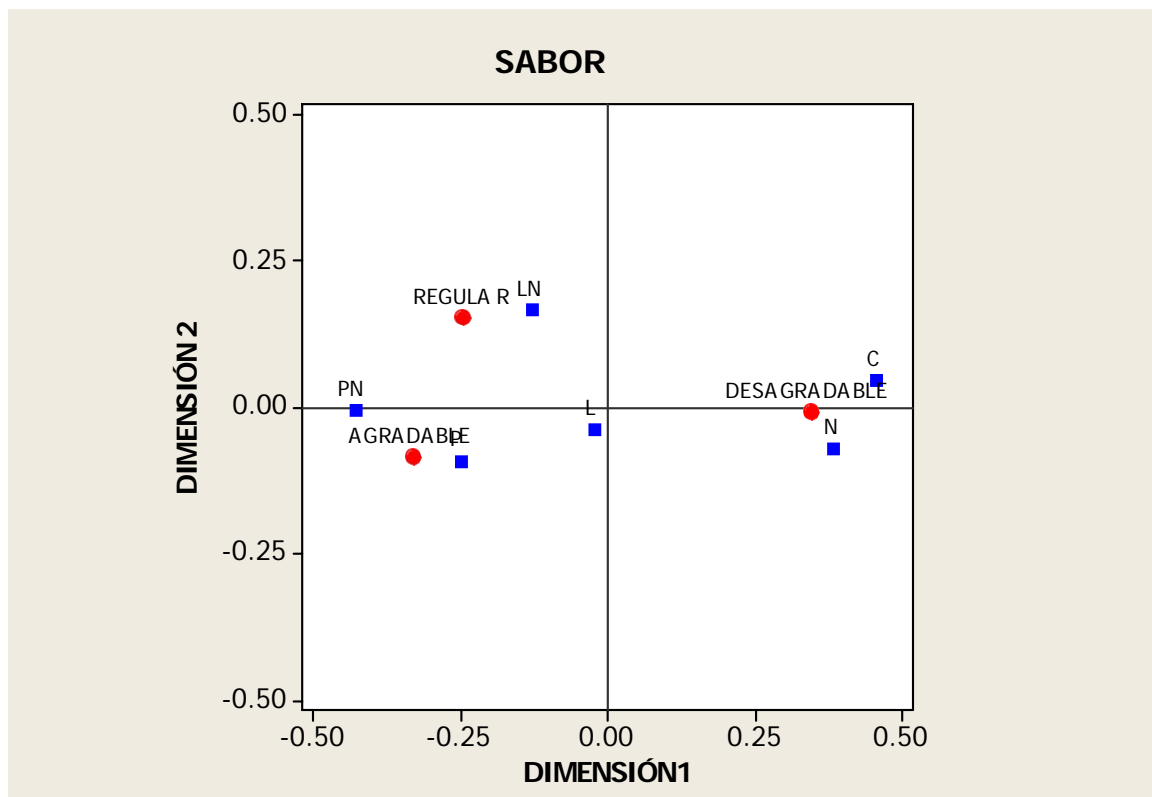


Gráfica 5. Escalas de olor en salchichas Frankfurt (agradable, regular y desagradable) con respecto a tratamientos que consideran diferenciación en la adición de dos variedades de AEO y pasta de nuez pecanera (C=Control; P= 100 ppm AEO *Poliomintha longiflora* Gray; L=100 ppm AEO *Lippia berlanderii*; PN=P + 6% Nuez pecanera; LN= L + 6 % nuez pecanera; N= 6 % nuez pecanera.



Sabor. En cuanto el sabor de las salchichas Frankfurt la prueba de Ji Cuadrada mostró que los tratamientos presentaron una asociación significativa ($p < 0.05$) con las escalas sensoriales de sabor en las salchichas Frankfurt; por lo que adicionando las dos variedades de AEO y pasta de nuez pecanera afecta el sabor. Contrario a estos resultados Ayo *et al*, (2008) reportaron que el sabor a nuez en salchichas no fue percibido por los consumidores y que el sabor fue agradable.

El análisis de correspondencia (asociación) entre los tratamientos y las escalas de sabor muestran una asociación total de 0.110, la cual es explicada por la dimensión 1 en más del 93 %, en conjunto con la dimensión 2 forman el diagrama cartesiano (Gráfica 6), donde se muestra la similitud entre los tratamientos C y N, mientras que el resto de los tratamientos son similares entre sí pero diferentes de los dos primeros. Esto indica que probablemente al combinar aceites esenciales y nuez proporcionan un sabor agradable en las salchichas. El análisis de correspondencia reportó que los tratamientos P, L, PN y LN tienden a ser de regular a agradable, el análisis de correspondencia indica que la escala de sabor desagradable es para los tratamientos C y N.



Gráfica 6. Escalas de sabor en salchichas Frankfurt (agradable, regular y desagradable) con respecto a tratamientos que consideran diferenciación en la adición de dos variedades de AEO y pasta de nuez pecanera (C=Control; P= 100 ppm AEO *Poliomintha longiflora* Gray; L=100 ppm AEO *Lippia berlanderii*; PN=P + 6% Nuez pecanera; LN= L + 6 % nuez pecanera; N= 6 % nuez pecanera).

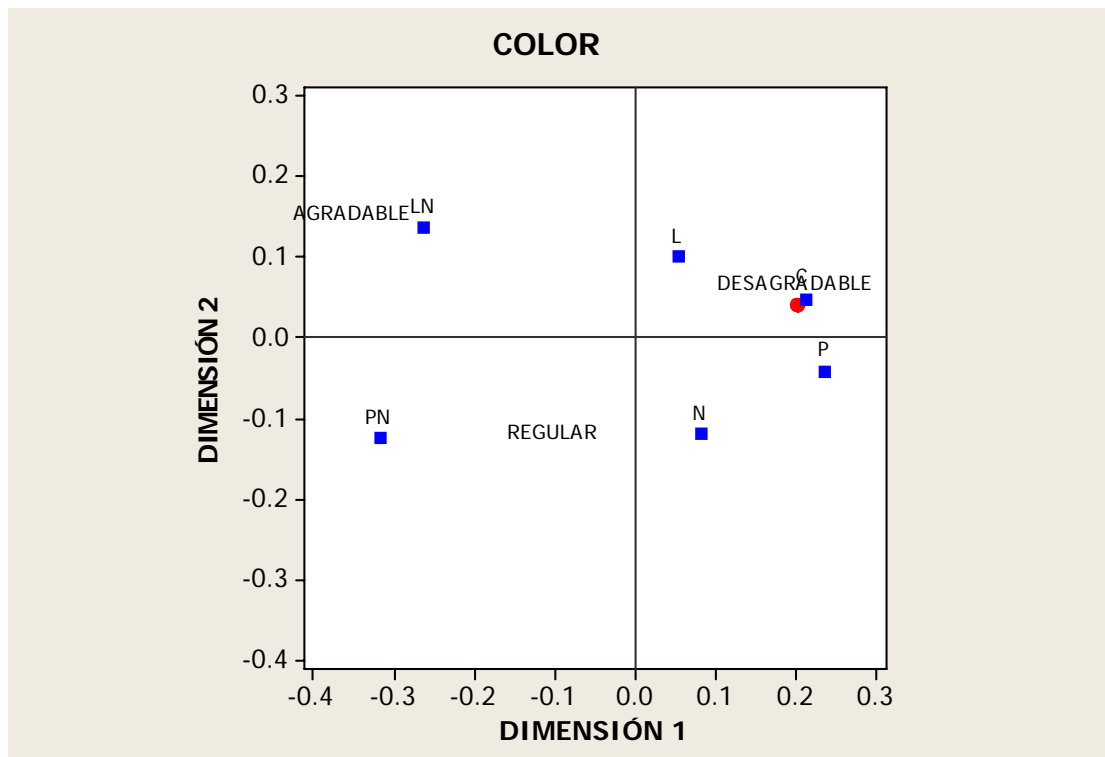


Color. Los tratamientos evaluados presentaron una asociación significativa ($p < 0.05$) con las escalas categóricas sensoriales de color en las salchichas Frankfurt de acuerdo a la prueba de Ji Cuadrada, por lo que agregar AEO y pasta de nuez pecanera afecta el color. Estos resultados coinciden con los del análisis de color realizado con el colorímetro.

Con respecto al análisis de correspondencia o asociación entre los tratamientos y las escalas sensoriales de color mostraron una asociación total de 0.057, la cual equivale a más del 81 % en la dimensión 1 de la Gráfica 7 que muestra mayor similitud entre sí en los tratamientos C y P en el color mientras que el resto de los tratamientos son todos diferentes entre sí, esto indica que el AEO solo presenta un color característico y en combinación con la nuez se presenta otra tonalidad diferente. También lo que muestra la gráfica de correspondencia es que no hay similitud en las escalas sensoriales de color, sin embargo el tratamiento LN fue el más agradable y la escala de color desagradable corresponde al tratamiento C.

Frecuencias Relativas de Preferencia en las Salchichas Frankfurt

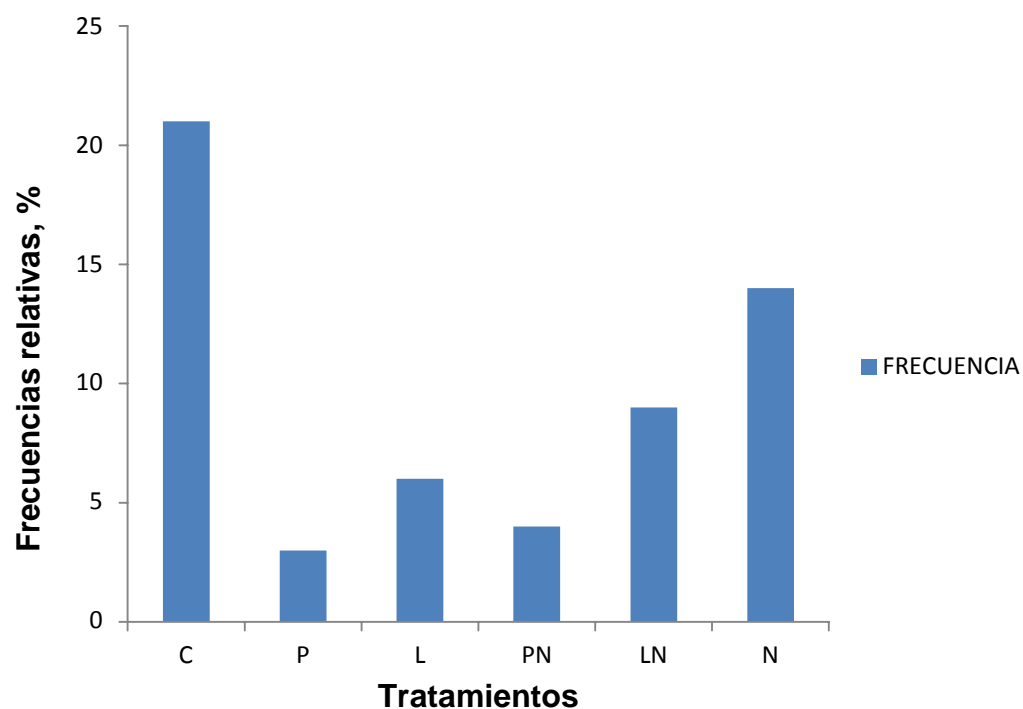
En la Gráfica 8, se reporta las frecuencias relativas de preferencia de las salchichas Frankfurt adicionadas con dos variedades de aceites esenciales de orégano y 6% de pasta de nuez pecanera. En la cual el tratamiento con más aceptación fue el control con 37 %, así como el adicionado con 6% de pasta de nuez pecanera sólo con un 25 %. Los menos aceptados fueron los tratamientos P y PN (5 % y 7 %, respectivamente).



Gráfica 7. Escalas de color en salchichas Frankfurt (agradable, regular y desagradable) con respecto a tratamientos que consideran diferenciación en la adición de dos variedades de AEO y pasta de nuez pecanera (C=Control; P= 100 ppm AEO *Poliomintha longiflora* Gray; L=100 ppm AEO *Lippia berlanderii*; PN=P + 6% Nuez pecanera; LN= L + 6 % nuez pecanera; N= 6 % nuez pecanera.



Esto coincide con el estudio realizado por Busatta *et al.*, (2008), que trabajaron con salchichas adicionadas con diferentes niveles de aceite esencial de mejorana (1.15, 2.3, 5.75, y 11.5 mg/g) donde encontró mayor aceptación en el control y en el tratamiento con 1.15 mg/g. Por otra parte Skandamis y Nychas (2001), reportaron que los aceites esenciales son una alternativa para la conservación de diversos alimentos, sin embargo; su aplicación se debe limitar por consideraciones de sabor en los productos adicionados. Así como Luna y Guerrero (2013) reportaron que en jamones adicionados con 60 g de pasta de cacahuete, nuez pecanera y nuez de castilla, el control presento mayor aceptación por los consumidores y el menos aceptado fue el adicionado con nuez de castilla. Por otro lado los estudios sensoriales de productos cárnicos utilizando las variedades aquí mencionadas son limitados, por lo que no se permite hacer una comparación más amplia.



Gráfica 8. Frecuencias relativas observadas para la preferencia por un panel de consumidores en salchichas Frankfurt adicionadas con dos variedades de orégano y nuez *pecanera*.¹C=Control; P= AEO *Poliomintha*; L= AEO *Lippia berlanderi*; PN= AEO *Poliomintha* + 6% de Nuez; LN= AEO *Lippia berlanderi* + 6 % de Nuez; N= 6% Nuez.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las salchichas Frankfurt que contenían 100 ppm de *Poliomuntha longiflora* Gray mostraron mejor comportamiento en la mayoría de las variables evaluadas; sin embargo el consumidor prefirió el tratamiento que contenía 6 % de pasta de nuez. La utilización de aceite esencial de orégano y pasta de nuez pecanera mantienen el pH, PG, CRA y textura deseables para la salchicha Frankfurt. Las salchichas de todos los tratamientos presentaron niveles bajos de grasa y proteína.

El perfil de ácidos grasos, no varió entre tratamientos en cuanto a sus porcentajes, pero se reportan AG de importancia para los productos cárnicos como: mirístico, pentadecanoico, palmitico, palmitolico, heptadecanoato 1, estearato, linoleico, cis-11-eicosanoato, linolenico, cis-11-14 eicosadienoico, cis-8-11-14-eicosatrienoico. Se recomienda investigar de manera más específica el perfil de ácidos grasos del aceite de orégano de las dos variedades.

La adición de AEO de las variedades *Poliomyntha longiflora* Gray, *Lippia berlanderii* y 6% de pasta de nuez pecanera no afecta la textura y el olor de las salchichas Frankfurt, pero si el sabor y el color, en los cuales estos últimos fueron percibidos por los consumidores como más agradables cuando se combinaron los aceites con la pasta de nuez que cuando se adicionaron por separado.

Las salchichas adicionadas con 100 ppm de aceite esencial de orégano de la variedad *Lippia berlanderii* fue la que menos oxidación presento de todos



los tratamientos probablemente debido a que posee una mayor capacidad antioxidante que el aceite de la variedad *Poliomynta longiflora* Gray, sin embargo, se recomienda realizar más estudios al respecto ya que al mezclarse con pasta de nuez la oxidación fue la más alta de todos los tratamientos.

La oxidación de la salchicha Frankfurt fue mayor en el día de almacenamiento cero que en el día 7 lo que sugiere el efecto antioxidante de los aceites adicionados en la formulación que previnieron este daño en el producto a través del tiempo



LITERATURA CITADA

- Alarcón - Rojo, A. D., J. G. Gamboa Alvarado, F. A. Rodríguez Almeida, J. A. Grado Ahuir y H. Janacua Vidales. 2006. Effect of slaughter critical variables on physicochemical characteristics of pork. *Técnica Pecuaria en México*. 44(1):53-66.
- Álvarez, D., R. M. Delles, Y. L. Xiong, M. Castillo, F. A. Payne, y J. Laencina. 2011. Influence of canola-olive oils, rice bran and walnut on functionality and emulsion stability of frankfurters. *LWT-Food Science and Technology*. 44:1435-1442.
- Anzaldúa-Morales, A. 1994. *La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica*. Ed. Acribia, Zaragoza, España.
- AOAC.1997. Association of official analytical chemist inC. *Official Methods of Analysis* 20th Ed. Edited by Kenneth Heirich.Washington D.C. 1110-1117.
- Aranda- Ruiz, J.,R. Silva Vazquez, y D.I.Franco Hernandez. 2009. Caracterizacion del aceite esencial de oregano liso (*poliomintha longiflora* Gray) de la localidad infiernillo en el municipio de higueras, N.L., Mexico. *Rev. Nut. Pública*. Volumen 10 No. 1.
- Arcila - Lozano, C.C., G. Loarca - Piña, S. Leocona-Uribe y E. González de Mejía. 2004. El orégano: propiedades, composición y actividad biológica de sus componentes. *Revista ALAN. Archivo Latinoamericano de Nutrición*. Art. Vol. 54:1. <http://www.alanrevista.org>
- Ayo, J., J. Carballo, J. Serrano, B. Olmedilla-Alonso, C. Ruiz-Capillas, y F. Jiménez-Colmenero. 2007. Effect of total replacement of pork backfat with walnut on the nutritional profile of frankfurters. *J. Meat Sci*. 77:173-181.



- Ayo, J., J. Carballo, M. T. Solas y F. Jiménez-Colmenero. 2008. Physicochemical and sensory properties of healthier frankfurters as affected by walnut and fat content. *Food Chemistry*. 107:1547-1552.
- Balasundram, N., K. Sundram y S. Samman. 2006. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*. 99:191-203.
- Banda - Padilla, D. M. 2010. El Efecto de la sustitución de grasa animal (cerdo) por grasa vegetal (*Danfati FRI – 1333*) en la formulación y elaboración de salchichas Frankfurt. Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Ecuador.
- Barbut, S. 2002. *Poultry Products Processing. An Industry Guide*. CRC Press. Florida. E.U.A.
- Bligh, E. G., y W. J. Dyer. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology* 37:911-917.
- Brenes, A. y E. Roura. 2010. Essential oils in poultry nutrition: Main effects and modes of action. *Animal Feed Science and Technology* 158:1–14.
- Burt, S. 2004. Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods: A review. *International Journal of Food Microbiology*. 94:223–253.
- Busatta, C., R. S. Vidal, A. S. Popiolski, A. J. Mossi, C. Dariva, M. R. A. Rodrigues, F. C. Corazza, M. L. Corazza, J. Vladimir Oliveira y R. L. Cansian. 2008. Application of *Origanum majorana* L. essential oil as an antimicrobial agent in sausage. *J. Food Micro*. 25:207-211.



- Chávez - Mendoza, C. 2011. Efecto de la congelación sobre la composición de ácidos grasos en filetes de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). Disertación doctoral. Universidad Autónoma de Chihuahua, México.
- Chen, Y. L., y B. S. Pan. 1997. Morphological changes in tilapia muscle following freezing by airblast and liquid nitrogen methods. *International Journal of Food Science and Technology* 32:159-168.
- Chizzolini, R., E. Zanardi, V. Dorigoni y S. Ghidini. 1999. Calorific value and cholesterol content of normal and low-fat meat and meat products. *Trends in Food Science and Technology* 10:119-128.
- Choi, Y. S., M. A. Lee, J. Y. Jeong, J. H. Choi, D. J. Han, H. Y. Kim y J. Kim, C. 2007. Effects of wheat fiber on the quality of meat batter. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 27:22-28
- Choi, Y. S., J. H. Choi, D. J. Han, H. Y. Kim, M. A. Lee, E. S. Lee y C. J. Kim. 2008. Effects of rice bran fiber on quality of low-fat tteokgalbi. *Food Science and Biotechnology*, 17:959-964.
- Deda, M. S., J. G. Bloukas y G. A. Fista. 2007. Effect of tomato paste and nitrite level on processing and quality characteristics of frankfurters. *J. Meat Sci.* 76:501-508.
- Delgado - Pando, G.J. 2013. Diseño y desarrollo de productos cárnicos con perfil lipídico optimizado. Evaluación del efecto funcional en humanos. Disertación Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Veterinaria.
- Doolaeye, H.A., Evelyne, E.Vossen, K. Raes, B. De Meulenaer, R. Verhé, Hubert Paelinck, y S. De Smet. 2012. Effect of rosemary extract dose on lipid oxidation,



- colour stability and antioxidant concentrations, in reduced nitrite liver pâtés. *J. Meat Sci.* 90:925-931.
- Dorman, H. J. D. y S. G. Deans. 2000. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology.* 88:308-316.
- Dutson, T. R. 1983. The Measurement of pH in Muscle and its Importance to Meat Quality. 36th Reciprocal Meat Conference. E.U.A.
- Ercoşkun. H y T. Demirci-Ercoşkun. 2010. Walnut as fat replacer and functional component in sucuk. *Journal Food Quality.* 33:646–659.
- Faleiro, M. L., M.G., Miguel, F. Ladeiro, F. Venancio, R. Tavares, J.C. Brito, A.C. Figueiredo, J.G. Barroso y L.G. Pedro. 2002. Antimicrobial activity of essential oils isolated from Portuguese endemic species of *Thymus*. *Lett. Appl. Microbiol.* 36:35–40.
- FDA. US Food and Drug Administration (2004). Office of Nutritional Products. Labelling and Dietary Supplements. Qualified Health Claim: Letter of Enforcement Discretion – Walnuts and Coronary Heart Disease, Docket 02:0292. Available from <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/qhcnuts3.html>.
- Fernández – López, J., J.A. Pérez Álvarez, E. Sayas- Barberá y F. Lopez – Santoveña. 2002. Effect of paprika (*Capsicum annum*) on color of Spanish – type sausage during the resting stage. *J. Food Sci.* 67:2410- 2414.
- Fernández - López, J., L. Sevilla, E. Sayas-Barberá, C. Navarro, F. Marin y J. A. Pérez - Álvarez. 2003. Evaluation of the antioxidant potential of hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) and rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extracts in cooked pork meat. *J. of Food Sci.* 68:660-664.



Frazier, W., y D. Westhoff. Microbiología de los Alimentos. 3ª Ed. Española, Ed.

Acibia SA., Zaragoza España.

Galyean, M. L. 1980. Laboratory Procedures in Animal Nutrition Research. Department of Animal and Food Sciences. Texas Tech University, Lubbock.

García I. A. 2003. Efecto de la vitamina E y su vía de administración sobre parámetros productivos y el color de la carne en bovinos productores de carne. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma de Chihuahua. México

García, A., P. Izquierdo, S. Uzcátegui - Bracho, J. F. Faría, M. Allara y A. C. García. 2005. Formulación de salchichas con atún y carne: vida útil y aceptabilidad. Rev. Cie. FCV-LUZ 3:272-278.

García-Pérez, E., F.F. Castro-Álvarez, J.A. Gutiérrez-Urbe y S. García - Lara. 2012. Revisión de producción, composición fotoquímica y propiedades nutraceuticas del orégano Mexicano. Rev. Mex. de Cie. Agrí.. 3:339-353.

Hernández, T., M. Canales, J. G. Avila, A. M García, A. Martínez, J. Caballero, y R. Lira. (2005). Composition and antibacterial activity of essential oil of Lantana achyranthifolia Desf.(Verbenaceae). J. of Ethnoph. 96:551-554.

Herrero, A. M., L. de la Hoza, J. A. Ordóñez, B. Herranz, M. D. R. de Ávila y M. I. Cambero. 2008. Tensile properties of cooked meat sausages and their correlation with texture profile analysis (TPA) parameters and physico-chemical characteristics. J. Meat Sci. 80:690-696.

Honikel, K.O. y R. Hamm. 1994. Measurement of water-holding capacity and juiciness. In: Advances in Meat Research. Vol. 9. Quality Attributes and Their Measurement in



- Meat, Poultry and Fish Products (ed. A.M. Pearson and T.R. Dutson). Blackie Academic and Professional. London, UK. Pp. 125-161.
- Hui, Y. H., I. Guerrero - Legarreta y M. R Romini. 2010. Ciencia y tecnología de carnes. Editorial Limusa. México.
- Huss, H. H. 1999. Aseguramiento de la calidad de los productos pesqueros. Food & Agriculture Org. FAO Documento técnico de pesca Vol. 334.
- Isaza-Maya, y L., D. A. Restrepo Molina y J. H. López-Vargas. 2012. Efecto de la Inclusión de un Extracto de Cereza (*Prunus avium* L.) sobre el estado de Oxidación y las Características Fisicoquímicas y Sensoriales de Salchichas Tipo Frankfurt. Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín. 65:6541-6552.
- Jiménez-Colmenero, F., J. Carballo y S Cofrades. 2001. Healthier meat and meat products: their role as functional foods. J. Meat Sci. 59:5-13.
- Jiménez - Colmenero, F., A. Serrano, J. Ayo, M. T. Solas, S. Cofrades y J. Carballo. 2003. Physicochemical and sensory characteristics of restructured beef steak with added walnuts. J. Meat Sci. 65:1391-1397.
- Jiménez - Colmenero, F., M. J. Ayo y J. Carballo. 2005. Physicochemical properties of low sodium frankfurter with added walnut: effect of transglutaminase combined with caseinate, KCl and dietary fibre as salt replacers. J. Meat Sci. 69:781-788.
- Jiménez - Colmenero, F., F. J. Sánchez-Muniz y B. Olmedilla-Alonso. 2010. Design and development of meat-based functional foods with walnut: Technological, nutritional and health impact. J. Food Chemi. 123(4): 959-967.



- Juliano, C., A. Mattana y M. Usai. 2000. Composition and in vitro antimicrobial activity of the essential oil of *Thymus herba-barona* Loisel growing wild in Sardinia. *J. of Essential Oil Research* 12: 516-522.
- Lambert, R. J. W., P. N. Skandamis, P. J. Coote, y G. J. E. Nychas. 2001. A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. *J. of App. Micro.* 91:453-462.
- Lawrence, B. M. 2008. Progress in Essential Oils. *J. Essential Oils.* 36:221-225.
- Lawrie, R. A. 1998. *Ciencia de la Carne*. Tercera edición. Editorial Acriba. Zaragoza, España.
- Lorenzo, J. M. y D. Franco. 2012. Fat effect on physico-chemical, microbial and textural changes through the manufactured of dry-cured foal sausage lipolysis, proteolysis and sensory properties. *J. Meat Science.* 92:704-714.
- Luna - Guevara, J., y J. Guerrero - Beltrán. 2013. Caracterización de jamones adicionados con pastas residuales de la extracción mecánica de aceite de frutos secos. *Scientia Agropecuaria.* 4:77-88.
- Luna, A., M. C. Lábaque, J. A. Zygadlo, y R. H. Marin. 2010. Effects of thymol and carvacrol feed supplementation on lipid oxidation in broiler meat. *Poultry Science.* 89:366-370.
- Lunn, J. y H. E. Theobald. 2006. The health effects of dietary unsaturated fatty acids.
- Madero, E. 2000. *La Nuez Pecán*. INTA Delta del Paraná, Buenos Aires. Argentina.
- Martín - Sánchez, A.M., C. Chávez-López, E. Sendra, E. Sayas, J. Fenández - López, y J. Á. Pérez-Álvarez. 2011. Lipolysis, proteolysis and sensory characteristics of



- a Spanish fermented dry-cured meat product (salchichón) with oregano essential oil used as surface mold inhibitor. *J. Meat Sci.* 89: 35-44.
- Meilgaard, M., G. V. Civille y T. B. Carr. 1999. *Sensory Evaluation Techniques*. 3a ed. Boca Raton. CRC Press, Inc. Boca Raton, New York. E.U.A.
- Méndez - Zamora, G. 2012. Aceite esencial de orégano (*Lippia Berlandieri* Schauer) en los parámetros de calidad de la canal y carne de pollo. Proyecto especial de Investigación Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua.
- Méndez - Zamora, G. 2013. Reducción de grasa en la formulación de salchichas frankfurt empleando inulina y pectina. Disertación de doctorado en Filosofía de la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua.
- Morón - Fuenmayor O. E. y L. Zamorano Gracia. 2004. Pérdida por goteo en carne cruda de diferentes tipos de animales. *Revista Científica, FCV-LUZ* 14:36-39.
- Morrissey, P. A., Sheehy, P. J. A., Galvin, K., Kerry, J. P. y Buckley, D. J. 1998. Lipid stability in meat and meat products. *J. Meat Sci.*, 49:S73–S86. *Nutrition Bulletin*. 31(3):178-224.
- NOM-122-SSA1-1994. Norma oficial mexicana bienes y servicios. productos de la carne. Productos cárnicos curados y cocidos, y curados emulsionados y cocidos. Especificaciones sanitarias.
- Ocampo - Ibáñez, I. D., F. Bermúdez M. y H. Díaz. 2009. Efecto del tiempo de almacenamiento, el tipo de músculo y el genotipo del animal sobre las pérdidas por goteo en carne curada de cerdo. *Acta Agronómica, Univ. Nal. Colombia*. 58:180-188.



- Oro, T., P. J. Ogliari, R. D. M. C. Amboni, D. Barrera-Arellano y J. M. Block. 2008. Evaluación de la calidad durante el almacenamiento de nueces Pecán [*Carya illinoensis* (Wangenh.) C. Koch] acondicionadas en diferentes envases. *Grasas y aceites* 59:132-138.
- Park, E., C. Brekke y L. Branen. 1988. Use of pacific hake (*Merluccius Prductus*) in Frankfurter formulation. *J. Food Sci.* 44:1637-1645.
- Piccini, J. L., D. R. Evans y H. O. Quaranta. 1986. Comparison of TBA number of irradiated fish with sensory quality. *J. Food Chem.* 19:163-171.
- Pinheiro do Prado, A., A. Monalise, R. Fett y J. Mara. 2009. Phenolic compounds and antioxidant activity of Pecan (*Carya Illinoensis* (Wangenh) C. Kock) kernel cake extracts. *Grasas y Aceites* 60:458-467.
- Piña – Cárdenas, B. 2009. Canal y perfil de ácidos grasos en corderos de pelo y sus cruza con razas especializadas para carne. Tesis de Doctorado. Facultad de Zootecnia. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chih. México.
- PROFECO, 2007. El Laboratorio de PROFECO Reporta: Salchichas. *Revista del Consumidor*. Diciembre. www.revistadelconsumidor.gob.mx.
- PROFECO, 2010. El Laboratorio de PROFECO Reporta: Salchichas para Hot Dog. *Revista del Consumidor*, Septiembre. www.revistadelconsumidor.gob.mx.
- Rentería, M. A. L. 2003. Características de la calidad de la canal y la carne de tres variedades de trucha Arcoiris (*Oncorhynchus Mykiss*). Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma de Chihuahua. México.
- Rivera - Ruiz, I.N. 2012. Reducción de grasa y alternativas para su sustitución en productos cárnicos emulsionados, una revisión. *NACAMEH* 6(1):1-14.



- Rodríguez - Briones, P., B. García Caballero y M. Ibarra Alvarado. 2009. Efecto del contenido de nuez y avena sobre las cualidades sensoriales, fisicoquímicas y de composición química de un salami cocido de carne de bovino. 2º Congreso Internacional de Investigación. Cd. Delicias, Chihuahua, México.
- Rodríguez - Salinas, P. 2014. Evaluación estacional de la producción y calidad del aceite esencial en plantas de orégano (*Poliomintha longiflora* Gray) en dos sistemas de cultivo. Tesis de Maestría. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León. Escobedo N. L. México.
- Ruiz, C., D Higginbotham, J. Carpenter y T. Lanier.1993. Use of chuck muscles and their acceptability in restructured beef/surimi steaks. *J. of Ani. Sci.* 71:2654-2658.
- Russo, M., G.C. Galletti, P. Bocchini y A. Carnacini, 1998. Essential oil chemical composition of wild populations of Italian oregano spice (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum* (Link) letsvaart): A preliminary evaluation of their use in chemotaxonomy by cluster analysis: 1. Inflorescences. *J. of Agri. and Food Chem.* 46:3741-3746.
- SAGARPA. 2010. Infografías, Nuez Mexicana. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/infografias/Paginas/nuez.aspx>.
- Sánchez, A. 2012. Formulación y Elaboración de Salchichas con materia prima Nutritiva y Apta para colación estudiantil Utilizando Aditivos Naturales. Tesis de Licenciatura en Química. Universidad de Cuenca. España.
- Sánchez-Escalante, A., D. Djenane, G. Torrescano, J. A. Beltrán y P. Roncales. 2003. Antioxidant action of borage, rosemary, oregano, and ascorbic acid in beef patties packaged in modified atmosphere. *J. of Food Sci.* 68:339-344.



SAS. 2003. Users Guide, version 8.0. SAS Institute Inc., Cary, NC. USA.

Senatore, F., 1996. Influence of harvesting time on yield and composition of the essential oil of a thyme (*Thymus pulegioides* L.) growing wild in Campania. J. of Agri. and Food Chem. 44:1327-1332.

Serrano, A., S. Cofrades, C. Ruiz - Capillas, B. Olmedilla - Alonso, C. Herrero - Barbudo, and F. Jiménez - Colmenero. 2005. Nutritional profile of restructured beef steak with added walnuts. J. Meat Sci. 70:4 647-654.

Shahidi, F. y M Naczk. 2004. Cereal, legumes and nuts. Phenolics in food and nutraceutical. Boca Raton, CRC Press LLC.

Silva - Vázquez, R. 2005. El orégano (*Lippia berlandieri* Schauer) una alternativa agroindustrial para las zonas áridas y semiáridas de México. En: Orégano aprovechamiento, cultivo e industrialización en México. Universidad Autónoma Chapingo. Estado de México.

Silva - Vázquez, R. y G. Morales Ángeles. 2008. Ensayo de la calidad del aceite esencial de orégano en el estado de Chihuahua. 3era edición nacional sobre orégano. Edición especial N°. 1.

Skandamis, P. N. y G. J. E. Nychas. 2001. Effect of oregano essential oil on microbiological and physico-chemical attributes of minced meat stored in air and modified atmospheres. J. of App. Micro 91: 1011-1022.

Tsai, T. C. y H. W. Ockerman. 1981. Water binding measurement of meat. J of Food Sci. 46:697-707.

Viuda - Martos, M., Y. Ruiz - Navajas, J. Fernández - López, y J. A. Pérez - Álvarez. 2009. Effect of adding citrus waste water, thyme and oregano essential oil on



- the chemical, physical and sensory characteristics of a bologna sausage. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 10:655-660.
- Viuda - Martos, M., M. C. López - Marcos, J. Fernández - López, E. Sendra, J. H. López - Vargas y J. A. Pérez - Álvarez. 2010a. Role of fiber in cardiovascular diseases: A review. *Comprehensive Reviews of Food Science F*. 9:240-258.
- Viuda - Martos, M., Y. Ruiz-Navajas, J. Fernández - López y J. A. Pérez - Álvarez. 2010b. Effect of orange dietary fibre, oregano essential oil and packaging conditions on shelf-life of bologna sausages. *Food Control* 21(4):436-443.
- Wenjiao, F., Z. Yongkui, Ch. Yunchuan, S. Junxiu y Y. Yuwen. 2014. TBARS predictive models of pork sausages stored at different temperatures. *J. Meat Sci*. 96: 1-4.
- Wong, S., L. Peng y J. William. 2006. Antioxidant activities of aqueous extracts of selected plants. *J. Food Chem*. 99:775-783.
- Wood, J. D., M. Enser, R. I. Richardson y F. M. Whittington. 2008. Fatty acids in meat and meat products. *Fatty acids in foods and their health implications*. 87-108.
- You, K. M., H. G. Jong y H. P Kim. 1999. Inhibition of cyclooxygenase/lipoxygenase from human platelets by polyhydroxylated/methoxylated flavonoids isolated from medicinal plants. *Archives of Pharmacological Research*. 22(1):18-24.
- Youssef, M. K. y S. Barbut. 2009. Effects of protein level and fat/oil on emulsion stability, texture, microstructure and color of meat batters. *J. Meat Sci*. 82:228-233.
- Zheng, W. y S. Y. Wang. 2001. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *J. of Agri. and Food Chem*. 49:5165-5170.



Zhou, B., L. M. Wu, L. Yang, y Z. L. Liu. 2005. Evidence for alpha-tocopherol regeneration reaction of green tea polyphenols in SDS micelles. *Free Radical Biology and Medicine*. 38:78–84



APENDICE 1 Cuadro 11. Coeficiente correlación en las variables analizadas en los tratamientos

	CRA	PG	L*	a*	b*	HUME	CENZ	PROT	GRASA	TEXT
¹ pH	-0.38	0.25	0.35	-0.76**	0.47*	0.30	0.81***	-0.42	-0.23	-0.05
CRA	1	-0.58*	0.00	0.12	0.10	0.40	-0.21	0.15	-0.21	-0.08
PG		1	-0.20	0.00	0.06	-0.23	0.12	-0.24	-0.13	-0.11
L*			1	-0.64**	0.42	0.17	0.27	0.13	0.12	0.06
a*				1	-0.40	-0.26	-0.80***	0.58*	-0.11	0.28
b*					1	0.74**	0.41	0.11	-0.40	0.38
HUME						1	0.38	0.06	-0.56	0.10
CENZ							1	-0.63*	-0.13	-0.35
PROT								1	-0.11	0.38
GRASA									1	-0.03
TEXT										1

¹pH=pH, CRA=Capacidad de retención de Agua, PG=Pérdida por Goteo, L*=Luminosidad, a*=Tendencia al rojo, b*=Tendencia al amarillo, HUME=Humedad, CENZ=Ceniza, PROT=Proteína, TEXT=Textura, C14:0= , C15:0= , C16:0= , C16:1= , C17:0= , C18:0= , C18:2= , C20:1= , C18:3= , C20:2= , C20:3= .

***Indica diferencia significativa (P<0.0001), **Indica diferencia significativa (P<0.001), *Indica diferencia significativa (P<0.05).



	C14:0	C15:0	C16:0	C16:1	C17:0	C18:0	C18:2	C20;1	C18:3	C20:2	C20:3
¹ pH	-0.18	-0.51	0.07	-0.06	-0.51*	-0.55*	0.60*	-0.08	0.18	-0.19	-0.06
CRA	-0.24	-0.16	-0.13	-0.07	-0.13	0.29	-0.57*	0.40	-0.26	-0.09	0.08
PG	-0.09	0.11	-0.17	-0.22	0.18	0.05	0.28	0.05	-0.18	-0.16	-0.29
L*	0.38	-0.23	0.01	0.22	-0.36	-0.20	0.15	-0.20	0.37	0.23	0.40
a*	0.13	0.38	-0.11	0.06	0.39	0.35	-0.35	0.35	-0.09	0.21	-0.02
b*	-0.08	-0.42	-0.10	-0.10	-0.42	-0.11	0.16	0.14	-0.18	-0.25	-0.01
HUME	-0.16	-0.35	-0.14	-0.04	-0.40	-0.02	-0.01	-0.02	-0.10	-0.10	0.07
CENZ	-0.17	-0.34	0.12	0.03	-0.32	-0.39	0.40	-0.29	0.01	-0.24	-0.05
PROT	0.43	0.13	0.10	0.30	0.04	0.11	-0.18	0.36	0.35	0.45*	0.36
GRASA	-0.09	0.09	0.63*	-0.06	0.26	-0.16	-0.30	-0.38	0.01	-0.13	-0.26
TEXT	-0.20	-0.48*	-0.22	-0.40	-0.42	-0.26	-0.08	0.33	-0.20	-0.29	-0.38
C14:0	1	0.50*	0.10	0.86***	0.35	0.17	-0.01	-0.29	0.68**	0.86***	0.83***
C15:0			0.17	0.47*	0.90***	0.59**	0.06	-0.24	0.13	0.45*	0.48*



71

C16:0	1	0.28	0.28	-0.40	0.02	-0.06	0.31	0.10	0.13
C16:1		1	0.35	0.16	-0.10	-0.23	0.69**	0.90***	0.89***
C17:0			1	0.57**	-0.12	-0.15	0.06	0.29	0.30
C18:0				1	-0.35	-0.06	-0.21	0.20	0.24
C18:2					1	-0.07	0.20	-0.11	0.02
C20:1						1	-0.13	-0.18	-0.15
C18:3							1	0.77**	0.64**
C20:2								1	0.88***
C20:3									1

¹pH=pH, CRA=Capacidad de retención de Agua, PG=Pérdida por Goteo, L*=Luminosidad, a*=Tendencia al rojo, b*=Tendencia al amarillo, HUME=Humedad, CENZ=Ceniza, PROT=Proteína, TEXT=Textura, C14:0= , C15:0= , C16:0= , C16:1= , C17:0= , C18:0= , C18:2= , C20:1= , C18:3= , C20:2= , C20:3= .

***Indica diferencia significativa (P<0.0001), **Indica diferencia significativa (P<0.001), *Indica diferencia significativa (P<0.05).