

EFFECTO CONSERVANTE Y ANTIOXIDANTE DEL ACEITE ESENCIAL DE *Origanum vulgare* Y *Rosmarinus officinalis* EN CHORIZO SANTANDEREANO

JOSÉ ALEJANDRO OROZCO OCHOA

Ingeniero Agroindustrial

Especialista en Administración de la Informática Educativa

Grupo de Investigación BIOSENA-GIPTA

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA

MAESTRÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES

PAMPLONA

2020

EFFECTO CONSERVANTE Y ANTIOXIDANTE DEL ACEITE ESENCIAL DE *Origanum vulgare* Y *Rosmarinus officinalis* EN CHORIZO SANTANDEREANO

JOSÉ ALEJANDRO OROZCO OCHOA

Ingeniero Agroindustrial

Especialista en Administración de la Informática Educativa

Grupo de Investigación BIOSENA-GIPTA

Directora:

Ph. D. MARTHA TRINIDAD ARIAS PEÑARANDA

Asesor:

Ph. D. JADER DARIO ALEAN VALLE

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA

MAESTRÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES

PAMPLONA

2020

A Dios, por la vida, la salud y sobre todo por su bondad infinita en los pasos que doy en la vida, por darme fuerzas para ganar un espacio más en mi vida profesional.

A mi esposa Catherine e hijos Sandrith, Juan Esteban, Ana Paula y Ana Sofía quienes han sido mi motor, mi motivación en la lucha constante y la superación personal y profesional

A mi padre Alejandro por guiarme en el camino de la vida, mis hermanos por la bendición de tenerlos con su apoyo y confianza.

A mi madre Emilce Judith en el cielo, mamita tu recuerdo vive en mi corazón, gracias por darme la vida.

José Alejandro.

AGRADECIMIENTOS

A mi amigo y compañero Jader Darío Alean por su dedicación y asesoría en la ejecución y culminación de esta investigación.

A mi directora de proyecto Dr. Martha Arias, por su tiempo y dedicación

Al personal del laboratorio de Microbiología, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín donde se realizaron las pruebas microbiológicas y a la Sede de Investigación Universitaria de la UDEA por su colaboración en las pruebas de cromatografía en los AE de esta investigación.

A Universidad Popular del Cesar Seccional Aguachica por el apoyo en el desarrollo del proyecto.

A los Aprendices del programa de Tecnología en Procesamiento de Alimentos de las fichas 1618557 y 1696540 del SENA Centro Agroempresarial Aguachica quienes con paciencia y ganas de aprender se entrenaron y colaboraron en las pruebas sensoriales aplicadas en esta investigación.

A los docentes de la maestría que de alguna manera motivaron y transmitieron sus conocimientos para conmigo.

A todas las personas que de una u otra manera me colaboraron en el desarrollo de este proyecto, gracias.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	10
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	14
1. ESTADO DEL ARTE	17
1.1. Enfermedades transmitidas por alimentos.	17
1.2. Descripción de <i>Salmonella</i> spp.	18
1.2.1. Enfermedades alimentarias asociadas a <i>Salmonella</i> spp.	19
1.3. Nitritos y nitratos en los alimentos.	20
1.3.1. Efecto de la oxidación sobre la calidad de la carne.	22
1.3.2. Aplicación de antioxidantes en carne y productos cárnicos	23
1.3.3. Métodos para determinar actividad antioxidante	23
1.4. Aceites esenciales.....	25
1.4.1. Composición química de los aceites esenciales.....	26
1.4.2. Métodos de extracción	26
1.4.3. Actividad antimicrobiana de aceites esenciales.....	27
1.5. El Romero	27
1.5.1. Descripción botánica	28
1.5.2. Aceite esencial de Romero.....	28
1.5.3. Efecto inhibitorio del aceite esencial.....	29
1.5.4. Capacidad antioxidante del Romero.....	30
1.6. El Orégano	31
1.6.1. Descripción botánica de Orégano.	31
1.6.2. Aceite esencial de Orégano	32
1.6.3. Efecto inhibitorio del aceite esencial.....	33
1.6.4. Capacidad antioxidante del Orégano	33
1.7. Embutidos cárnicos	34
1.7.1. Embutidos frescos	34
1.7.2. Chorizo	35
1.7.3. Consumo de embutidos a nivel nacional	35
1.7.4. Enfermedades causadas por chorizo	36
1.7.5. Brotes de <i>Salmonella</i> spp. en chorizo	36
1.7.6. Materias primas en la elaboración del chorizo.....	37
1.7.7. Proceso de elaboración.....	40
1.7.8. Requisitos generales	41
1.7.9. Requisitos microbiológicos	41

2.	OBJETIVOS	43
2.1.	Objetivo General.....	43
2.2.	Objetivos Específicos	43
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	44
3.1.	Extracción del aceite esencial (AE)	44
3.2.	Cromatografía de gas y cromatografía de gas-espectrometría de masas (GC y GC-MS)	45
3.3.	Capacidad antioxidante de los aceites esenciales	45
3.3.1.	Análisis de DPPH (2,2-difenil-1-picril hidracilo).	46
3.3.2.	Método ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity).....	46
3.4.	Actividad antimicrobiana In vitro de los AE sobre <i>Salmonella</i>	46
3.5.	Estandarización y elaboración del chorizo santandereano.....	48
3.6.	Efecto de la adición de aceite esencial de las dos especies al chorizo santandereano, sobre la inhibición de la actividad microbiana y la vida útil.	50
3.6.1.	Presencia o Ausencia de <i>Salmonella</i> spp.	50
3.6.1.1.	Inoculación de chorizos con <i>Salmonella typhimurium</i>	51
3.6.2.	Recuento de <i>Clostridium</i> sulfito reductor	51
3.7.	Valor Peróxido (VP).....	52
3.8.	Determinación del contenido de sustancias reactivas con el ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS).	52
3.9.	Prueba de pH	52
3.10.	Pruebas sensoriales	53
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	55
4.1.	Evaluación química y antioxidante de los AE de Romero y Orégano.....	55
4.2.	Actividad antimicrobiana del aceite esencial de <i>Origanum vulgare</i> y <i>Rosmarinus officinalis</i> , frente a <i>Salmonella typhimurium</i>	58
4.3.	Actividad antimicrobiana del chorizo santandereano con adición de aceites esenciales.	61
4.3.1.	Recuento <i>Clostridium</i> sulfito reductores	61
4.4.	Evaluación de la estabilidad oxidativa del chorizo santandereano con adición de aceites esenciales.	62
4.5.	Estimación de vida útil por evolución de pH durante el almacenamiento	69
4.6.	Evaluación sensorial del producto final	72
4.6.1.	Prueba hedónica verbal del nivel de agrado	73
4.6.2.	Pruebas descriptivas para perfil del sabor y textura	75
	CONCLUSIONES.....	82
	RECOMENDACIONES	83
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Brotes de ETA notificados, por agente etiológico (Bacterias), Colombia, periodo epidemiológico semana 52 del 2018	18
Figura 2. Proceso de elaboración de chorizo	41
Figura 3. Diseño metodológico	44
Figura 4. Capacidad antioxidante evaluada con los métodos de ORAC (hidrofílico y lipofílico) y DPPH	58
Figura 5. Cinética de inhibición del aceite esencial de <i>Rosmarinus officinalis</i>	60
Figura 6. Cinética de inhibición del aceite esencial de <i>Origanum vulgare</i>	61
Figura 7. Cinética de TBARS en los testigos (T1 y T2)	64
Figura 8. Cinética de VP en las muestras con AE: (a) Romero, (b) Orégano y (c) concentraciones de Romero vs Orégano.....	65
Figura 9. Cinética de TBARS en los testigos (T1 y T2).	67
Figura 10. TBARS en grasa-AE: (a) Romero, (b) Orégano y (c) Romero y Orégano.....	68
Figura 11. Comparación de los valores de pH en los testigos (T1 y T2).	70
Figura 12. Comparación de Medias de los valores de pH en los tratamientos con AE: (a) Romero, (b) Orégano y (c) concentraciones de Romero vs Orégano.	71
Figura 13. Nivel de agrado medio de Apariencia, Olor y Sabor para los chorizos formulados... 74	
Figura 14. Comparación de los niveles de percepción en puntos del atributo sabor y propiedades de textura para el tratamiento T1 (Testigo sin Nitrito y Sin AE) para los días 1, 8 y 15 de almacenamiento.....	77
Figura 15. Comparación de los niveles de percepción en puntos del atributo sabor y las propiedades de textura para el tratamiento T2 (Testigo con aplicación Nitrito a 200ppm) para los días 1, 8 y 15 de almacenamiento	78
Figura 16. Comparación de los niveles de percepción en puntos del atributo sabor y propiedades de textura para el tratamiento R1 (Aplicación AE de Romero al 0,025%) para los días 1, 8 y 15 de almacenamiento.....	79
Figura 17. Comparación de los niveles de percepción en puntos del atributo sabor y las propiedades de textura para el tratamiento O1 (Aplicación AE de Orégano al 0,150%) para los días 1, 8 y 15 de almacenamiento.	80

Figura 18. Comparación de los niveles de percepción en puntos del atributo sabor y propiedades de textura para los diferentes días de almacenamiento: a) 1 día; b) 8 días; c) 15 días.81

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Componentes principales del aceite esencial de Romero (<i>Rosmarinus officinalis</i>), de acuerdo a varios autores	29
Tabla 2. Composición del aceite esencial de Orégano (<i>Origanum vulgare</i>).....	32
Tabla 3. Requisitos microbiológicos para productos cárnicos procesados crudos, frescos, congelados o no	42
Tabla 4. Diseño experimental para determinar la Concentración Mínima Inhibitoria (MIC) en cada uno de los aceites.....	47
Tabla 5. Diseño de experimentos para la formulación de los chorizos con los AE	48
Tabla 6. Formulaciones Experimentales para el chorizo santandereano.	49
Tabla 7. Rendimiento y propiedades físicas de los AE de Romero y Orégano	55
Tabla 8. Composición química de AE de Romero y Orégano	56
Tabla 9. Comparación de los principales compuestos de los AE con otros trabajos reportados en la literatura	57
Tabla 10. Actividad microbiana de los AE frente a <i>Salmonella</i>	59
Tabla 11. Presencia/ausencia <i>Salmonella</i> - Recuento <i>Clostridium</i> Sulfito Reductores	62
Tabla 12. Evolución del pH con el tiempo almacenamiento para cada tratamiento.	69
Tabla 13. ANOVA por atributo sensorial obtenidos de la prueba hedónica con panel de 60 jueces.....	73
Tabla 14. Nivel de agrado por atributo sensorial obtenidos de la prueba hedónica.	75

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objeto principal evaluar el efecto de la adición de aceite esencial de *Origanum vulgare* y *Rosmarinus officinalis* sobre la conservación y capacidad oxidante de un chorizo santandereano, con el fin de considerar su uso como conservante y antioxidante naturales en alimentos. La extracción del aceite esencial (AE) de las dos especies se realizó mediante hidrodestilación asistida por microondas. Los aceites obtenidos fueron analizados en un cromatógrafo GC-MS marca Agilent Technologies, empleando una columna DB-5HT y un programa de temperatura que inicia a 40°C hasta una temperatura final de 290°C en los laboratorios de la Sede de Investigación Universitaria (SIU) de la Universidad de Antioquia. La concentración mínima inhibitoria (CIM) de los aceites se determinó utilizando una cepa de *Salmonella typhimurium* ATCC 140785 liofilizada, la cual fue sembrada a través de la técnica de difusión agar (Agar Müller), se insertaron sensidiscos (filtros estériles), con concentraciones de 0,025% hasta 50% de AE de Romero y Orégano. La actividad antioxidante de los aceites esenciales se evaluó mediante la medición de la capacidad captadora del radical 1,1-difenil-2-picril hidracilo (DPPH) y ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity). Se formularon y elaboraron chorizos santandereanos implementando un diseño experimental por bloques completos al azar con tres niveles de concentraciones de AE de Romero R1, R2 Y R3 (0,025; 0,050 y 0,075%) y tres niveles de AE de Orégano O1, O2 y O3 (0,0150; 0,200 y 0,390%), un nivel control T1 (0% de nitrito y 0% AE), y un último lote T2 formulado con aplicación de NaNO₂ (200 ppm). En los chorizos se determinó el efecto de la adición de aceite esencial de las dos especies, sobre la inhibición de la actividad microbiana en *Salmonella typhimurium* y *Clostridium*, se aplicaron pruebas de estabilidad oxidativa determinando el valor peróxido (VP) y el contenido de sustancias reactivas con el ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS), pruebas de pH y por último se realizaron pruebas sensoriales (hedónica de satisfacción, perfil del sabor y textura). Los resultados mostraron metabolitos secundarios pertenecientes a la familia de los terpenos (Eucaliptol, α -pineno, alcanfor, cariofileno y β -pineno para el AE de Romero y carvacrol, p-cimeno, γ -terpineno y timol para el AE Orégano). En cuanto a la actividad antioxidante medida por los

métodos ORAC (hidrofílico y lipofílico) y DPPH, se encontró que ambos aceites tienen capacidad antioxidante, siendo el AE de Romero mayor que el AE de Orégano, así mismo se encontró que ambos aceites presentan capacidad antimicrobiana en concentraciones mayores de 0,025% para el AE de Romero y 0,200% para el AE de Orégano. Se observó que la inoculación de *Salmonella typhimurium* en los chorizos formulados con AE de Orégano y Romero en las diferentes concentraciones no presentaba crecimiento, en la escala de MacFarland escala 0,5 (Ausente/25 g), pero sí en las muestras testigo evaluadas (Presencia/25 g). De acuerdo al análisis de VP y TBARS se observó que los chorizos cuya formulación no contenía nitritos ni AE (T1) evidenciaron formación de peróxidos durante el periodo comprendido entre cero y veinte días; luego de este periodo se degradaron presentando una tendencia decreciente (después de veinte días) y la percepción de olores rancios. Por otro lado, la sal nitrato adicionada en la segunda formulación sin AE (T2), hizo que la tendencia de VP fuera ascendente durante 42 días (no se presentó rancidez) hasta valor cercano a 3 miliequivalentes de O₂ por kg de grasas. Los AE de Romero y de Orégano formaron peróxidos durante los 42 días de la prueba encontrándose valores por encima de la formulación T1. Se encontraron diferencias significativas asociadas al potencial de hidrogeno, en donde todos los casos presentaron disminución de pH entre los días (1, 8, 15 y 20) de almacenamiento. Con respecto a la prueba hedónica se encontró que el mejor tratamiento en cuanto los atributos apariencia y olor fue quien contenía una concentración de 0,025% de AE de Romero (R1), con una media de $7,57 \pm 1,06$ y $7,83 \pm 1,11$ puntos respectivamente; en cuanto al sabor identificado como el atributo de mayor relevancia, el tratamiento T1 fue el mejor de $8,00 \pm 1,54$ puntos seguido del tratamiento T2 y la formulación con una concentración de 0,075% de AE de Romero (R3) como los mejores tratamientos. Los aceites esenciales de Romero y Orégano; pueden ser utilizados como agentes conservantes y antioxidantes, sin embargo, la concentración aplicada puede alterar significativamente las propiedades químicas (VP y TBARS) y sensoriales del producto final.

Palabras claves: Antimicrobiano, Antioxidantes, Valor Peróxido, *Origanum vulgare*, *Rosmarinus officinalis*, *Salmonella*

ABSTRACT

The main objective of this research was to evaluate the effect of the addition of essential oil of *Origanum vulgare* and *Rosmarinus officinalis* on the conservation and oxidizing capacity of a Santanderean sausages, in order to consider its use as a natural preservative and antioxidant in foods. The extraction of the essential oil (EA) of the two species was carried out by microwave-assisted hydro-distillation. The oils obtained were analyzed in an Agilent Technologies GC-MS chromatograph, using a DB-5HT column and a temperature program that starts at 40°C up to a final temperature of 290°C in the laboratories of the University Research Headquarters (SIU) of the University of Antioquia. The minimum inhibitory concentration (MIC) of the oils was determined using a lyophilized strain of *Salmonella typhimurium* ATCC 140785, which was seeded through the agar diffusion technique (Müller Agar), sensidiscs (sterile filters) were inserted, with concentrations of 0.025% up to 50% of Rosemary and Oregano EO. The antioxidant activity of the essential oils was evaluated by measuring the 1.1-diphenyl-2-picrylhydracile radical catchment capacity (DPPH) and ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity). Santanderean sausages were formulated and produced by implementing a randomized full block experimental design with three levels of Rosemary EO concentrations R1, R2 and R3 (0.025; 0.050 and 0.075%) and three levels of Oregano EO O1, O2 and O3 (0.0150; 0.200 and 0.390%), a T1 control level (0% nitrite and 0% EO), and a final T2 batch formulated with application of NaNO₂ (200 ppm). The effect of the addition of essential oil of the two species on the inhibition of microbial activity in *Salmonella typhimurium* and *Clostridium* was determined in the sausages, oxidative stability tests were applied by determining the peroxide value (PV) and the content of substances reactive with 2-thiobarbituric acid (TBARS), pH tests and finally sensory tests were performed (satisfaction hedonic, flavor profile and texture). The results showed secondary metabolites belonging to the terpene family (Eucalyptol, α -pinene, camphor, caryophyllene and β -pinene for Rosemary EC and carvacrol, p-cymene, γ -terpinene and thymol for Oregano EC). Regarding the antioxidant activity measured by ORAC (hydrophilic and lipophilic) and DPPH methods, it was found that both oils have

antioxidant capacity, being the Rosemary EC greater than the Oregano EC, likewise it was found that both oils present antimicrobial capacity in concentrations greater than 0.025% for the Rosemary EC and 0.200% for the Oregano EC. It was observed that the inoculation of *Salmonella typhimurium* in the sausages formulated with EO of Oregano and Rosemary in the different concentrations did not present growth, in the MacFarland scale 0.5 (Absent/25 g), but in the evaluated control samples (Presence/25 g). According to the analysis of VP and TBARS it was observed that the sausages whose formulation did not contain nitrites or AE (T1) showed formation of peroxides during the period between zero and twenty days; after this period they degraded presenting a decreasing tendency (after twenty days) and the perception of rancid odors. On the other hand, the nitrate salt added in the second formulation without EO (T2), made the tendency of VP to be upward during 42 days (no rancidity was presented) up to a value close to 3 milliequivalents of O₂ per kg of fat. Rosemary and Oregano ECs formed peroxides during the 42 days of the test, finding values above the T1 formulation. Significant differences were found associated to the hydrogen potential, where all cases presented pH decrease between days (1, 8, 15 and 20) of storage. With respect to the hedonic test it was found that the best treatment in terms of appearance and odour attributes was the one that contained a concentration of 0.025% of Rosemary EC (R1), with a mean of 7.57 ± 1.06 and 7.83 ± 1.11 points respectively; as regards taste identified as the most relevant attribute, the T1 treatment was the best of 8.00 ± 1.54 points followed by the T2 treatment and the formulation with a concentration of 0.075% of Rosemary EC (R3) as the best treatments. Rosemary and Oregano essential oils; can be used as preservatives and antioxidants, however, the concentration applied can significantly alter the chemical (VP and TBARS) and sensory properties of the final product.

Keywords: Antimicrobial, Antioxidants, Peroxide Value, *Origanum vulgare*, *Rosmarinus officinalis*, *Salmonella* spp.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la humanidad se ha visto afectada por ciertas enfermedades que en la antigüedad se desconocían o simplemente no existían, esto se ha dado en muchos casos por la implementación de nuevas tecnologías en conservación de alimentos, ya que con el pasar del tiempo una de las necesidades más apremiantes es la de prolongar la vida útil de los alimentos acudiendo a alternativas que le permitan cumplir este objetivo. Sin embargo, muy poco se ha tenido en cuenta los daños colaterales como son las enfermedades de tipo cancerígenas por el uso de conservantes artificiales y que hoy en día se evidencian cada vez más; por lo que es relevante emplear productos de origen natural que eviten la degradación de los alimentos por efecto microbiano y aporte otras propiedades como el efecto antioxidante.

El nitrito se consume en la dieta, a través de verduras y agua potable, también se añade a los productos cárnicos como conservante, en el cual ejerce varias funciones: contribuye al sabor inhibiendo sabores rancios, proporciona el color rosa característico de las carnes curadas y el más importante inhibe el crecimiento de bacterias patógenas causantes de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA), aunque en altas concentraciones es tóxico para los humanos y estudios lo asocian a padecimientos de cáncer gástrico. De acuerdo a un estudio realizado por la Pontificia Universidad Javeriana se identificó a *Salmonella* spp., como la bacteria entérica de mayor incidencia de enfermedades transmitidas por alimentos en Colombia durante el período de 1992 a 2003, con un 28% de brotes documentados (Perdomo et ál., 2004).

La demanda de alimentos mínimamente procesados ha ido en aumento en los últimos años, esto lleva que además de los nuevos métodos de conservación existentes, se realice la búsqueda constante de conservantes naturales que prolongue la vida útil de los alimentos. Los consumidores exigen cada vez más antimicrobianos naturales como alternativa de conservantes en los alimentos, ya que la seguridad de los aditivos y conservantes químicos ha sido cuestionada en los últimos años (de Oliveira et ál., 2011).

Los aceites esenciales y sus componentes son ampliamente utilizados en la medicina como constituyentes de diferentes productos médicos; en la industria alimentaria como aditivos aromatizantes y también en la cosmética como fragancias. En este contexto, los aceites esenciales de plantas están ganando interés por su potencial como ingredientes conservantes o tratamientos descontaminantes, ya que tienen una amplia adaptación de los consumidores.

Siendo la conservación de alimentos uno de los campos en los que se aplica el uso de aceites esenciales, a través del presente estudio, se obtuvo aceite esencial de las especies *Origanum vulgare* y *Rosmarinus officinalis*, evaluando la capacidad antioxidante y antimicrobiana sobre *Salmonella typhimurium* y su aplicación en chorizo santandereano.

Para alcanzar el objetivo general de esta investigación se realizó una evaluación química y antioxidante de los AE de Orégano y Romero, así como su comportamiento antibacteriano frente a *Salmonella typhimurium*, se formularon chorizos santandereanos con adición de aceite esencial de las muestras de estudio, los cuales se sometieron a análisis de Presencia/Ausencia de *Salmonella* spp. y *Clostridium* sulfito reductor; así mismo se determinó la estabilidad oxidativa del producto y su relación con la vida útil y características sensoriales percibidas en el producto final.

Dentro de las contribuciones científicas de esta investigación se destaca que: se demostró la capacidad antimicrobiana de los AE de *Origanum vulgare* y *Rosmarinus officinalis* por aplicación directa e inclusión en alimentos preparados, frente a *Salmonella typhimurium*. Se estableció la curva de estabilidad oxidativa de un embutido cárnico libre de nitritos durante el almacenamiento.

Todo lo anterior llevo a plantear la problemática desde la definición de la siguiente pregunta: ¿Cuál sería el efecto antioxidante y antimicrobiano del aceite esencial de las especies *Origanum vulgare* y *Rosmarinus officinalis* en chorizo santandereano y la presencia de *Salmonella typhimurium*?

Como producto tecnológico se desarrolló un chorizo de tradición nacional libre de conservantes químicos. Finalmente, los productos de investigación alcanzados fueron los siguientes:

Artículos presentados:

- Orozco, J.A., Arias, M.T., Alean, J., Boom, E. Actividad antimicrobiana de los aceites esenciales de *Origanum vulgare* y *Rosmarinus officinalis*, sobre *Salmonella thypimurium*. Presentado a revista DYNA.
- Boom, Efrain A., Orozco, José A., Alean, Jader D., & Rojano, Benjamín. (2018). Evaluation of Antioxidant Activity of Eucalyptus Essential Oils Grown in Colombia. *Información tecnológica*, 29(6), 57-66. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000600057>

Artículos en preparación:

- Orozco, J.A., Alean, J., Arias, M.T. Composición y capacidad antioxidante in vitro de aceite esencial foliar de *Rosmarinus officinalis* y *Origanum vulgare*.
- Orozco, J.A., Alean, J., Arias, M.T. Estabilidad oxidativa y microbiológica de un embutido cárnico con aceite esencial de *Rosmarinus officinalis*.

Participación en eventos científicos:

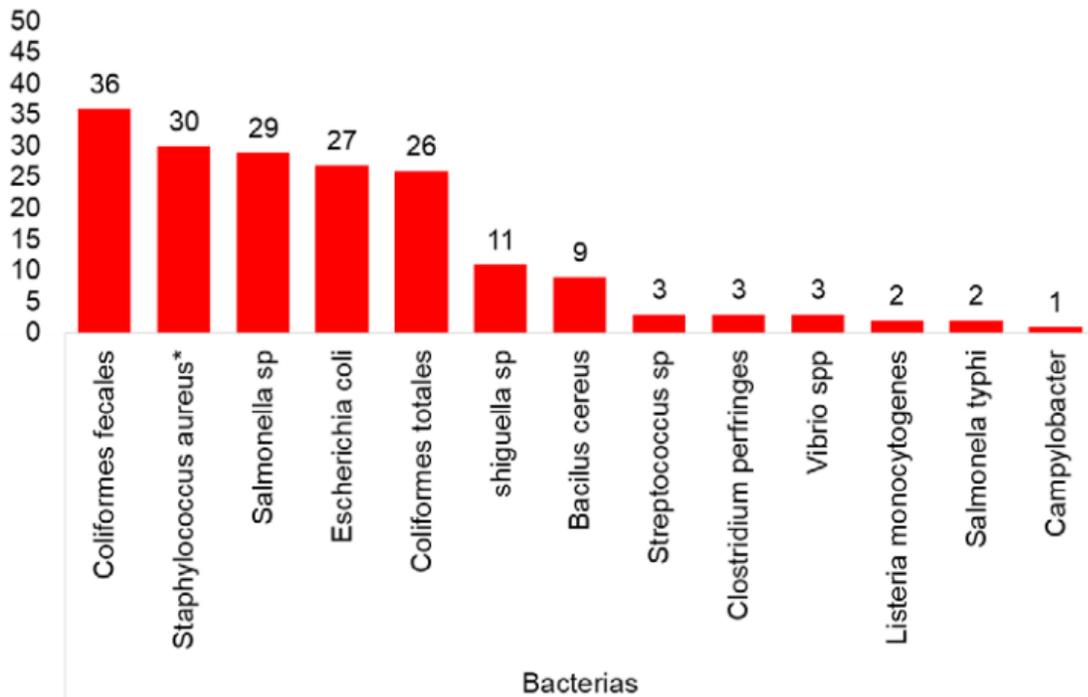
- Orozco, J.A., Arias, M.T., Alean, J., Boom, E. *Actividad antimicrobiana de los aceites esenciales de Origanum vulgare y Rosmarinus officinalis, sobre Salmonella thypimurium*. “IV Congreso Internacional de Investigación e Innovación en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Alimentos (IICTA 2018)”, Colombia, 2018.

1. ESTADO DEL ARTE

1.1. Enfermedades transmitidas por alimentos.

Las enfermedades transmitidas por alimentos son consideradas una problemática de salud pública generalizadas y crecientes. Es difícil de estimar la incidencia mundial de ETAS, en el año 2005 cerca de 1,8 millones de personas murieron a causa de enfermedades diarreicas, una gran proporción de estos casos se asocian contaminación de alimentos y fuentes de agua potable. En países industrializados hasta un 30% de la población padecen enfermedades transmitidas por alimentos anualmente (Quijada Bonilla Hernán, De La Hoz et ál., 2014). Hasta la semana epidemiológica 51 de 2018 se han notificado al sistema de vigilancia (Sivigila) 881 brotes de trasmisión alimentaria, mientras que para la misma semana del año 2017 se notificaron 859 brotes y en el 2016 fueron 668 brotes, en comparación con el año 2017 se presentó un incremento del 2,5%. En los brotes notificados a semana 51 se vieron involucrados 11502 casos, 49,8% más que el año 2017. En la semana 35 se presentó un brote en población cerrada con un número importante de casos superando el histórico. Con relación al lugar implicado el 52,1% de los brotes ocurrieron en el hogar, el 18,1% en restaurantes, 15,5% en instituciones educativas, 8,4% en club social, 2,3% en establecimientos militares, 1,7% en establecimientos penitenciarios; el 51% de los casos corresponden al sexo masculino; el grupo de edad con mayor afectación el de 20- 49 años (48,2%), seguido del grupo de 10-19 años (22,9%). En el 62% (547) del total de brotes notificados se recolectó muestra de alimentos, biológica o de superficies (vivas o inertes), logrando la identificación de uno o más agentes etiológicos en el 42,1% de estos (232). En el 21% de los brotes (182) se identificó como agente etiológico una bacteria, así mismo se identificaron para el año 2018 aproximadamente 29 brotes de *Salmonella* spp., y 2 brotes de *Salmonella typhimurium* (Ver Figura 1.) (GOBIERNO DE COLOMBIA; Ministerio de Salud y Protección. et ál., 2018).

Figura 1. Brotes de ETA notificados, por agente etiológico (Bacterias), Colombia, periodo epidemiológico semana 52 del 2018



Fuente: Ministerio de salud y protección Social, 2018

1.2. Descripción de *Salmonella* spp.

Salmonella spp., es un bacilo Gram negativo, perteneciente a la familia *Enterobacteriaceae* de características anaerobias facultativas, asporógenas, con forma de bacilo y un tamaño aproximado de 1-2 micrómetros. Existen más de 2500 serotipos de *Salmonella*, que pueden ser inmóviles o móviles provistas de flagelos peritricos. Producen ácidos y en ocasiones gas a partir de la glucosa de tipo catalasa-positivas y oxidasa-negativas, que reducen los nitratos o nitritos (Rodríguez, J. A. S., Jiménez, S. S., Navarro, R. M., y Villarejo, 2011).

Generalmente se subdivide en cinco subgéneros distintos basados en su hibridación DNA/DNA, características bioquímicas y formas de aislamiento. El subgénero I se conforma por las salmonelas comunes patógenas aisladas del contenido intestinal de los animales de sangre caliente. Al subgénero II y III pertenecen aquellas que han sido aisladas de animales de sangre fría, tales como *S. salamae* y *S. arizonae*. En el

subgénero IV y V se encuentran todos los serotipos que se encuentran en el medio ambiente y que raramente se han identificado como patógenas para el ser humano (Rodríguez, J. A. S., Jiménez, S. S., Navarro, R. M., y Villarejo, 2011).

1.2.1. Enfermedades alimentarias asociadas a *Salmonella* spp.

La salmonelosis es una importante enfermedad transmitida por alimentos (ETA) por lo general asociada con el consumo alimentos de origen animal. Esta se ha encontrado asociada a alimentos como carnes, productos cárnicos, huevos, productos del huevo y su derivados donde se ha encontrado *Salmonella*. (Rabsch et ál., 2001). La fiebre tifoidea se adquiere por la ingestión de alimentos contaminados con *Salmonella thypi*, con dosis mayores a 1×10^6 UFC en alimentos presenta altas probabilidades de contraer la enfermedad, la cual tiene un periodo de incubación que varía de siete a catorce días, dependiendo de la dosis del inóculo. La causa principal de contaminación se asocia al manejo por parte de los manipuladores en el momento de la preparación (Cabello, 2007).

Por sus manifestaciones clínicas, también se conoce como fiebre entérica, causada generalmente por *S. thypi*, aunque también se ha causado por algunas especies de *Salmonella* spp., no tifoídicas, entre las que se destaca *S. parathypi* A o B, *S. choleraesuis* y raramente por *S. typhimurium* o *S. Heidelberg* (Cabello, 2007). La enteritis salmonelósica causada por *S. enteritidis*, *S. choleraesuis* y *S. typhimurium*, se caracteriza por un periodo de incubación de 6 a 72 horas, con síntomas característicos como dolor de cabeza, dolor abdominal, vómitos, fiebre, y diarreas a causa de la inflamación del intestino delgado, esta infección se presenta de forma recurrente en lactantes, ancianos y personas con patologías previas. Las salmonelosis generalizadas presentan forma septicémica en donde la bacteria pasa a la sangre, llegando a diferentes órganos, produciendo enfermedades sistémicas (Cameán, A. M., Mellado, E., y Repetto, 2012).

Para controlar la presencia de *Salmonella* en alimentos, se debe principalmente prevenir su contaminación con materias fecales o someterlos a tratamientos térmicos para destruir la presencia de estas cepas. Todos los alimentos crudos de origen animal y

algunos vegetales, presentan grandes probabilidades de estar contaminados con el género *Salmonella*, cerca del 20% al 30% del ganado bovino, aves de corral, y ganado porcinos sanos, son portadores de *Salmonella* en su tracto intestinal y ganglios mesentéricos; por lo anterior se asocia a los cárnicos y productos derivados un alto riesgo de exposición a salmonelosis. En la aparición de brotes de esta enfermedad influyen directamente una cocción insuficiente, adición de ingredientes crudos a un alimento terminado y la contaminación cruzada (Pascual, 2005).

1.3. Nitritos y nitratos en los alimentos.

Desde tiempos antiguos los nitratos, se han empleado junto a la sal y especias en el curado de derivados cárnicos. Inicialmente su función era salar el producto, sin embargo, la sal que se usaba contenía nitratos que eran catalogados como impurezas, el nitrato contribuía al mantenimiento del color de la carne, dada la reacción de la mioglobina de la sangre y el ión nitrito; desde ese momento se planteó el uso de nitratos y nitritos para la conservación y curado de la carne (Gil Hernandez y Ruiz Lopez, 2010). La putrefacción bacteriana en cárnicos se puede proteger mediante la adición de soluciones concentradas de sal común, sin embargo, el uso exclusivo de cloruro sódico puede provocar una coloración pardo – verdoso, que se atribuye a la conversión de hemoglobina en metahemoglobina. Para mantener el color rojo se recomienda adicionar una pequeña cantidad de nitrito o nitrato, los cuales actúan sobre la carne formando nitrosohemoglobina o nitrosohechromógeno, de color rojo oscuro. Los nitritos también actúan sobre los alimentos retrasando el proceso de oxidación de los lípidos, disminuyendo el olor rancio, produce una mejor firmeza en la estructura, y provee de un efecto antibacteriano a los alimentos (Antón, A., y Lisazo, 2003).

El uso inadecuado de nitritos y nitratos generan dos riesgos de gran importancia. El efecto principal es el aumento de metahemoglobinemia, el cual se da a causa de una toxicidad con nitrato, puesto que una vez reabsorbido ejerce en el organismo la misma acción que con las carnes conservadas, es decir, transforma la hemoglobina en metahemoglobina, causando cianosis; las intoxicaciones de este tipo se dan principalmente por una cantidad excesiva de nitrito sódico en carnes en conserva, lo cual

se puede asociar a una deficiente homogenización entre ingredientes y aditivos. El nitrito en cantidades de 0,5 a 1 gr produce intoxicaciones ligeras, de 1 a 2 gr las intoxicaciones son graves, a partir de los 4 gr la intoxicación con nitritos puede ser mortal; por esta razón la sal empleada no debe exceder el 0,5 – 0,6% de nitrito sódico, y la cantidad empleada no debe sobrepasar los 15 mg por cada 100 gr de carne (Antón, A., y Lisazo, 2003)

La formación de nitrosaminas en adultos es otro de los riesgos de estos aditivos, ya que gran parte de compuestos N-nitroso de interés en toxicología alimentaria se consideran posibles carcinógenos. Experimentos realizados en animales han demostrado la potencia carcinógena en todas las especies estudiadas, con una amplia organotropidad, según donde se biotransforme para producir radicales libres alquilantes. Diferentes estudios epidemiológicos concluyen que el cáncer nasofaríngeo, esofágico y gástrico está asociado al consumo de nitritos. Por lo anterior, la exposición a compuestos de tipo N-nitroso y sus precursores debe ser lo más reducido posible, de acuerdo a las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (Antón, A., y Lisazo, 2003).

Los radicales libres de oxígeno causan daño oxidativo en la células lo cual se asocia a la rancidez y el deterioro oxidativo de los alimentos y directamente en los seres humanos en la aparición de diversas patologías entre las que se encuentran distintos tipos de cáncer, diabetes, enfermedades cardíacas y vasculares, entre otras. Un radical libre es una molécula que contiene uno o más electrones sin aparearse, los cuales provocan acciones en cadena que son contrarrestadas por otras moléculas que se oponen a esta degradación oxidativa, llamados antioxidantes (Céspedes Cabrera y Serrano, 2000). Cuando la cantidad de radicales libres presentes en el organismo, sobrepasan la capacidad de la célula para repararse por sí misma, se produce el estrés oxidativo, que se ha demostrado que se asocia a diversas patologías degenerativas o crónicas como el cáncer, arterioesclerosis, artritis reumatoidea, diabetes mellitus, mal de Parkinson, envejecimiento e infertilidad masculina (Gaviria et ál., 2009).

La oxidación de las grasas es la forma de deterioro de alimentos de mayor relevancia luego de las alteraciones producidas por microorganismos, y se convierte en un factor limitante en la vida útil del producto. La industria alimentaria ha empleado diversas técnicas para evitar la oxidación alimentaria como son el envasado hermético al vacío hasta la adición de sustancias antioxidantes. Los antioxidantes se encargan de retrasar la degradación oxidativa del producto, sin embargo, no la detienen definitivamente, por el contrario, el uso de antioxidantes en condiciones y cantidades inadecuadas puede acelerar la oxidación (Ibáñez, F., Torre, P., y Irigoyen, 2003). Los antioxidantes se clasifican en exógenos que son aquellos que ingresan a el organismo a través de los alimentos ingeridos, entre los que se destacan la vitamina E y C, los betacarotenos y los flavonoides; así mismo están los endógenos que se sintetizan por las células en el interior del organismo entre los que se encuentran enzimas como la catalasa, peroxidasa, glutatión, entre otras (Perón et ál., 2001).

1.3.1. Efecto de la oxidación sobre la calidad de la carne.

El oxígeno (O₂) y la exposición a la luz son la principal causa de deterioro oxidativo que ocasiona daño celular en las carnes, lo que se conoce como “estrés oxidativo” el cual se produce como consecuencia de un desequilibrio entre la producción de especies reactivas y los mecanismos de defensa antioxidante (Pérez Gastell, P. L., de Alejo, P., y Luis, 2000). La principal causa de deterioro de la carne o productos cárnicos se produce a causa de los cambios asociados a la oxidación lipídica, que produce alteración de color, producción de olores y sabores desagradables, y en general una reducción de la calidad organoléptica del producto. La oxidación lipídica da paso a la disminución del valor nutritivo de la carne y la producción de compuestos potencialmente peligrosos para la salud del consumidor, la ingesta de lípidos oxidados se asocia al desarrollo de patologías como cáncer y cardiopatía coronaria (Lorena Isaza Maya et ál., 2013).

Las proteínas también se encuentran expuestas a sufrir daños oxidativos, los cuales pueden ocasionar la formación de agregados que se interpongan en la digestibilidad de la proteína. Esta oxidación disminuye el valor nutritivo de la carne disminuyendo la disponibilidad de aminoácidos esenciales y la digestibilidad de las proteínas (Armenteros

et ál., 2012). Antioxidantes naturales como los tocoferoles, el ácido ascórbico, el extracto de Romero, el licopeno y algunos flavonoides, actualmente se encuentran disponibles para ser adicionados a los alimentos en reemplazo de los antioxidantes sintéticos. Los antioxidantes naturales pueden, además, reforzar la actividad de los sistemas antioxidantes endógenos aportando una protección extra en contra del estrés oxidativo (Valenzuela et ál., 2003).

1.3.2. Aplicación de antioxidantes en carne y productos cárnicos

Existen numerosos estudios que revelan la aplicación de antioxidantes de origen natural sobre preparados cárnicos como el presentado por (Sayari et ál., 2015), el cual mostró que el extracto de la corteza de la fruta *Citrus paradisi*, revela una importante capacidad antioxidante en la formulación de una salchicha de pavo, el cual presentó un retraso de la oxidación de lípidos a nivel de 2,5 g Kg⁻¹ en salchicha de pavo, por lo cual se concluyó que la adición de extractos vegetales puede reducir al mínimo la oxidación lipídica y mejorar la estabilidad microbiológica durante la formulación y almacenamiento de salchicha de pavo. La actividad antioxidante del extracto alcohólico de *Kitaibelia vitifolia*, se evaluó sobre embutidos secos fermentados sin nitrito añadido. Se determinó que a una concentración efectiva de 12,5 g/Kg de masa de carne, los embutidos secos presentaron una fuerte actividad antioxidante (Kurćubić et ál., 2014).

El Romero y clavo de olor fueron empleados para evaluar el efecto antioxidante sobre carne de pollo cruda durante un almacenamiento de 15 días a 4°C. Los resultados revelaron que los valores de TBARS de las muestras tratadas con las especies de estudio fueron los más bajos en comparación con el control tratado con BHT, por lo cual se concluye que los extractos de Romero y clavo de olor tienen alta eficacia contra la oxidación lipídica, lo que indica que tienen un alto potencial como antioxidante natural para el tratamiento de carne de pollo cruda (Zhang et ál., 2016)

1.3.3. Métodos para determinar actividad antioxidante

En la actualidad existen diferentes métodos que permiten identificar la capacidad antioxidante de los alimentos entre los que se pueden destacar los siguientes.

1.3.3.1. Ensayo de actividad de eliminación de radicales libres en DPPH

Este método se considera la técnica representativa de los métodos que emplean modelos radicales en la evaluación de los captadores de radicales; en la última década este método se ha destacado debido a su rapidez y sensibilidad (Öztürk y Savaroğlu, 2010). El método DPPH se puede desarrollar tomando 150 mg de DPPH (Sigma) se disuelven en 7 mL de MeOH, esta solución se lleva a oscuridad por 24 h. Pasado este tiempo, se toman alícuotas y se diluyen con MeOH hasta una absorbancia ajustada de 0.300 ± 0.05 medidos a $\lambda = 517$ nm en el espectrofotómetro, ajustado con MeOH como blanco del equipo (Conde Clemente et ál., 2012). El método consiste en reaccionar la sustancia de estudio con el radical 1,1-difenil-2-picril hidracilo (DPPH), el cual se encarga de hacer visibles los radicales libres estables a una absorbancia máxima de 517 nm, sin embargo cuando se encuentra con un sustrato donador de protones como un antioxidante, los radicales son eliminados y la absorbancia se reduce (Charles, 2012).

1.3.3.2. Ensayo de capacidad de absorción de radicales de oxígeno (ORAC)

El método consiste en medir la capacidad de un compuesto para atrapar el radical peroxilo que se genera durante la oxidación lipídica de los alimentos, mediante un mecanismo de transferencia de un átomo de hidrógeno (Zapata, S., Piedrahita, A. M., y Rojano, 2014). En este ensayo se mide la capacidad de los antioxidantes para proteger las proteínas del daño oxidativo, analizando la disminución de la fluorescencia de una proteína (fluoresceína) debido a la pérdida de estructura durante el daño oxidativo a causa de una fuente de radicales peróxido (ROO) (Álvarez et ál., 2012). El método actúa mediante el radical artificial AAPH (2,2'-Azobis-(2-aminopropano)-dihidrocloruro) el cual se encarga de oxidar la fluoresceína por lo cual pierde su fluorescencia. La capacidad antioxidante se determinará por la capacidad del compuesto en disminuir la pérdida de la fluorescencia (Agudo, 2010).

1.3.3.3. Ensayo de capacidad de eliminación del radical ABTS

A través de este ensayo se mide la capacidad de los antioxidantes que reaccionan de forma directa con los radicales de cationes de barrido ABTS que se generan por método químico. Este método de decoloración cuantifica la capacidad de eliminación por medio

de la lectura de absorbancia de la mezcla de reacción antioxidante a 734 nm durante un tiempo determinado (Charles, 2012). El compuesto ABTS se genera tras una reacción de tipo químico que involucra dióxido de manganeso, persulfato de potasio y ABAP; de tipo enzimático por medio de peroxidasa y mioglobina o de tipo electroquímica. Por medio del método ABTS se puede medir la capacidad antioxidante en compuestos hidrofílicos o lipofílicos (Kuskoski y Asuero, A.G, 2005).

1.4. Aceites esenciales

Los aceites esenciales son líquidos viscosos inmiscibles en agua de origen vegetal, caracterizados por ser aromáticos y volátiles. Por lo general se encuentran en las células vegetativas de los tallos y hojas de las plantas, concentrados en regiones particulares como la corteza, hojas o frutos (Gutiérrez et ál., 2008). Generalmente se emplean como mejoradores de sabor en alimentos y bebidas, pero gracias a su contenido de agentes antimicrobianos se poseen como alternativa de conservantes naturales. Su actividad antimicrobiana se debe a su contenido de terpenoides y compuestos fenólicos (timol, carvacrol, eugenol) que en altas concentraciones presentan propiedades antibacterianas (Oussalah et ál., 2007).

Durante los últimos años, los aceites esenciales han adquirido gran relevancia para la industria de alimentos (Ertas et ál., 2015), estos materiales vegetales se han convertido en parte de la vida cotidiana, lo que ha generado una creciente demanda y a su vez un aumento en los casos de adulteración (Do, T. K. T., Hadji-Minaglou, F., Antoniotti, S., y Fernandez, 2015). Gran cantidad de especies vegetales poseen aceites esenciales con características antimicrobianas y antioxidantes importantes, por esto la necesidad de caracterizar sus principios bioactivos ha ido en aumento en la industria alimentaria (Kucukbay, F. Z., Kuyumcu, E., Çelen, S., Azaz, A. D., y Arabac, 2014). A pesar de que los aceites esenciales se consideran seguros, su uso está condicionado dadas la característica organoléptica que estos transfieren a los alimentos. Es por esto que se debe determinar la concentración mínima inhibitoria sin afectar la calidad sensorial del alimento (Lambert et ál., 2001).

1.4.1. Composición química de los aceites esenciales

En la actualidad se conocen más de doscientos aceites esenciales, dentro de los cuales se han identificado cerca de cuatrocientos compuestos químicos, entre los que destacan principalmente los terpenos, sesquiterpenos, alcoholes libres (geraniol, linalol, mentol, terpineol), ésteres, aldehídos, cetonas, fenoles, ácidos libres (ácido acético, benzoico, cianhídrico, propiónico, valerianico) (Castaño, 2012). La composición química de los aceites esenciales se ve altamente influenciada por diferentes variables, tales como, la especie, la parte de la planta, la localización geográfica, sus propiedades bioactivas y los métodos de extracción aplicados (Mejri et ál., 2010). Se caracterizan por el contenido de fenoles que actúan como antioxidantes, los cuales son necesarios para prevenir la oxidación durante el procesamiento y almacenamiento de alimentos (Borneo et ál., 2009). Los aceites esenciales presentan propiedades antifúngicas y antioxidantes, mediadas principalmente por componentes fenólicos como el timol y el carvacrol presentes en gran número de especies (Bounatirou et ál., 2007).

1.4.2. Métodos de extracción

La extracción de aceites esenciales se puede efectuar empleando diferentes técnicas si afectar la calidad de los mismos. La hidrodestilación conocida como la técnica de extracción tradicional, es el método más aplicado en distintas especies aromáticas (Gavahian et ál., 2015). Con el fin de hacer más eficiente la extracción han surgido nuevas técnicas como la extracción asistida por microondas, extracción con disolventes a presión extracción con fluidos supercríticos y la extracción asistida por ultrasonido (Kaufmann y Christen, 2002).

1.4.2.1. Extracción asistida por microondas

Las microondas son radiaciones electromagnéticas transmitidas en forma de ondas, que pueden actuar internamente en diferentes biomateriales interactuando con compuestos polares como el agua para generar calor. En general, las microondas pueden calentar cualquier biomaterial en su totalidad de manera simultánea (Cardoso-Ugarte et ál., 2013). La extracción por microondas transmite energía en el total de la matriz de disolvente y sólido de forma eficiente y homogénea. El agua absorbe la energía generada y promueve

un sobrecalentamiento interno, provocando la desorción de las estructuras químicas y mejorando la recuperación de nutraceuticos (Wang y Weller, 2006).

1.4.3. Actividad antimicrobiana de aceites esenciales

Varios estudios han demostrado la efectividad de los aceites esenciales en la inhibición de crecimiento de diversos microorganismos, la actividad antimicrobiana de los aceites esenciales se asocia principalmente a los terpenoides que contienen grupos alcoholes, aldehídos y por último grupos cetónicos (Maguna et ál., 2006). Por ejemplo, el potencial inhibitorio del aceite esencial de *Lippia grandis* sobre *S. aureus*, *E. fecalis* es efectivo en concentración inhibitoria mínima de 0.57 mg/ml para *E. fecalis* y 1,15 mg/ml para las otras cepas, lo que indica que este aceite esencial contiene compuestos químicos con buen potencial para el tratamiento de infecciones (Sarrazin et ál., 2012). Por su parte, en el aceite esencial de *Baccharis darwinii* recogido en la Patagonia Argentina, se reconocen componentes como el limoneno (47,1%), timol (8,1%) y 4 terpinelol (6,4%), y propiedades antifúngicas fuertes contra levaduras y dermatofitos de relevancia clínica, incluyendo algunos hongos como la *Candida* spp., y *Trichophyton* con valores de CIM entre 62.5 y 125 g/ml (Kurdelas et ál., 2012). La aplicación de aceite esencial de Orégano al 0,6% en combinación con nisina a 500 UI/g, presenta gran actividad antimicrobiana frente a *Salmonella enteritidis*, al aplicarse en carne de ovino picada a temperaturas de conservación de 10°C por un período de 12 días; sin embargo el efecto antimicrobiano disminuye en concentraciones superiores de aceite esencial y nisina, así como a temperaturas cercanas a 4°C (Govaris et ál., 2010). Especies como *Eugenia caryophyllata*, comúnmente conocido como clavo de olor han sido adicionadas en formulación de salami, con el fin de reducir significativamente la oxidación en productos cárnicos cocidos, mostrando una importante actividad antioxidante y antimicrobiana (Cardona Henao y Mejía G., 2009)

1.5. El Romero

Rosmarinus officinalis, conocido comúnmente como “Romero”, es una planta aromática de hojas perennes que habita abundantemente en la región mediterránea (Cui et ál., 2012). Desde las primeras civilizaciones se han empleado las especies aromáticas como

aderezo para alimentos ya que actúan como mejoradores de sabor y de las características organolépticas; no obstante actualmente se le confieren usos medicinales y tienen gran potencial por su contenido de bioelementos y aceites esenciales ya que poseen propiedades antimicrobianos, hepatoprotector, antivirales, espasmolítico, carminativo y anticancerígenos (Szumny et ál., 2010). Distribuida en la cuenca mediterránea, el Romero es un arbusto de hojas perenne caracterizado desde la antigüedad por la propiedad del aceite esencial, de conservación de los alimentos. Los compuestos fenólicos antioxidantes de la planta presentan diferencias en su polaridad y solubilidad (Bellumori et ál., 2015).

1.5.1. Descripción botánica

El Romero, es un arbusto de bajo tamaño, frondoso y de grandes ramificaciones. Abunda en regiones de la Península Ibérica y Baleares. Su introducción al continente americano se atribuye a los colonizadores españoles desde finales del siglo XV y principios del XVI (Fuentes Fiallo et ál., 2000). Perteneciente a la familia *Lamiaceae*, esta planta aromática, alcanza alturas de hasta 2 m., sus ramas son erectas de color marrón; posee hojas alargadas lineares de 1,2-3,5 mm con márgenes revolutos, el haz de la hoja es de color verde brillante y apariencia rugosa, el envés se encuentra cubierto por un tomento blanco. El cáliz mide de 5-7 mm de color verde o púrpura. La corola es azul pálido y en raras ocasiones blanca o rosa, con una medida de 10-12 mm. La multiplicación de la planta puede hacerse por semillas y esquejes bien desarrollados de aproximadamente 15 cm; se adapta con facilidad a diversos tipos de suelo (Centeno M, 2002).

1.5.2. Aceite esencial de Romero

La composición cuantitativa del aceite esencial de Romero se ve altamente influenciada por el pH del terreno, en los básicos el contenido de alcanfor es mayor; en suelos ácidos, el aceite presenta una cantidad elevada de eucaliptol y terpineol (Centeno M, 2002).

El aceite esencial de *Rosmarinus officinalis* presenta componentes mayoritarios en su composición como 1,8 cineol, alcanfor y α -pineno, resultados que coinciden con publicaciones internacionales en donde los metabolitos principales corresponden a α -

pineno, 1,8 cineol, alcanfor y borneol (Ver Tabla 1.); algunos de ellos caracterizados por su actividad acaricida (Romeu et ál., 2007).

Tabla 1. Componentes principales del aceite esencial de Romero (*Rosmarinus officinalis*), de acuerdo con varios autores

Componentes	REFERENCIAS					
	1	2	3	4	5	6
α-Pineno	15,30%	1,97%	21,74%	12,57%	24,03%	44,05%
Canfeno	5,70%			4,43%	7,42%	6,14%
Mirceno	4,90%					
Limoneno	3,70%	24,88%			8,57%	5,48%
1,8-Cineol	21,50%		23,47%	44,42%		
Alcanfor	18,00%	28,70%	7,21%		12,98%	7,82%
Borneol	3,70%			8,52%		
Cariofileno	3,40%					
eucaliptol		35,75%	4,49%			
p-cimeno		1,67%				
γ-terpineno		1,29%	7,57%			
Berbonone				5,18%		
β-pineno						
Verbenone					14,51%	6,37%

1:(Romeu et ál., 2007), 2:(Medeiros y Medeiros, 2016); 3: (Jalali-Heravi et ál., 2010) 4: (Orhan et ál., 2008) 5: (Graber et ál., 2010) 6:(Bousbia et ál., 2009).

Fuente: El autor

Estudios científicos del aceite esencial de Romero concluyen que esta especie no presenta problemas de seguridad respecto a la genotoxicidad de sus extractos. La exposición dietética del aceite esencial de Romero se estima en 167 y 1.500 mg/kg para adultos y 87 a 546 mg/kg para niños en edad de preescolar. El uso de extractos de Romero bajo estos límites no presentan toxicidad y se consideran relativamente seguro (Aguilar et ál., 2008).

1.5.3. Efecto inhibitorio del aceite esencial

Diferentes investigaciones han evaluado el efecto inhibitorio del aceite esencial de Romero frente a diferentes microorganismos, entre las que se pueden destacar los resultados obtenidos por (Vázquez et ál., 2009) cuya investigación reveló que el extracto

etanólico de *Rosmarinus officinalis* in vitro presentó una inhibición del 90% de UFC, en concentraciones de 0,8 mg/ml, 1,2 mg/ml y 1,2 mg/ml frente a *Salmonella thypi*, *Listeria monocytogenes* y *Staphylococcus aureus*, respectivamente. De igual forma el uso del extracto en un batido cárnico a concentraciones de 1,0% y 0,5% evidencia la disminución del número de mesófilos y coliformes totales en la preparación.

Un estudio realizado en la Universidad de Antioquia determinó que la actividad bactericida y concentración mínima inhibitoria del extracto etanólico y aceite esencial de hojas de *Rosmarinus officinalis* L. sobre microorganismos de interés alimentario tales como *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium*, *Shigella sonnei*, *Listeria monocytogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus cereus* y *Lactobacillus plantarum*; presentó una actividad antimicrobiana mayor a los conservantes usados comúnmente en la industria alimenticia. El aceite esencial evidenció un amplio espectro antimicrobiano para bacterias de tipo Gram positivas y Gram negativas con CIM entre 512 y 4096 ppm (Castaño P et ál., 2010).

El efecto inhibitorio del aceite esencial de *Rosmarinus officinalis* en albóndigas de carne inoculadas con *Staphylococcus aureus* y *Listeria monocytogenes* se evidenció en concentraciones del 2%, causando una reducción gradual de la carga microbiana bajo temperatura de conservación de 4°C; sensorialmente se estima que una concentración de 0,5% no afecta las características del producto, por lo cual puede ser empleado como aditivo alimentario conservando un efecto inhibitorio $< 10^2$ UFC/g de patógenos (Pesavento et ál., 2015).

1.5.4. Capacidad antioxidante del Romero

El extracto de Romero actúa como agente antioxidante al ejercer un efecto protector contra la oxidación lipídica y actividad antirradicalaria, con una efectividad de 1,9µmol Trolox®/mg. El ácido carnósico en conjunto con otros componentes de carácter hidrofóbico presentes en el Romero, se consideran los encargados de bloquear la peroxidación de manera eficiente, siendo el primero el componente más relevante de esta especie. Un estudio reveló que el extracto de Romero tiene poder antioxidante

importante al inhibir el 88% de la peroxidación lipídica de los ácidos grasos presentes en una base cosmética analizada; igualmente, se caracteriza por un alto contenido de ácido carnósico (22,3 µg de ácido carnósico/mg de extracto), al cual se atribuye el alto porcentaje de inhibición de la peroxidación lipídica (Rodríguez et ál., 2012).

1.6. El Orégano

Origanum vulgare L., es conocido popularmente como “Orégano”, el nombre botánico proviene del griego que indica “esplendor de la montaña” (Pascal y Maritsa, 2015), esta especie se extiende ampliamente por toda la región mediterránea, en gran parte de la región eurosiberiana y en la región irano-turiano. El Orégano se ha empleado desde la antigüedad, por los atributos que le brinda sus aceites esenciales, se usa en diferentes preparaciones alimenticias como especia mejoradora de sabor y medicamento para tratar diferentes afecciones convulsivas, resfriados, enfermedades de la piel o trastornos digestivos (Pieroni, 2008).

1.6.1. Descripción botánica de Orégano.

El Orégano, es una herbácea perenne perteneciente a la familia *Lamiaceae* y el género *Origanum*, alcanza alturas de 0,7 a 1,2 metros, y su diámetro de cobertura abarca cerca de 0,3 a 0,8 metros, las cuales dependen directamente de las condiciones específicas de desarrollo y edad de las plantas (Pascal y Maritsa, 2015) Generalmente los tallos adquieren una particular tonalidad rojiza, ramificados en la parte superior; las hojas emergen opuestas, ovales y anchas de entre 2 y 5 cm, sus bordes son ligeramente dentados y presenta vellosidad en el envés (Navarro Beltran, M. A. Monroy Rodriguez, 2012). En condiciones controladas esta planta se desarrolla como un arbusto caducifolio, muy ramificado, que puede alcanzar hasta 2,5 metros de altura y 1,2 metros de diámetro de cobertura foliar. Las hojas y sumidades floridas se caracterizan por su olor aromático, agradable y un ligero sabor amargo. El clima ideal para este cultivo es el templado y templado-cálido, se adapta con facilidad a diversos tipos de suelo de características permeables, aunque su crecimiento no prospera adecuadamente en suelos de tipo arcilloso (Castro G., 2015).

1.6.2. Aceite esencial de Orégano

El rendimiento de aceite esencial a partir de las partes aéreas de *Origanum vulgare* varía durante las tres etapas de crecimiento de la planta. Durante la etapa vegetativa temprana, se registra un rendimiento de aceite esencial de 1,7%; en la etapa vegetativa tardía se alcanza un rendimiento correspondiente al 2%; sin embargo, en la etapa de floración el rendimiento de aceite esencial disminuye, alcanzando rangos de 0,6%. Por lo tanto el tiempo de cosecha de las especies interfiere directamente en el rendimiento de los aceites esenciales (Béjaoui et ál., 2013).

Dado el grado de sensibilidad analítica que se maneje, los aceites esenciales de una misma especie pueden variar sus componentes significativamente dependiendo del tipo de suelo, época de cosecha y recolección, edad de la planta y método de extracción, entre otros (Bandoni et ál., 2009). El aceite esencial de Orégano se compone principalmente por carvacrol y/o timol, seguido por compuestos como γ -terpineno, p -cimeno, linalol, terpinen-4-ol e hidrato de sabineno (Ver Tabla 2.) (Skoula y Harborne, 2002). En algunas especies de Orégano se identificaron altos valores de linalol, fenoles, alcoholes, éteres, aldehídos y cetonas. La calidad del aceite se determina por su composición, que depende directamente del genotipo, clima, tipo de suelo, orientación y desarrollo de la planta (Russo et ál., 1998).

Tabla 2. Composición del aceite esencial de Orégano (*Origanum vulgare*)

Componentes	Contenido
Timol	67,51%
p-Cimeno	11,66%
γ-Terpineno	5,51%
Cariofileno	5,38%
Óxido de Cariofileno	2,22%
Trans-α-Bergamoteno	1,65%
Eugenol	1,49%
α-Bergamoteno	1,32%

Fuente: (Acevedo et ál., 2013).

1.6.3. Efecto inhibitorio del aceite esencial

Existen diferentes estudios que evalúan la actividad antimicrobiana del aceite esencial de diferentes variedades de Orégano. De acuerdo a la investigación realizada por (Elgayyar et ál., 2001) evidencia que el aceite esencial del genero *Origanum* presenta potencial antimicrobiano frente a bacterias gram negativas tales como *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, *Yersinia enterocolitica*, *Enterobacter cloacae* y *Klebsiella pneumoniae*; y en algunas bacterias gram positivas como *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermis*, *Listeria monocytogenes* y *Bacillus subtilis*. Al examinar la actividad antimicrobiana de los componentes aislados del aceite esencial, se encuentra que los fenoles carvacrol y timol poseen los mayores niveles de actividad contra microorganismos de características gram negativos, siendo el timol el más activo de los dos.

El potencial antimicrobiano del aceite esencial de Orégano, fue probado contra varias bacterias presentes en salchichas. Gran variedad de bacterias gram positivas y gram negativas mostraron ser sensibles al efecto inhibitor del aceite esencial de *Origanum vulgare*; la mayor actividad bactericida se observó para *Salmonella choleraesius*, con la formación de un halo de inhibición de 29 mm, mientras que la actividad más baja, fue verificada por *Micrococcus luteus* con un halo de tan solo 11 mm de inhibición. Al determinar la concentración mínima inhibitoria para los microorganismos evaluados se obtuvo que tanto para *Escherichia coli* y *Salmonella choleraesius* requieren de 0,46 mg/ml de aceite esencial, la menor concentración mínima inhibitoria se reportó para *Staphylococcus aureus* con una necesidad de 0,23 mg/ml de aceite esencial para ejercer el efecto inhibitor (Busatta et ál., 2007).

1.6.4. Capacidad antioxidante del Orégano

Las plantas aromáticas presentan efecto antioxidante dado a la presencia de grupos hidroxilo dentro de sus compuestos fenólicos. De las diferentes variedades existentes de Orégano, se han reportado altos niveles de antioxidantes en concentraciones >140 mmol/100 g (Dragland et ál., 2003). La capacidad antioxidante de los extractos de Orégano se caracteriza principalmente por inhibir la peroxidación lipídica, actúa

protegiendo el ADN de la estructura contra el daño ocasionado por radicales de hidroxilo, a través de los métodos de captación de peróxido de hidrógeno, captación de HOCl y prueba de rancidez; siendo los extractos de Orégano efectivos en cada caso y en ocasiones niveles superiores a los del propil galato BHA y BHT (Martínez-Tomé et ál., 2001). Los compuestos antioxidantes de mayor relevancia en el Orégano son los monofenoles, carvacrol y timol (Baratta et ál., 1998)

1.7. Embutidos cárnicos

Los embutidos forman parte de las emulsiones cárnicas, las cuales consisten en una matriz de musculo y fibras del tejido conectivo suspendido en un medio acuoso que contiene proteínas solubles y partículas de grasa, siendo las proteínas solubles sarcoplasmáticas y miofibrilares los agentes emulsificantes. Algunos factores afectan la formación y estabilidad de una emulsión cárnica, tales como la temperatura del proceso, el tamaño de las partículas de grasa, pH, viscosidad de la emulsión y la cantidad y tipo de proteínas solubles (Amerling, 2001). En el proceso de picado y mezclado la fricción producida entre las cuchillas y el equipo hace que la temperatura de la mezcla aumente, causando la desnaturalización de las proteínas solubles de la carne, así mismo aumenta la viscosidad de la emulsión y las partículas de la grasa se funden; por esta razón durante el proceso de emulsión de la carne se adiciona hielo con el fin de mantener una temperatura estable entre 20 y 25°C y minimizar los efectos adversos en la mezcla (Amerling, 2001).

1.7.1. Embutidos frescos

Los embutidos se clasifican en tres tipos de acuerdo a su tratamiento y forma de elaboración: embutidos crudos, embutidos cocidos y embutidos escaldados. Los embutidos frescos se caracterizan por no someterse a proceso de cocción en agua durante su elaboración, se pueden consumir en estado fresco o cocidos después de un periodo de maduración. De acuerdo a su capacidad de maduración estos se pueden clasificar en embutidos de corta, mediana y larga duración (De Oña Baquero et ál., 2013)

Para la elaboración de estos preparados se utilizan diferentes cortes de res y cerdo como recortes, tocino y grasa; las carnes son molidas y mezcladas con la adición de sal, sustancias curantes, especias, y agua, posteriormente la mezcla es almacenada en tripas de origen natural o sintético y se almacenan a temperaturas de 3 a 4°C (Murillo et ál., 2002). Los procesos de maduración biológica permiten a los embutidos crudos que el agua se evapore y se desprenda la albúmina que ayuda a la compactación de la preparación (Gil Martínez, 2010)

1.7.2. Chorizo

En Latinoamérica se producen diferentes variedades de chorizos, los cuales son elaborados con carne de cerdo, o en mezcla con carne de res, las preparaciones admiten las carnes picadas, troceadas o molidas de acuerdo a la variedad elaborada, con adición de sal, pimentón, especias, condimentos y aditivos que aportan las características propias de cada chorizo dependiendo de la región donde se elaboren y forma de preparación. Tecnológicamente son amasados y embutidos en tripas de origen natural o sintético con diámetro superior a 25 mm; algunos reciben proceso de maduración, secado y/o ahumado (Gil Hernandez y Ruiz Lopez, 2010).

1.7.3. Consumo de embutidos a nivel nacional

El gasto promedio para la compra de categorías en el ritual de compras en alimentos es de \$ 9.784 pesos con una frecuencia de compra de cada 5 días. Los formatos más buscados son las tiendas de descuento y mini mercados. Las carnes frías representan el 19% de participación en el mercado nacional (Portafolio, 2019). De acuerdo a la investigación de (Rodríguez-Espinosa et ál., 2015) encontraron preferencias al consumo semanal de: chorizo de pollo, chorizo de ternera y chorizo de cerdo en una proporción del 36, 30 y 26% respectivamente y croquetas de pollo en los estudiantes de universidad pública. Por su parte, el estudio realizado por la empresa NIELSEN, para el año 2011 se estimó que en promedio un hogar compraba cerca de 1100 gr de carnes frías quincenalmente, con una frecuencia de compra de 400 gr cada 5,5 días. En este estudio se refiere que la estructura poblacional indicó un mayor índice de consumo de carnes frías en las clases altas de la población (Núñez Bedoya, 2011).

1.7.4. Enfermedades causadas por chorizo

En febrero de 2015, en la ciudad de Pehuajó, al noreste de la provincia de Buenos Aires, Argentina se presentó un caso de brote de triquinosis, causada por el nematodo *Trichinella spiralis*; que tuvo como resultado más de 145 personas afectadas por consumo de chorizo seco contaminado (Clarín, 2015). Las enfermedades alimentarias son comúnmente producidas por microorganismos patógenos presentes en los productos que se consumen, se han reportado diferentes casos de chorizos contaminados que pueden desencadenar enfermedades al consumidor. En la ciudad de Tulancingo, Hidalgo se analizaron muestras de chorizos para determinar su carga microbiana, las muestras evaluadas presentaron elevados conteos de BAL, con valores típicos de los embutidos de alta acidez, así mismo la cantidad presente de enterobacterias, indicadores de calidad higiénica, es demasiado elevada con un rango de 5,40 Log UFC g⁻¹. El contenido medio de *S. aureus*, microorganismo potencialmente patógeno es considerado como uno de los principales riesgos para la salud ya que puede producir intoxicaciones alimentarias por el consumo de estos embutidos, está cerca del umbral de 6 Log UFC g⁻¹, cantidad de toxina suficiente para producir enfermedad (Flores Miranda et ál., 2007).

1.7.5. Brotes de *Salmonella* spp. en chorizo

Los productos cárnicos crudos se consideran un medio de propagación de microorganismos patógenos, dada la naturaleza de su composición. Los datos documentados de este fenómeno se presentan en lugares como México, donde se ha evaluado la incidencia de proliferación de *Salmonella* spp. en chorizo, identificando fuentes potenciales de contaminación y serotipos de *S. heidelberg*, *S. derby*, *S. typhimurium*, *S. stanley* y *S. brandenburg*; con frecuencias de aislamiento del 2,40% para chorizo fresco en tripa artificial, 2,06% para chorizo madurado en tripa artificial y 5,09% en chorizo madurado en tripa natural; siendo este último el caso de mayor proliferación representado un riesgo alimentario (Mancha et ál., 1999). Igualmente, en la ciudad de Guadalajara se estudió la prevalencia de *Salmonella* spp. en chorizo obtenidos de carnicerías, por lo cual se determinó una propagación del 36%, dada la contaminación con *Salmonella* spp. de 18 de las 50 muestras evaluadas; estos hallazgos muestran que

este producto se encuentra fuera de la normatividad con alta positividad de *Salmonella* spp. Los serotipos aislados en esta investigación corresponden en orden de prevalencia a seis serovariedades: *S. derby* (30%), *S. adelaide* (17%), *S. azteca* (15%), *S. infantis* (15%), *S. anatum* (13 %) y *S. muenster* (10%) (Torres Vitela et ál., 2011).

En Colombia también se ha documentado casos similares evaluando microbiológicamente diferentes alimentos adquiridos en vía pública en un sector del norte de Bogotá, en el cual se evidencia un porcentaje de 37,5% en muestra de chorizos crudos contaminados con *Salmonella* spp., esta incidencia se asocia a las deficiencias en el cumplimiento de buenas prácticas de manufactura, los hábitos de los manipuladores y las condiciones sanitarias de los expendios (Bayona, 2009)

1.7.6. Materias primas en la elaboración del chorizo

La calidad de un chorizo está dada por el tipo de materias primas empleadas a continuación se describen algunos ingredientes y atributos que se tienen en cuenta en la elaboración de chorizo son:

- **Carne:** Se considera como la parte muscular de la canal de animales de abasto, la cual se constituye por los tejidos blandos que rodean la estructura ósea incluyendo nervios y posible grasa del animal. Las cualidades de la carne son inherentes del animal y su forma de producción (Póveda, 1991). En la preparación de embutidos predomina el uso de carnes vacunas y porcinas, sin embargo, se permite el uso de cualquier tipo de carne de animal, por lo cual se destacan preparaciones especiales de embutidos con carnes de aves, caprinos, ovinos, entre otras. La calidad de la carne se define principalmente por los atributos de terneza, jugosidad, sabor y color. De igual forma se estima que los factores determinantes de la calidad de la carne se representan por las características sensoriales, valor nutricional y condiciones higiénicas de manejo (Huerta-Leidenz, 2002).

- **Terneza:** Se considera el atributo de mayor relevancia en la calidad de la carne, está influenciada por factores inherentes del animal, como su constitución genética, crianza, alimentación, por las prácticas de sacrificio y manejo postmortem (Soria y Corva, 2004). La terneza de la carne solo se puede determinar luego del sacrificio del animal, debido a las técnicas destructivas que requiere. Además de los factores descritos anteriormente, la terneza de la carne depende en gran manera de la magnitud de la proteólisis de las proteínas miofibrilares, lo cual ocurre luego de 3 o 4 días posteriores al sacrificio (Motter et ál., 2009).
- **Jugosidad:** Los jugos de la carne se convierten en un factor de gran importancia en la apreciación de palatabilidad de los consumidores. En estos jugos están contenidos los componentes que le otorgan sabor y favorecen el ablandamiento y fragmentación de la carne en la masticación. Su ausencia se convierte en un limitante de aceptabilidad y valoración sensorial. El caldo producto de la combinación de los lípidos disueltos en el agua, se retienen en la carne y se extraen durante la masticación, lo cual estimula la salivación manteniendo en el producto la impresión de jugosidad (Huerta-Leidenz, 2002).
- **Sabor:** El sabor y aroma de la carne se unifican generando sensaciones en el consumidor a la hora de comer; esta sensación proviene del aroma que emana la carne y que se percibe a través del olfato, se conjuga directamente con el gusto percibido. El sabor de la carne está determinado principalmente por la especie de animal, régimen alimenticio del animal, métodos de preparación y preservación del producto (FAO, 2015).
- **Grasa:** Es el tejido adiposo de los animales de abasto, cuya función principal es aportar aroma, sabor, jugosidad y color a los productos cárnicos. Por su textura y propiedades, generalmente se emplea la grasa porcina. Existen dos tipos de grasa animal; la grasa orgánica que hace referencia a la grasa estructural de la célula cuya composición no varía con el alimento. Por su parte la grasa de

depósitos corresponde a la depositada en el tejido conectivo, la cual forma la grasa dorsal, renal y abdominal; su composición varía de acuerdo a la alimentación y es la principal fuente de energía del animal (Martinez Montes et ál., 2013).

- **Agua:** Es uno de los componentes principales en la elaboración de embutidos, este influye directamente en las propiedades fisicoquímicas, bioquímicas y mecánico estructurales que se reflejan en la consistencia de la mezcla (Ordoñez Gonzalez y Patiño Castro, 2012). El agua, actúa como agente disolvente para la sal y los demás ingredientes de la preparación, este se adiciona en forma de hielo, lo cual contribuye a mantener las bajas temperaturas de la masa lo que permite estabilidad en las emulsiones cárnicas; por último se considera que su uso disminuye los costos de producción (Martinez Montes et ál., 2013).
- **Sal:** En la elaboración de embutidos el contenido de sal varía entre 2 y 3%, siendo los embutidos madurados los de mayor concentración de sal. La sal se encarga de aportar sabor al producto, actúa como agente conservante, solubiliza las proteínas y aumenta la capacidad de retención de agua de las proteínas, además retarda el crecimiento microbiano. El efecto conservante de la sal se debe a que procura la deshidratación de los alimentos fijando la humedad y así mismo deshidratando las células microbianas. Este compuesto se ioniza de tal forma que aporta el ion cloro, el cual resulta perjudicial para las diferentes especies microbianas e impide la actividad de las enzimas proteolíticas. Sin embargo la adición de sal presenta algunas reacciones desfavorables en los embutidos cárnicos, puesto que favorece el enranciamiento de las grasas (Marroquin Cerón, 2011).
- **Nitrato y nitrito:** Estos compuestos contribuyen a la fijación del color de las carnes curadas, siendo más dominante el efecto causado por los nitritos por lo que su uso es en menor proporción en comparación con los nitratos. A parte de la estabilización del color los nitratos y nitritos ayudan a desarrollar el olor

característico de las carnes curadas, inhiben el crecimiento de ciertas bacterias y retardan la rancidez en el producto. Los nitratos actúan fundamentalmente sobre bacterias de tipo anaerobias, aunque el efecto antimicrobiano de estos se debe a los nitritos generados a partir de la oxidación de los nitratos. Estos compuestos inhiben el crecimiento bacteriano aunque son inmunes al crecimiento de hongos y levaduras (Gil Santa, 2009).

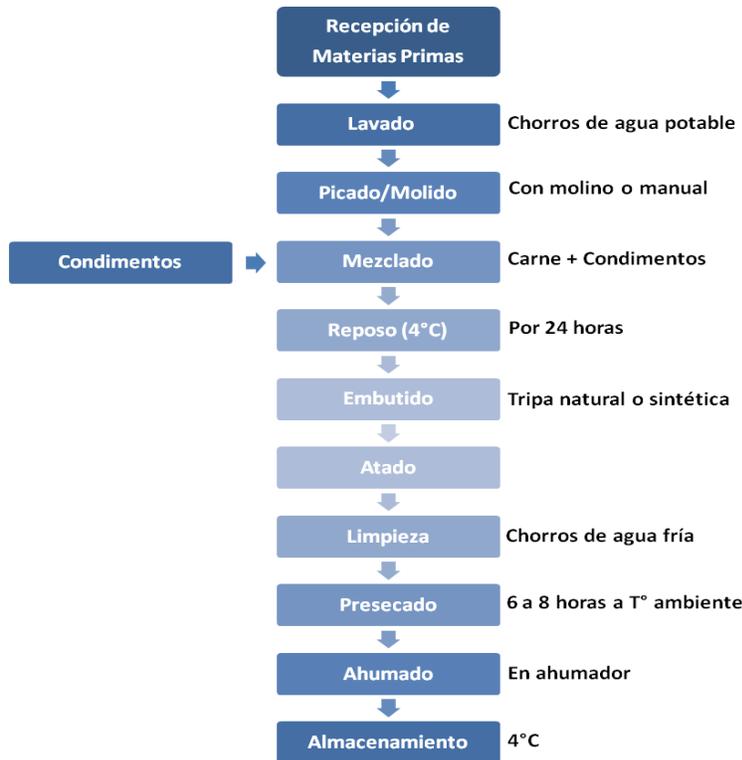
- **Fosfatos:** Su función principal es la de potenciar la capacidad de retención de agua, puesto que elevan el pH en la mezcla aumentando así los espacios alrededor de las proteínas donde se aloja el agua; los fosfatos también contribuyen a mejorar el color y aroma de los productos cárnicos gracias a la acción antioxidante que se cree está relacionada con la formación de complejos de curado, esto posiblemente se debe a la unión de los iones ferroso a los fosfatos, puesto que el ion ferroso libre es un oxidante efectivo (Gil Santa, 2009).
- **Empaques:** En los productos cárnicos la mezcla emulsificada se empaca en tripas que pueden ser de origen natural o artificial. Las tripas naturales corresponden al intestino de vacunos, porcinos y caprinos, las cuales se alistán limpiando la grasa que las recubre, se salan y se refrigeran, generalmente en la industria cárnica se emplean las tripas de cerdo para elaborar salchichas, chorizos y longanizas. Por su parte las tripas artificiales se caracterizan físicamente de acuerdo a el producto que se vaya a empacar; estas tripas pueden ser de celulosa y/o fibra membranosa para todo tipo de embutidos, pergamino para embutidos cocidos y tejido sedoso especial para embutidos crudos (Alonso y Corina, 2010).

1.7.7. Proceso de elaboración

El proceso de elaboración de chorizos varía de acuerdo a la cultura de cada país, en general todos los tipos contienen sal, ajo y especias en su formulación. El procedimiento tradicional del chorizo (Ver Figura 2.) incluye una etapa de desecado y ahumado, en estas etapas el producto disminuye su actividad acuosa impidiendo el crecimiento microbiano. Durante el desecado se da paso a la maduración, fenómeno bioquímico en

el que el producto experimenta tres fases de gran relevancia como es el enrojecimiento, el aumento de la consistencia y la aromatización (FAO-PRODAR, 2014).

Figura 2. Proceso de elaboración de chorizo



Fuente: (FAO-PRODAR, 2014)

1.7.8. Requisitos generales

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC, entidad de carácter privado, sin ánimo de lucro, cuya misión fundamental es brindar soporte y desarrollo al productor y protección al consumidor. Esta entidad junto con la participación de los comités técnicos establece los requisitos que deben cumplir los productos cárnicos procesados no enlatados, consignada dentro de la NTC 1325 ratificada por el Consejo Directivo de 2008-08-20.

1.7.9. Requisitos microbiológicos

Los alimentos desempeñan un papel importante como principales transmisores de enfermedades de tipo alimentario, generando grandes problemas de salud pública

(Mislivec et ál., 1992). La reglamentación descrita en la NTC 1325 – Quinta actualización, indica los requisitos microbiológicos para productos cárnicos procesados, crudos frescos que incluye el chorizo cocido, por lo tanto, los valores permitidos para las especies microbiológicas reglamentadas se muestran en la Tabla 3. (NTC 1325 PRODUCTOS CÁRNICOS PROCESADOS NO ENLATADOS, 2008).

Tabla 3. Requisitos microbiológicos para productos cárnicos procesados crudos, frescos, congelados o no

Requisito	n	m	M	c
Recuento de <i>Staphylococcus coagulasa</i> positiva, UFC/g	3	100	300	1
Recuento de esporas <i>Clostridium</i> sulfito reductor, UFC/g	3	100	300	1
Detección de <i>Salmonella spp.</i> /25 g	3	Ausencia	-	-
Recuento de <i>Escherichia coli</i> , /g	3	100	400	1
en donde				
n	= número de muestras que se van a examinar			
m	= índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad			
M	= índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad			
c	= número de muestras permitidas con resultados entre m y M.			

Fuente: (ICONTEC, 2008)

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de la adición de aceite esencial de *Origanum vulgare* y *Rosmarinus officinalis* sobre la conservación y capacidad oxidante de un chorizo santandereano.

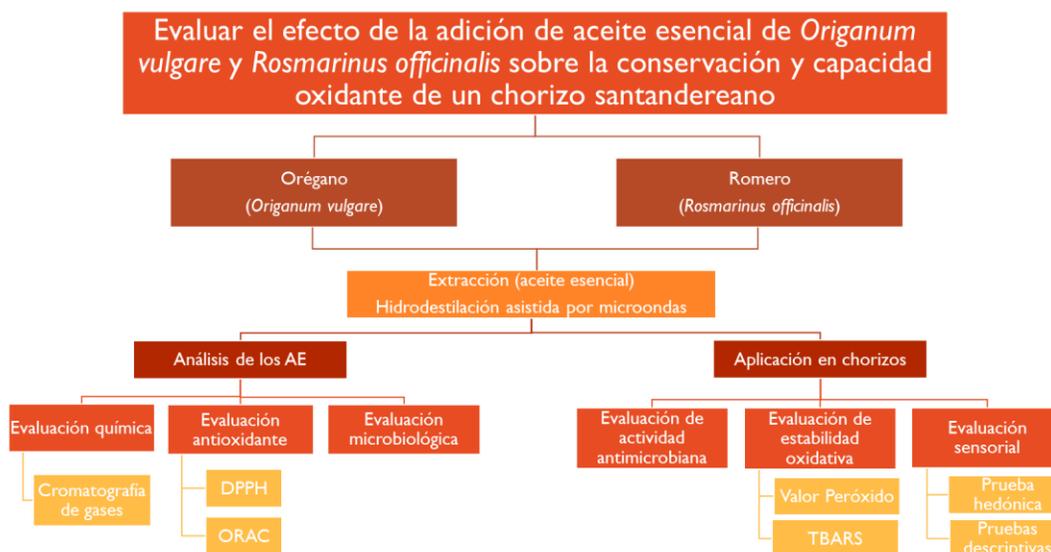
2.2. Objetivos Específicos

- Evaluar la composición química y la actividad antioxidante in vitro del aceite esencial de *Origanum vulgare* y *Rosmarinus officinalis*.
- Determinar la actividad antimicrobiana del aceite esencial de *Origanum vulgare* y *Rosmarinus officinalis*, frente a *Salmonella typhimurium*.
- Establecer el efecto de la adición de aceite esencial de las dos especies al chorizo santandereano, sobre la inhibición de la actividad microbiana, la vida útil y sus características sensoriales.
- Determinar la estabilidad oxidativa de un chorizo santandereano al cual se le ha incorporado aceite esencial de las dos especies en estudio.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La Investigación desarrollada tiene un enfoque cuantitativo de con un alcance descriptivo que considera el fenómeno estudiado y su componentes, se definieron variables con aplicación de un diseño de tipo experimental aplicada ya que se llevó a cabo la extracción del aceite esencial de Romero y Orégano, su caracterización y su evaluación como antimicrobiano y antioxidante, además de la aplicación en la elaboración de un chorizo previamente formulado con diferentes niveles de concentración de los AE, aplicando análisis de Valor peróxido, TBARS, Microbiológicos, de pH y sensoriales.

Figura 3. Diseño metodológico



Fuente: Autores

3.1. Extracción del aceite esencial (AE)

En este trabajo se utilizaron las especies de Romero (*R. officinalis*) y Orégano (*O. vulgare*). El material vegetal se recolectó en fincas y veredas del municipio de Ocaña (Norte de Santander) ubicado a una altura máxima 1202 m s. n. m. y mínima de 761 m y el municipio de Aguachica (Cesar) a una altura 200 m s. n. m., realizando el acondicionamiento de las especies, limpieza y selección de tallos en las mejores

condiciones para la obtención de los aceites. La extracción del aceite esencial para cada especie se realizó en el laboratorio de química de la Universidad Popular del Cesar, seccional Aguachica, aplicando la técnica de hidrodestilación asistida por microondas. La muestra vegetal se trató en un equipo Clevenger asistido por un horno microondas doméstico marca Lg Iwave. Se colocaron 200 gr aproximadamente de muestra fresca de cada una de las especies de estudio en un matraz de 2 Litros con agua salada (1000 ml, 1% P/V), posteriormente se activó el horno microondas domestico a una potencia máxima de 700 W durante un tiempo aproximado de 20 minutos (Gavahian et ál., 2015), el aceite obtenido de cada especie se centrifugó y desecó con NaSO₄. El rendimiento de extracción se determinó relacionando la diferencia entre la cantidad de aceite recuperado y la cantidad de material empleado. Finalmente, las muestras se envasaron en frascos ámbar y almacenaron a una temperatura de 4°C ± 0.2°C hasta el momento de caracterizar la densidad de los aceites por método gravimétrico, el índice de refracción y su composición por cromatografía de gases.

3.2. Cromatografía de gas y cromatografía de gas-espectrometría de masas (GC y GC-MS)

Las muestras de AE fueron analizadas en un cromatógrafo GC-MS marca Agilent Technologies, empleando una columna DB-5H. y un programa con temperatura inicial de 40°C durante 1 min, con una rampa de 5°C/min hasta 290°C, por 4 min, el tiempo de corrida total empleado fue de 55 min. Para el análisis se tomó como referencia el catálogo esencial de espectroscopia y cromatografía GC y GC/MS 2013 (página 482, identificación de 127 compuestos en una fragancia) de la misma Compañía Agilent Technologies.

3.3. Capacidad antioxidante de los aceites esenciales

La actividad antioxidante de los aceites esenciales se determinó empleando las técnicas de **DPPH**, **ORAC** descritas a continuación:

3.3.1. Análisis de DPPH (2,2-difenil-1-picril hidracilo).

La actividad captadora de radicales contra el radical DPPH estable, se midió a los AE utilizando los métodos de Brand-Williams (Brand-Williams et ál., 1995; Rojano et ál., 2008). El método se basa en la reacción de 10 ml de solución del extracto con 990 ml de solución de DPPH durante 30 minutos a temperatura ambiente. La absorbancia se midió a una longitud de onda de 517 nm contra un blanco de metanol. Los resultados se expresaron en μmol equivalentes de Trolox (TEAC)/mL de aceite esencial.

3.3.2. Método ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity).

Se realizó el análisis a los aceites esenciales empleando la metodología reportada por Ou et ál (Ou et ál., 2001). Se mezclaron 175 μL del extracto de la muestra con 120 μL de PBS (pH 7.4 y 75 mM), 205 μL de una solución de AAPH (53 mM) y 3 mL de una solución de fluoresceína (48 nM). El efecto protector del antioxidante se calculó usando las diferencias de áreas bajo la curva de decadencia de la fluoresceína con el blanco y la muestra, en un espectrofotómetro de fluorescencia equipado con una célula a 37°C y cuyas lecturas se registraron a una longitud de onda de excitación 493 nm, longitud de onda de emisión 515 nm y el resultado se comparó con la curva obtenida para el trolox. Los resultados se expresaron en μmol equivalentes de Trolox (TEAC)/mL de aceite esencial, aplicando la Ec.1.

$$ORAC = \left(\frac{AUC_{Muestra} - AUC_{Blanco}}{AUC_{Trolox} - AUC_{Blanco}} \right) f[Trolox] \quad (1)$$

Donde AUC es el área bajo la curva y f es el factor de dilución de los extractos (Zapata, S., Piedrahita, A. M., y Rojano, 2014)

3.4. Actividad antimicrobiana In vitro de los AE sobre *Salmonella*.

Este procedimiento se realizó a los AE y a los chorizos aplicando el método de difusión en agar propuesto por Deans y Ritchie (Deans y Ritchie, 1987) en el laboratorio de microbiología de la Universidad Nacional Sede Medellín. Se utilizó una cepa de *Salmonella typhimurium* ATCC 140785 liofilizada la cual se reconstituyó y se guardó en

Cryobank a -20°C . La cepa se diluyó en 5 ml de BHI (Agar Brain Heart Infusion) y se incubó a 35°C durante 24 horas hasta obtener la turbidez de crecimiento, luego se tomó una alícuota del diluido y se inoculó en agar Plate count durante 24 horas, a partir de estas cepas en crecimiento se preparó el patrón de MacFarland escala 2, del cual se inocularon de 4 a 5 UFC de la cepa en 5 ml de solución salina, comparándolo hasta obtener una turbidez igual al patrón de MacFarland escala 2. Se tomó una alícuota del microorganismo, sembrándola en cajas de Agar Müller Hilton en forma de barrido, se tomaron sensidiscos (filtros estériles), humedeciéndolo con los AE de Romero y Orégano con concentraciones de 0,025% hasta 50% para cada uno (Ver Tabla 4.), diluidos en DMSO (Dimetilsulfoxido), depositándolos en cada caja con Agar Müller Hilton. Se colocaron tres (3) sensidiscos por caja, un control positivo (antibiótico ciprofloxacino) y un control negativo (DMSO), luego se llevaron a refrigeración por 20 minutos, posteriormente se incubaron de 48 horas procediendo a leer el tamaño de los halos utilizando un Pie de Rey digital, se procedió a determinar la CIM (Concentración Inhibitoria Mínima) para cada aceite.

Tabla 4. Diseño experimental para determinar la Concentración Mínima Inhibitoria (MIC) en cada uno de los aceites

ESPECIE	CONCENTRACIONES DE AE EN DMSO	REPETICIONES		
	%	R1	R2	R3
ACEITE ESENCIAL DE ROMERO Y OREGANO	50,000%	TR1	TR1	TR1
	25,000%	TR2	TR2	TR2
	12,500%	TR3	TR3	TR3
	6,250%	TR4	TR4	TR4
	3,125%	TR5	TR5	TR5
	1,560%	TR6	TR6	TR6
	0,780%	TR7	TR7	TR7
	0,390%	TR8	TR8	TR8
	0,200%	TR9	TR9	TR9
	0,150%	TR10	TR10	TR10
	0,075%	TR11	TR11	TR11
	0,050%	TR12	TR12	TR12
	0,025%	TR13	TR13	TR13
	0,000%	TR14	TR14	TR14
TESTIGO Control Positivo	Antibiótico	TR15	TR15	TR15

AE= Aceite esencial de cada especie; todos los tratamientos medidos en mm de diámetro del halo de inhibición (variable respuesta), R1, R2; R3 son repeticiones

Fuente: El autor

La presencia de halos indica que existe inhibición del crecimiento del microorganismo y el cálculo del porcentaje del efecto inhibitorio relativo respecto al control positivo, se calculó aplicando la Ec.2.

$$\% \text{ Inhibición} = (\phi_{HM} / \phi_{HC}) * 100 \quad (2)$$

Donde ϕ_{HM} es el diámetro medio de inhibición de la muestra y ϕ_{HC} es el diámetro medio de inhibición del control positivo.

3.5. Estandarización y elaboración del chorizo santandereano.

Para la formulación y elaboración de los chorizos santandereanos con aplicación de los aceites esenciales, se implementó un diseño experimental por bloques completos al azar (Ver Tabla 5.). Se formularon y elaboraron lotes (tratamientos) de chorizos de aproximadamente 6000 gramos, con tres niveles de concentraciones de AE de Orégano y tres niveles de AE de Romero de acuerdo con los resultados obtenidos en la evaluación *in vitro* de *Salmonella typhimurium* ATCC 140785, un nivel control (0% de nitrito y 0% AE), y un último lote se formuló con aplicación de NaNO₂ (200 ppm) (Ver Tabla 6.). A los chorizos elaborados se les estableció efecto de la adición de aceite esencial de las dos especies, sobre la inhibición de la actividad microbiana en *Salmonella typhimurium* y *Clostridium spp.*, se aplicaron pruebas de estabilidad oxidativa determinando el Valor peróxido (VP) y el contenido *sustancias reactivas con el ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS)*, y por último se desarrollaron pruebas sensoriales y de pH.

Tabla 5. Diseño de experimentos para la formulación de los chorizos con los AE

Fuente de Variación	Tratamiento	Código	Concentración (%)	Repeticiones
AE ROMERO	T3	[R1]	0,025%	3
	T4	[R2]	0,050%	3
	T5	[R3]	0,075%	3
AE ORÉGANO	T6	[O1]	0,150%	3
	T7	[O2]	0,200%	3
	T8	[O3]	0,390%	3
TESTIGO SIN AE Y SIN NIT.	T1	[T1]	0,000%	3
TESTIGO SIN AE CON NIT.	T2	[T2]	0,020%	3

AE= Aceite esencial; R= Romero; O = Orégano.

Fuente: El autor

La materia prima; carne de cerdo y grasa dorsal de cerdo fueron adquiridos en mercado público local de la ciudad de Aguachica, esta se acondicionó eliminando la piel y partes no aptas para el proceso, se picó en cubos de aproximadamente 0,5 - 1 cm; se pesó y refrigeró a una temperatura de 4°C, para proceder a formular los lotes de acuerdo con tratamientos establecidos. La carne se dividió en lotes, cada tratamiento se homogenizó entre 10 y 15 minutos en una mezcladora Marca JAVAR adicionándole sal y agua helada para solubilizar la proteína, durante el mismo proceso se adicionaron el resto de los ingredientes (ajo, cebolla larga, pimienta y comino), y por último la grasa dorsal de cerdo. Se procedió a dosificar (embutir) el chorizo a un tamaño aproximado de 5 cm utilizando tripa natural de cerdo Calibre 28, luego se secaron en un horno marca Rational a una temperatura de secado 80°C, hasta alcanzar temperatura interna de cocción de 72°C, se dejaron en reposo para luego ser empacado al vacío, se codificaron de acuerdo a cada tratamiento y se procedieron a refrigerar a temperatura de 4°C. El método artesanal de la elaboración del chorizo santandereano sugiere secado al sol por tiempos prolongados de hasta 72 horas, en ese periodo el producto queda expuesto a contaminantes físicos y biológicos como polvo y moscas que podrían traer consigo inconvenientes en el desarrollo de la aplicación de las pruebas, dado que los mismo se destinarían para pruebas sensoriales se aplicó el secado por convección forzada en horno.

Tabla 6. Formulaciones Experimentales para el chorizo santandereano.

Ingredientes / Tratamientos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
	T1 (%)	T2 (%)	R1 (%)	R2 (%)	R3 (%)	O1 (%)	O2 (%)	O3 (%)
Carne de cerdo	78	78	78	78	78	78	78	78
Grasa de cerdo	22	22	22	22	22	22	22	22
Hielo	20	20	20	20	20	20	20	20
Sal	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Ajo fresco	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Cebolla larga	7	7	7	7	7	7	7	7
Comino	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Pimienta	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Sal Nitral	0	0,02	0	0	0	0	0	0
AE Romero	0	0	0,025	0,05	0,075	0	0	0
AE Orégano	0	0	0	0	0	0,15	0,2	0,39

Fuente: El autor

3.6. Efecto de la adición de aceite esencial de las dos especies al chorizo santandereano, sobre la inhibición de la actividad microbiana y la vida útil.

El efecto de los aceites esenciales en la conservación y vida útil de los chorizos se estableció realizando pruebas microbianas a los tratamientos de **Presencia o Ausencia de Salmonella a chorizos sin inoculación y con inoculación de Salmonella typhimurium y recuento de Clostridium Sulfito reductor.**

3.6.1. Presencia o Ausencia de Salmonella spp.

Se realizó el aislamiento de *Salmonella* spp., en cuatro (4) etapas fundamentales. La primera **Enriquecimiento no selectivo**; se pesó en la bolsa para homogenizador (Stomacher) previamente tarada con 25 gramos de muestra (chorizo) representativo total por cada tratamiento (tomando tanto de la superficie como de su interior), se añadió 225 ml de Peptona Buferada (medio de enriquecimiento no selectivo). Se colocó la bolsa en el Stomacher por 2 minutos, (tiempo máximo de homogenización), se llevó a Incubar a 35°C +/- 2 por 18 a 24 horas, se realizaron controles positivos y negativos con cepas conocidas. La segunda etapa fue realizar el **enriquecimiento selectivo**; Transfiriendo 1 ml de cultivo obtenido del enriquecimiento no selectivo en 10 ml de caldo tetratonato, se incubaron en baño serológico a 43°C+/-0.2 por 18 a 24 horas, se transfirió 1ml del cultivo obtenido del enriquecimiento no selectivo adicionando de 0,2 ml de solución yodo y 0,1 ml de solución de verde brillante al 0.1%, luego se incubo en baño serológico a 43°C+-0.2 durante 18 a 24 horas. La tercera etapa fue la **siembra en placa con medios selectivos y diferencial**, a partir de cada uno de los cultivos obtenido del enriquecimiento no selectivo y selectivo, se sembró en superficie con asa por agotamiento placas con agar XLD, se incubaron a 35°C durante 24 a 48 horas, se escogieron 3 colonias típicas sospechosas de *Salmonella* aislándolas en agar selectivo para garantizar su pureza proceder a su identificación. La cuarta etapa consistió en la **identificación de Salmonella** mediante pruebas bioquímicas de Coloración de Gram, para la cual se hizo frotis de cada una de las colonias seleccionadas y colorearlas por el

método de Gram. *Salmonella*. Se tomó una azada del caldo tetrionato se inoculo en Agar selectivo XLD, Incubado a 35°C durante 18 a 24 horas.

3.6.1.1. Inoculación de chorizos con *Salmonella typhimurium*

Para la inoculación de *Salmonella typhimurium* se empleó una cepa ATCC 140785 provista por el cepario de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín, la cual se activó con anterioridad a su utilización, realizando incubación de la cepa por un período de 18 horas a una temperatura de 37°C. Para las inoculaciones se tomaron patrones de 0,5, 1 y 2 en la escala de MacFarland equivalentes a $1,5 \times 10^8$, 3×10^8 y 6×10^8 bacterias/ml respectivamente. Seguidamente se repicó *Salmonella typhimurium* ATCC 140785 en caldo BHI y se incubó a 37°C hasta obtener la densidad óptica del patrón de MacFarland correspondiente; luego se tomó una alícuota de 1 ml de solución MacFarland de *Salmonella typhimurium* y se inyectó en las muestras de chorizo santandereano. Finalmente se evaluó la Presencia o Ausencia de *Salmonella* en cada muestra de acuerdo al protocolo descrito en el ítem 3.6.1.

3.6.2. Recuento de *Clostridium* sulfito reductor

Se procedió a desinfectar el sitio donde se va a extraer la muestra. Se pesaron 10 gramos de la muestra, luego se procedió a Adicionar a un frasco con 90 ml de peptona universal al 0.1% quedando una dilución 1:10 (10^1). Luego de paso esta dilución a una bolsa plástica estéril, se mezcló la muestra en el Stomacher durante 60 segundos, tomando 1 ml de esta dilución 10^1 , pasando a un tubo que contiene 9 ml de peptona universal, quedando una dilución de 1:100 (10^2), se toma 1 ml de la dilución 10^2 , pasándola a un tubo que contenga 9 ml de peptona universal quedando una dilución de 10^3 . Se pasaron alícuotas de 1 ml de cada una de las diluciones en cajas estériles previamente marcadas, este procedimiento se hizo por duplicado. Luego se vertió en las cajas de Petri de 15 ml del medio de cultivo SPS, se realizó la rotación a las cajas de Petri en movimiento de arriba hacia abajo, en sentido contrario de las manecillas del reloj y en cruz. Una vez solidificado el medio se le adiciono otra capa de Agar SPS, depositando todas las cajas (10^1 , 10^2 y 10^3) en una jarra de anaerobiosis e incubando durante 72 horas a 35°C.

3.7. Valor Peróxido (VP).

Este se determinó a las grasas de extraídas de los chorizos con y sin AE, mediante el método descrito por Shantha y Decker (Shantha y Decker, 1994). Este método se fundamenta en la capacidad de los peróxidos lipídicos de oxidar el Fe^{+2} hasta Fe^{+3} . Se adicionaron 0.03 g de muestra a 3.5mL de cloroformo: metanol (7:3), la mezcla se agito por 10 segundos. Luego se tomó 1mL de la solución anterior y se adicionaron 50 μL de una solución Fe^{3+} , la cual se preparó a partir de FeSO_4 (0.144 M), BaCl_2 en HCl (0.4M) y 50 μL de una solución de NH_4SCN (0.44M), se determinó la absorbancia a una longitud de onda de 510 nm en un espectrofotómetro. Los resultados se expresaron como miliequivalentes de oxígeno por kilogramo de aceite (meq Oxígeno/Kg de aceite).

3.8. Determinación del contenido de sustancias reactivas con el ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS).

Esta se determinó a las grasas de extraídas de los chorizos con y sin AE, teniendo en cuenta el procedimiento de Guzmán-Chozas (Guzmán-Chozas et ál., 1997). En un frasco de vidrio ámbar se colocaron 5 ml del reactivo de TBA (ácido 2- tiobarbitúrico 0.02 M en ácido acético glacial al 90 %), y 0.5 g de grasa. El tubo se sumergió en un baño de agua a 90° C durante 45 minutos. También se preparó un blanco con el mismo procedimiento. Los tubos se enfriaron en agua durante 10 minutos. Una porción de la muestra se llevó a una cubeta y se le midió la absorbancia a 532 nm. Los resultados se expresaron como nmol equivalente de malo-aldehído (MDA) por kilogramo de muestra usando una curva estándar.

3.9. Prueba de pH

Para esta prueba se utilizó un potenciómetro SI Analytics® provisto de un electrodo de Vidrio combinado con compensación de temperatura, aplicando el método por inserción, el pH-metro se calibro utilizando soluciones buffer de 4, 7 y 10, se pesaron aproximadamente 10 gramos de chorizo, se homogenizo macerando en un mortero y se realizaron las lecturas por triplicado durante los días 1, 8, 15 y 20 de almacenamiento para cada tratamiento.

3.10. Pruebas sensoriales

Se llevaron a cabo dos tipos de pruebas, hedónica de satisfacción y las descriptivas para perfil del sabor y textura, estas se realizaron en el laboratorio de control de calidad Agroindustrial del Sena Aguachica.

Las pruebas de satisfacción se realizaron por el método afectivo aplicando una prueba hedónica verbal del nivel de agrado con un panel sensorial compuesto por 60 aprendices del programa de tecnología en procesamientos de alimentos del SENA, Centro Agroempresarial Aguachica, de acuerdo a lo que establece la GTC: 293:2018 en su ítem 6.2 (Determinación del tamaño de la muestra). Para la presentación de los chorizos al panel se aplicó un diseño por bloques completamente aleatorizado, donde cada consumidor probó cada muestra una sola vez (monádica secuencial). Cada tratamiento se codificó y se presentó de forma aleatorizada, estas fueron calentadas previamente hasta una temperatura de 70-72 °C aproximadamente, Los panelistas respondieron a las encuestas para valorar los atributos de apariencia, olor y sabor para cada tratamiento elaborado y establecidos en la ficha de cata. Se utilizó una escala hedónica discreta de nueve puntos, donde 1, corresponde a “Me disgusta muchísimo” y el 9 corresponde a “Me gusta muchísimo”. El valor sensorial de 4 fue tomado como el rango mínimo de aceptabilidad (Suárez H., et ál., 2008).

La prueba descriptiva para los chorizos se realizó utilizando un panel de siete (7) jueces entrenados, perteneciente al programa de tecnólogo en procesamiento de alimentos del Centro Agroempresarial SENA Aguachica, que incluyó instructores de la red Agroindustrial y Aprendices (estudiantes del programa, que recibieron formación en evaluación sensorial), los cuales fueron seleccionados de acuerdo un programa de análisis sensorial durante un periodo de un año y teniendo en cuenta la GTC280:2017. Los jueces fueron entrenados para mejorar la habilidad de identificar y evaluar los atributos sensoriales del producto. A través del panel se identificaron inicialmente los atributos sensoriales como color, olor, sabor y las propiedades de textura de acuerdo a la NTC 3932:1996 (Identificación y selección de descriptores) y se les dio un orden de percepción a cada atributo. Dado que los aceites esenciales pueden inferir en los

atributos sensoriales de un alimento y teniendo en cuenta que en la prueba **TBARS** aplicada a los chorizos, los niveles de formación de aldehídos se presentaron a partir del día 20, se estableció que desde ese momento no era seguro aplicar pruebas de tipo sensorial. Se escogieron los mejores tratamientos de la prueba hedónica y se evaluó el grado de intensidad de cada atributo para los días de almacenamiento 1, 8 y 15, tomando como partida no más de 24 horas después de su elaboración, utilizando una escala de medición 0 a 10 donde 0 corresponde a la no percepción o ausencia del descriptor y 10 corresponde a muy fuerte o marcado, obteniendo así los perfiles sensoriales de tiempo/intensidad para los tratamientos seleccionados, teniendo en cuenta la NTC 3929:2009 para el perfil del Sabor y la NTC 4489:1998 para el perfil de textura, los resultados definieron los cambios de las características durante el almacenamiento y su vida útil.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Evaluación química y antioxidante de los AE de Romero y Orégano

Los AE de las dos especies se caracterizaron por poseer propiedades físicas comunes como olor intenso y característico, insolubilidad en agua y una tonalidad intermedia entre amarillo ámbar y verde olivo, dada la naturaleza de estas plantas.

En la Tabla 7., se muestra el rendimiento obtenido en la extracción y las propiedades físicas de los AE, de cada una de las dos especies vegetales analizadas, obtenidos por el método de hidrodestilación asistida por microondas.

Tabla 7. Rendimiento y propiedades físicas de los AE de Romero y Orégano

<i>Análisis</i>	<i>Orégano</i> <i>(Origanum vulgare)</i>	<i>Romero</i> <i>(Rosmarinus officinalis)</i>
Rendimiento (%)	1,6775 ± 0,3425	1,0275 ± 0,3275
Índice de refracción	1,4780 ± 0,0035	1,4660 ± 0,0081
Densidad (g/ml) a 20°C	0,9291 ± 0,0248	0,9111 ± 0,0275

Fuente: El autor

De acuerdo a los resultados el AE de Romero presenta una densidad de 0,9111 g/ml e índice de refracción 1,466 lo cual concuerda con lo reportado por (Bonilla et ál., 2016), quienes obtuvieron valores de 0,91116 g/ml y 1,4708 para densidad específica e índice de refracción respectivamente, siendo este último inferior en este estudio. Por su parte el AE de orégano presenta una densidad de 0,9291 g/ml e índice de refracción de 1,478, que contrasta con los resultados de (Torrenegra et ál., 2015), siendo superior la densidad con un valor de 0,9917 g/ml e inferior para el índice de refracción con valor de 1,465, sin embargo califica con lo que referencia en su investigación, donde afirma que los AE con índices de refracción mayores a 1.47 y densidades superiores a 0,9 g/mL, tienen en su composición cantidades importantes de compuestos oxigenados aromáticos o alicíclicos.

Se realizó la caracterización de los componentes mayoritarios presentes en cada uno de los AE obtenidos por hidrodestilación asistida por microondas, mediante análisis cromatográficos y espectrofotométricos (Ver Tabla 8.).

Tabla 8. Composición química de AE de Romero y Orégano

AE	Compuesto químico	Probabilidad coincidencia (%)	Detención (min)	% Relativo
Romero	Eucaliptol	99	7,778	48,09
	α -pineno	96	5,376	13,19
	Alcanfor	98	10,736	13,02
	β -pineno	95	6,337	6,00
	Cariofileno	99	17,991	5,14
	Camfeno	97	5,671	2,15
	Borneol	94	11,342	2,13
	p-cimeno	97	7,584	1,51
Orégano	α -terpineol	89	12,066	2,93
	Carvacrol	87	15,364	70,40
	p-cimeno	97	7,594	9,29
	γ -terpineno	95	8,519	6,60
	Timol	93	14,934	4,86
	4-careno	93	9,662	1,21
	Cariofileno	99	17,990	1,20
	β -mirceno	86	6,788	1,18
α -pineno	96	5,362	1,13	

Fuente: El autor

En la Tabla 8., se presentan los compuestos hallados en cada uno de los AE. Los resultados son cualitativos y corresponden a porcentajes relativos a las sustancias identificadas. Por lo tanto, los compuestos de mayor presencia tienen mayor porcentaje relativo. En el análisis se detectaron metabolitos secundarios pertenecientes a la familia de los terpenos (Eucaliptol, α -pineno, alcanfor, cariofileno y β -pineno para el AE de Romero y carvacrol, p-cimeno, γ -terpineno y timol para el AE Orégano). Los tiempos de retención de los compuestos identificados, se encontraron dentro de los reportados por la literatura para el Eucaliptol (5 – 15 min) α -pineno (5 – 10 min), Alcanfor (10 – 20 min) y β -pineno (5 – 15 min) para el A.E de Romero, y Carvacrol (15 – 20 min), p-cimeno (5 – 15 min), γ -terpineno (5 – 15 min) y Timol (10 – 15 min) para el Orégano (Agilent Technologies, 2014). La concentración de los compuestos identificados fue comparada

con otros trabajos y se encontró que algunos de ellos están por encima de los reportados en la literatura (Ver Tabla 9.).

Tabla 9. Comparación de los principales compuestos de los AE con otros trabajos reportados en la literatura

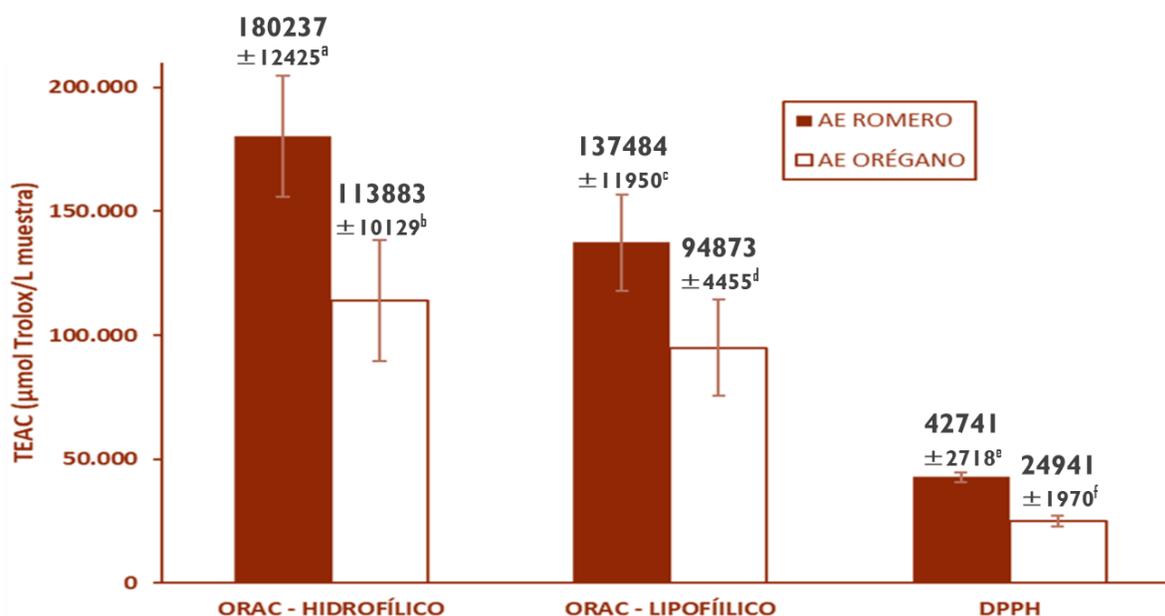
Especie	País	% Relativo				Autores
		Eucaliptol	α -pineno	Alcanfor	β -pineno	
R. officinalis	Colombia	48,09	13,19	13,02	6,00	Fuente propia
R. officinalis	Libia	24,07	13,03	4,55	2,45	(Elmhali et ál., 2019)
R. officinalis	Túnez	22,52	29,22	20,40	0,41	(Farhat et ál., 2017)
R. officinalis	Irán	23,44	20,81	4,02	1,99	(Bajalan et ál., 2017)
R. officinalis	Irán	13,53	18,24	9,44	2,34	(Bajalan et ál., 2017)
R. officinalis	México	12,59	5,03	21,51	0,70	(Conde-Hernández et ál., 2017)
R. officinalis	Irán	9,43	27,49	8,69	--	(Alipour y Saharkhiz, 2016)
R. officinalis	Irán	9,55	26,12	8,84	--	(Alipour y Saharkhiz, 2016)
R. officinalis	Brasil	52,20	12,40	15,20	1,80	(da Silva Bomfim et ál., 2015)
R. officinalis	Serbia	43,77	11,51	12,53	8,16	(Rašković et ál., 2014)
R. officinalis	España	22,10	15,60	18,50	1,10	(Jordán et ál., 2013)
---	---	Carvacrol	p-cimeno	γ -terpineno	Timol	---
O. vulgare	Colombia	70,40	9,29	6,60	4,86	Fuente propia
O. vulgare	Arabia Saudí	70,20	4,50	5,60	2,20	(Khan et ál., 2018)
O. vulgare	Seúl	4,96	9,86	6,73	65,84	(Balusamy et ál., 2018)
O. vulgare	Italia	55,20	1,50	19,10	0,40	(Mastro et ál., 2017)
O. vulgare	Italia	50,80	1,30	22,70	1,50	(Mastro et ál., 2017)
O. vulgare	Italia	38,50	2,20	11,20	16,70	(Mastro et ál., 2017)
O. majorana	Túnez	--	9,00	10,50	0,50	(Hajlaoui et ál., 2016)
O. vulgare	Turquía	16,11	13,45	4,64	58,31	(Sarikurkcu et ál., 2015)
O. vulgare	India	6,90	11,99	17,67	33,92	(Raina y Negi, 2012)
O. vulgare	Brasil	57,71	10,91	7,18	3,83	(Carneiro de Barros et ál., 2009)
O. vulgare	Alemania	74,90	4,50	8,20	3,70	(Azizi et ál., 2009)

Fuente: El autor

Dada la presencia de metabolitos secundarios tipo terpenos y fenólicos en los AE, se evaluó la capacidad antioxidante teniendo en cuenta que es una de las propiedades más importante atribuidas a estos compuestos. La capacidad antioxidante se determinó con

los análisis de ORAC (hidrofílico y lipofílico) y DPPH. Los valores reportados en la Figura 4., representan las medias y los intervalos de confianza de las medias. Estos últimos se calcularon con el método mínima diferencia significativa a un 95% de confianza. Teniendo en cuenta que los intervalos de confianza no se solapan para cada tratamiento independiente entre los AE de Romero y Orégano, se tiene que el AE de Romero posee mayor capacidad antioxidante en comparación al AE de Orégano, con un 95% de confianza.

Figura 4. Capacidad antioxidante evaluada con los métodos de ORAC (hidrofílico y lipofílico) y DPPH



Fuente: El autor

4.2. Actividad antimicrobiana del aceite esencial de *Origanum vulgare* y *Rosmarinus officinalis*, frente a *Salmonella typhimurium*.

Evaluada la composición y capacidad antioxidante de los AE, se determinó la actividad antimicrobiana de cada uno de los aceites de manera independiente. Esta se evaluó con *Salmonella typhimurium*, teniendo en cuenta que los AE se emplearían en un chorizo y en este tipo de producto, esta bacteria puede crecer si no se tratan térmicamente por encima de los 70°C. En la Tabla 10., se observan las diferentes concentraciones de los AE. La presencia de los halos y medición de estos indicó que el AE esencial inhibió el

crecimiento de *Salmonella* spp. Los valores en la Tabla 10., indican que la Concentración Inhibitoria Mínima (CIM) para el Orégano y el Romero fueron de 0.2% (2000 ppm) y 0.025 (250 ppm), respectivamente. Estos valores están en el orden de los reportados por (Vásquez et ál., 2014). Finalmente, los porcentajes de inhibición fueron calculados con la Ec.1 y se obtuvieron valores máximos de 64,83+/-2,53 % y 91,28+/-7,39 % para Romero y Orégano, respectivamente.

Tabla 10. Actividad microbiana de los AE frente a *Salmonella*.

Concentración de AE (%)	Diámetro Medio de halos (mm)		Inhibición (%)	
	AE Romero	AE Orégano	AE Romero	AE Orégano
0,025	16,56 +/- 0,86 ^h	**	38,00 +/- 1,98	0,00
0,050	17,80 +/- 0,62 ^{hi}	**	40,83 +/- 1,43	0,00
0,075	19,13 +/- 0,67 ^{hj}	**	43,88 +/- 1,53	0,00
0,150	20,33 +/- 0,78 ^{hk}	**	46,64 +/- 1,78	0,00
0,200	20,47 +/- 0,74 ^{hl}	8,63 +/- 0,99 ^a	46,94 +/- 1,67	19,80 +/- 2,26
0,390	21,13 +/- 2,00 ^{ijkl}	8,30 +/- 0,70 ^a	48,47 +/- 4,59	19,04 +/- 1,61
0,780	22,97 +/- 0,75 ^{ijklm}	10,93 +/- 0,60 ^a	52,68 +/- 1,72	25,08 +/- 1,38
1,560	21,90 +/- 0,75 ^{ijkln}	19,50 +/- 1,95 ^b	50,23 +/- 1,73	44,72 +/- 4,48
3,125	24,80 +/- 2,40 ^{lp}	21,96 +/- 2,89 ^{bc}	56,88 +/- 5,51	50,38 +/- 6,56
6,250	24,47 +/- 1,10 ^{klo}	26,66 +/- 2,32 ^{cd}	56,12 +/- 2,53	61,16 +/- 5,33
12,50	25,60 +/- 0,90 ^{mno}	30,36 +/- 4,30 ^{de}	58,72 +/- 2,06	69,65 +/- 9,86
25,00	26,37 +/- 0,50 ^{mo}	33,26 +/- 0,32 ^e	60,47 +/- 1,15	76,30 +/- 0,74
50,00	28,27 +/- 1,10 ^{op}	39,80 +/- 3,22 ^f	64,83 +/- 2,53	91,28 +/- 7,39
Control (+)	43,60 +/- 3,98	43,60 +/- 3,98	100	100
Control (-)	**	**	**	**

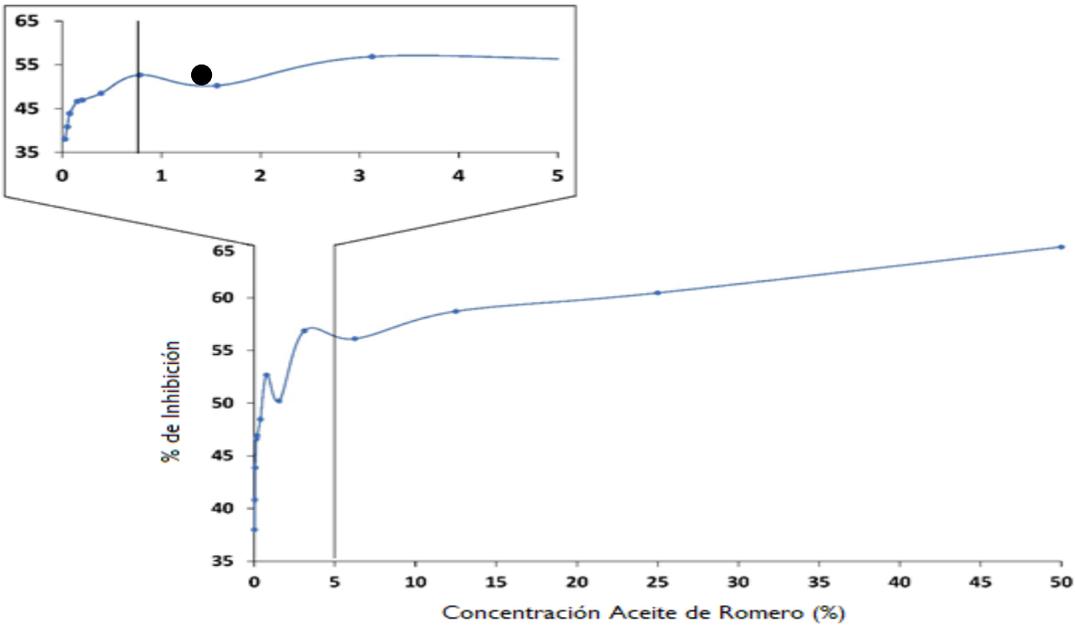
(**) No presenta inhibición. Diferentes letras como superíndice indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) dentro de la misma columna para cada una de las concentraciones empleadas.

Fuente: El autor

Con el fin de saber si existían diferencias significativas entre las medidas registradas de los halos de inhibición, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) en SPSS®. El análisis ANOVA confirmó que existen diferencias estadísticas significativas con un valor $P \leq 0.05$, entre las muestras estudiadas. Por tal razón, se realizó un análisis de comparación de medias Tukey's Least Significant Difference (LSD). El resultado de este análisis reveló

que las muestras se pueden agrupar en grupos homogéneos y/o heterogéneos. Los primeros tienen características similares entre sí y el segundo características diferentes. Teniendo en cuenta lo anterior, se obtuvo que los valores con diferente superíndice en la Tabla 10., tiene diferencia significativa entre ellos con un 95% de confianza.

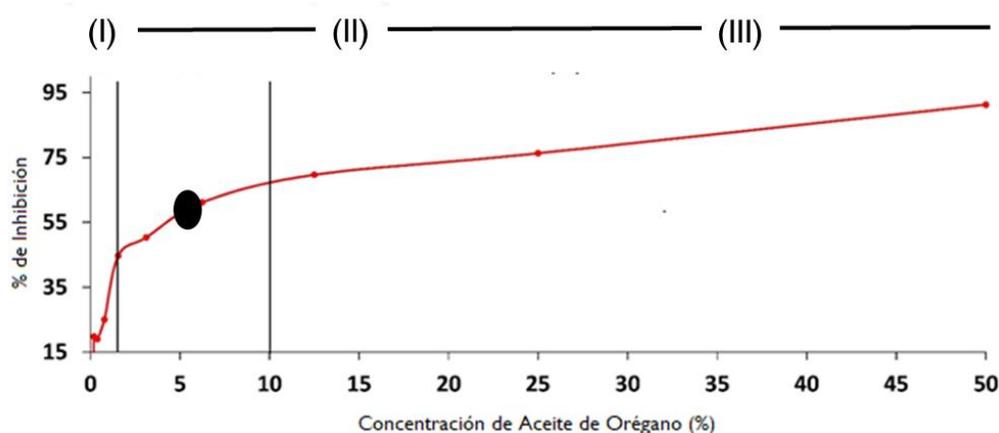
Figura 5. Cinética de inhibición del aceite esencial de *Rosmarinus officinalis*



Fuente: Autores

De acuerdo a los resultados obtenidos se pudo evidenciar que la cinética de inhibición de los AE de Romero y Orégano sobre *Salmonella typhimurium* se requirió menor concentración del AE de romero frente a la aplicación AE de Orégano para causar el mismo efecto, es decir mientras para el Romero se aplicó hasta un 1% para tener un efecto del 55% en la inhibición, se requirió hasta un 5% en AE de Orégano para alcanzar la mismas concentración inhibitoria.

Figura 6. Cinética de inhibición del aceite esencial de *Origanum vulgare*



Fuente: Autores

4.3. Actividad antimicrobiana del chorizo santandereano con adición de aceites esenciales.

La determinación de la actividad antimicrobiana en los chorizos estandarizados y formulados (Ver ítem 3.5), se realizó mediante Presencia o Ausencia de *Salmonella* en chorizos sin inoculación y con inoculación de *Salmonella typhimurium* y por recuento de *Clostridium* Sulfito reductor de acuerdo a la metodología descrita en el ítem 3.6.

Se observó que la inoculación de *Salmonella typhi* en los chorizos formulados con diferentes concentraciones de AE de Orégano y Romero no tuvo crecimiento, de acuerdo a la escala de MacFarland escala 0,5 (Ausente/25 g), sin embargo las muestras testigo evaluadas evidenciaron crecimiento determinado como (Presencia/25 g); al inyectar el patrón MacFarland a escala 1 y 2 todos los tratamientos dieron positivo (Presencia/25 g), los aceites de Orégano y Romero no inhibieron el crecimiento de *Salmonella typhimurium* en concentraciones iguales o superiores a 3×10^8 bacterias/ml, así mismo no hubo presencia de este microorganismo en la muestras de referencia (sin inoculación de *Salmonella*) (Ver Tabla 11.).

4.3.1. Recuento *Clostridium* sulfito reductores

Este análisis es considerado como el recuento indicador más importante de las bacterias anaerobias. Varias especies del género *Clostridium* tienen la propiedad de reducir el ion

sulfito a sulfuro, que en presencia de citrato férrico u otra sal de metales pesados da colonias negras. Para este análisis se realiza la lectura mediante conteo de colonias negras consideradas Positivas, el restante se reporta como Negativo. Los resultados para todos los tratamientos fueron negativo, puesto que no se observaron colonias negras, indicado como valor menor a 10 UFC.

Tabla 11. Presencia/ausencia *Salmonella* - Recuento *Clostridium* Sulfito Reductores

Formulaciones sin inoculación	Formulaciones con inoculación de <i>Salmonella typhimurium</i> ATCC 140785		Recuento <i>Clostridium</i> Sulfito Reductores		
	Concentración MacFarland 0,5	Concentración MacFarland 1 y 2	10 ¹	10 ²	10 ³
T1 Ausente/25g	Presencia /25g	Presencia /25g	< 10	< 10	< 10
T2 Ausente/25g	Presencia /25g	Presencia /25g	< 10	< 10	< 10
R1 Ausente/25g	Ausente/25g	Presencia /25g	< 10	< 10	< 10
R2 Ausente/25g	Ausente/25g	Presencia /25g	< 10	< 10	< 10
R3 Ausente/25g	Ausente/25g	Presencia /25g	< 10	< 10	< 10
O1 Ausente/25g	Ausente/25g	Presencia /25g	< 10	< 10	< 10
O2 Ausente/25g	Ausente/25g	Presencia /25g	< 10	< 10	< 10
O3 Ausente/25g	Ausente/25g	Presencia /25g	< 10	< 10	< 10

Pruebas en chorizo santandereano realizadas por duplicado

Fuente: El autor.

4.4. Evaluación de la estabilidad oxidativa del chorizo santandereano con adición de aceites esenciales.

Teniendo que los AE de Romero y Orégano, tuvieron una actividad antioxidante y antimicrobiana, se procedió a evaluar el efecto de los antioxidantes sobre la estabilidad oxidativa en un chorizo elaborado con y sin adición de AE. Los resultados fueron comparados con los testigos T1 (muestra de aceite extraído del chorizo sin contener AE y sin nitrito) y T2 (muestra de aceite extraído del chorizo sin contener AE y con nitrito).

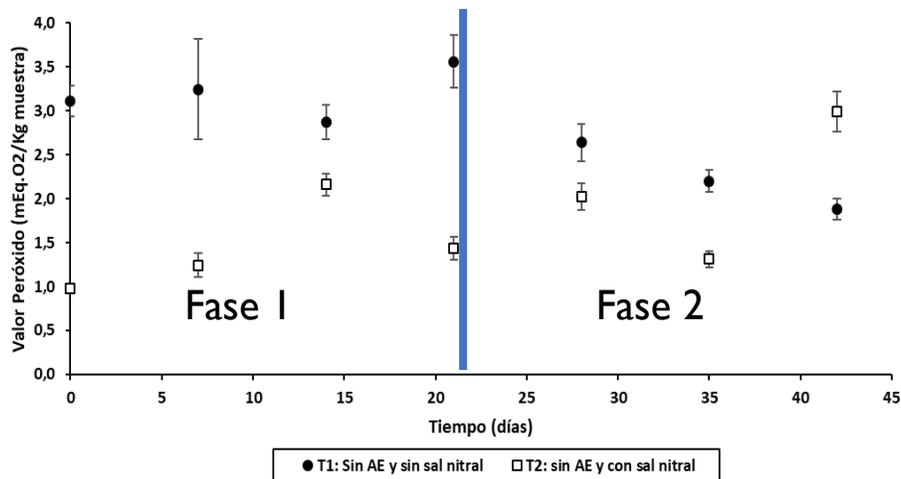
A cada muestra de chorizo se le aplicó el método SOXHLET, para la extracción de los aceites. A estos, se les determinó la estabilidad oxidativa (los chorizos estuvieron almacenados a 4°C durante 42 días y las muestras se analizaron cada 7 días) a través

de la cuantificación del (1) Valor de Peróxido (VP) y (2) Especies Reactivas al Ácido Tiobarbitúrico o TBARS. La primera se realizó, debido a que los peróxidos son compuestos que se generan en la etapa inicial de la reacción de la oxidación de grasa y la segunda, porque en la etapa final de la oxidación se forman aldehídos.

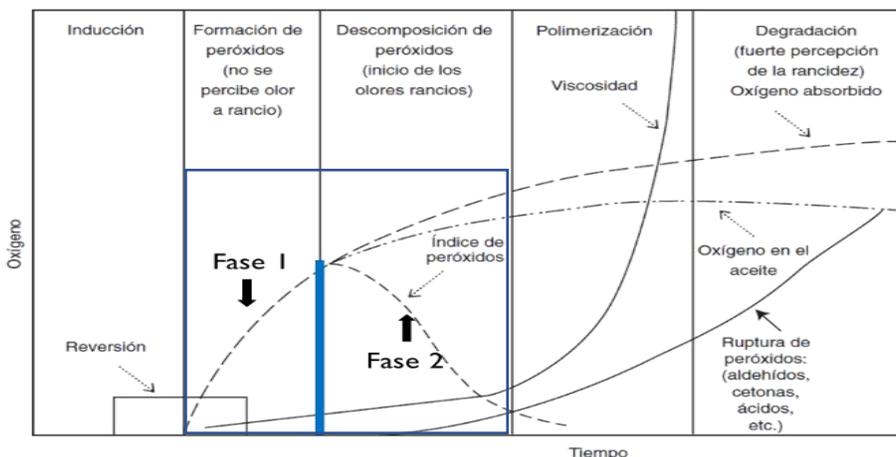
Para analizar el efecto del nitrito sobre la cinética de los peróxidos, se realizó una comparación entre T1 y T2 (Ver Figura 4.). El comportamiento cinético de T1 muestra la tendencia característica de una curva de oxidación de grasas insaturadas (Badui, 2006). En T1 se observa que durante el periodo comprendido entre cero y veinte días existió formación de peróxidos; después se descomposieron. La tendencia decreciente (después de veinte días) y la percepción de olores rancios, indicaron que el periodo anaquel del producto cárnico sin conservante (sin sal nitral) finalizó. Por otro lado, la sal nitral adicionada en el T2 hizo que la tendencia de VP fuera ascendente durante los 42 días (no se presentó rancidez) hasta valor cercano a 3 miliequivalentes de O₂ por kg de grasas. No obstante, el Codex Alimentario recomienda VP que no superen 10 miliequivalentes de peróxido por kg de grasas (Kanner y Rosenthal, 1992). Finalmente, aunque el periodo anaquel del producto con sal nitral no finalizó (Ver Figura 4.), debe tenerse en cuenta la capacidad inhibitoria de esta frente a microorganismos (*Salmonella*, *Escherichia coli*, *Listeria spp*, *Campylobacter*, *Clostridium perfringens* y *Yersinia enterocolitica*).

Figura 7. Cinética de TBARS en los testigos (T1 y T2)

a)



b)



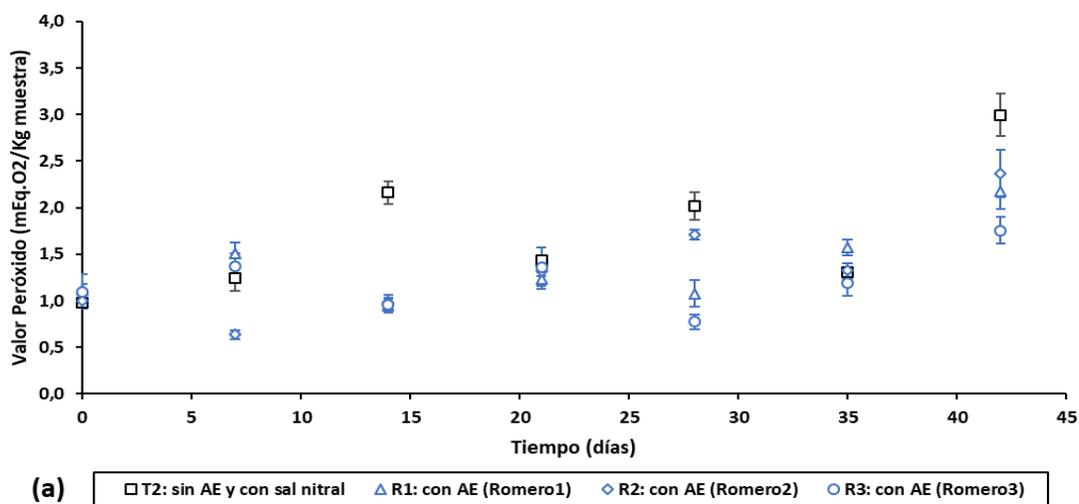
Fuente: a) Autores b) Adaptado Badui 2006.

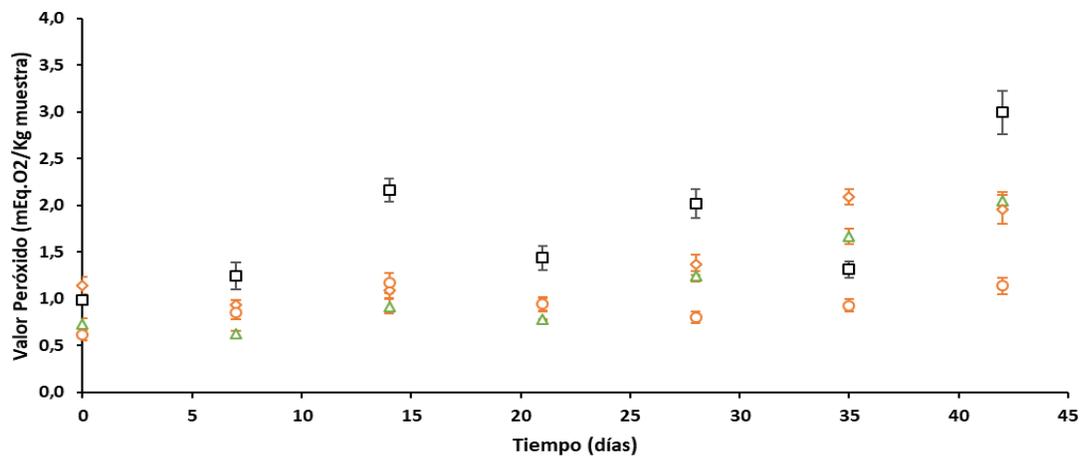
En la Figura 7., se observa que el VP para un tiempo cero es mayor en T1 ($3,108 \pm 0,133$ mEq.O₂/Kg muestra) que en T2 ($0,982 \pm 0,021$ mEq.O₂/Kg muestra). Teniendo en cuenta que el tiempo cero corresponde a 72 horas después de elaborado el chorizo, el producto pudo ser afectado durante este tiempo por la humedad final (oxígeno del agua) con la que queda. Adicional a esto, durante el proceso de secado (3 horas aproximadamente hasta alcanzar una temperatura de 72°C en el producto) el chorizo estuvo expuesto al oxígeno del aire.

El efecto de los AE sobre el VP de la grasa extraída del chorizo fue evaluado con base al testigo T2 (sin AE y con sal nital). En la Figura 8., (a y b) se observa que el comportamiento de las muestras con diferentes concentraciones de AE de Romero (0,025%, 0,05% y 0,075%, para R1, R2 y R3, respectivamente) y Orégano (0,15%, 0,20% y 0,39%, para O1, O2 y O3, respectivamente), tienen la misma tendencia que presenta el T2, con variaciones ligeras durante el tiempo. A pesar de esto, existe una correlación directamente proporcional entre las curvas cuando aumentan las concentraciones de Romero y Orégano.

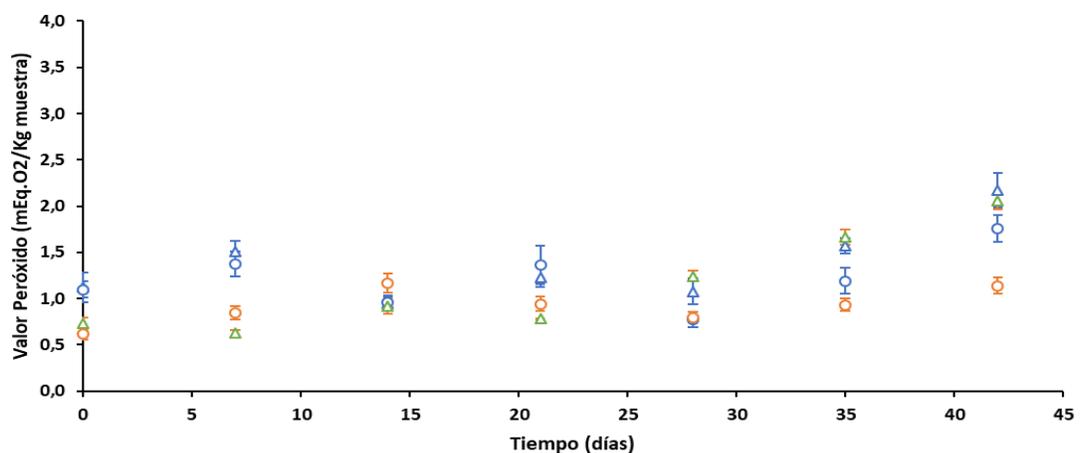
De la Figura 8., (a y b) se puede inferir que con el AE de Romero y de Orégano se formaron peróxidos durante los 42 días de estudio y no se presentó el pico observado en T1 en la Figura 4. Por otro lado, si se tiene en cuenta que el Romero presentó mejor capacidad antioxidante con respecto al Orégano (Ver Figura 4.), esta no fue diferenciadora en la cinética de los VP. En la Figura 8., (c) se constata también que existen ligeras variaciones de los resultados al comparar los tratamientos con los valores de concentraciones mínimas y máximas.

Figura 8. Cinética de VP en las muestras con AE: (a) Romero, (b) Orégano y (c) concentraciones de Romero vs Orégano.





(b) □ T2: sin AE y con sal nitral ▲ O1: con AE (Oregano1) ◆ O2: con AE (Oregano2) ○ O3: con AE (Oregano3)



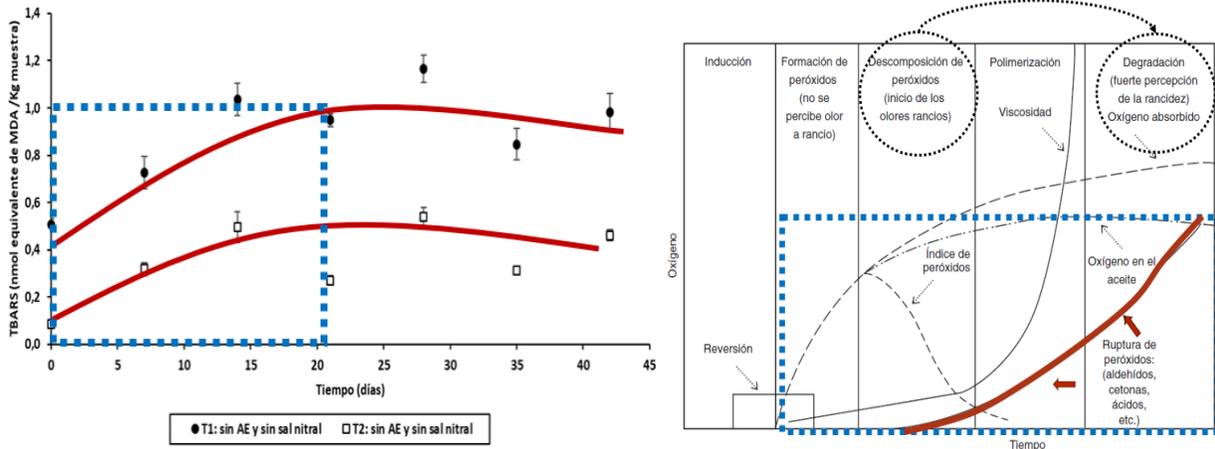
(c) ▲ R1: con AE (Romero1) ○ R3: con AE (Romero3) ▲ O1: con AE (Oregano1) ○ O3: con AE (Oregano3)

Fuente: El autor

Para evaluar el efecto de la adición de sal nitral en el chorizo sobre la cinética de los productos que se generan al final de la oxidación de las grasas (aldehídos), se realizó la medición del malo-aldehído (MDA) con TBARS. En la Figura 9., se observa que el producto cárnico sin sal nitro (T1) a los 15 días, tiene valores TBARS cercanos a 1 nmol equivalente de MDA /kg de muestra (valor que se considera alto en una grasa), días en los cuales el periodo anaquel del chorizo estaba finalizando. En el caso de T2 a los 42 días se obtuvieron valores TBARS inferiores a 0,5 nmol equivalente de MDA/kg de muestra. Aunque los valores son aceptables, es necesario tener en cuenta que el nitrito presente en los productos afecta el TBARS, debido a que en la destilación de la grasa se presenta la nitrosación del MDA (Hoyland y Taylor, 1991; Osawa et ál., 2005; Venegas

y Pérez, 2009). En este caso se debió agregar sulfanilamida antes de la destilación (Shahidi y Hong, 1991; Venegas y Pérez, 2009).

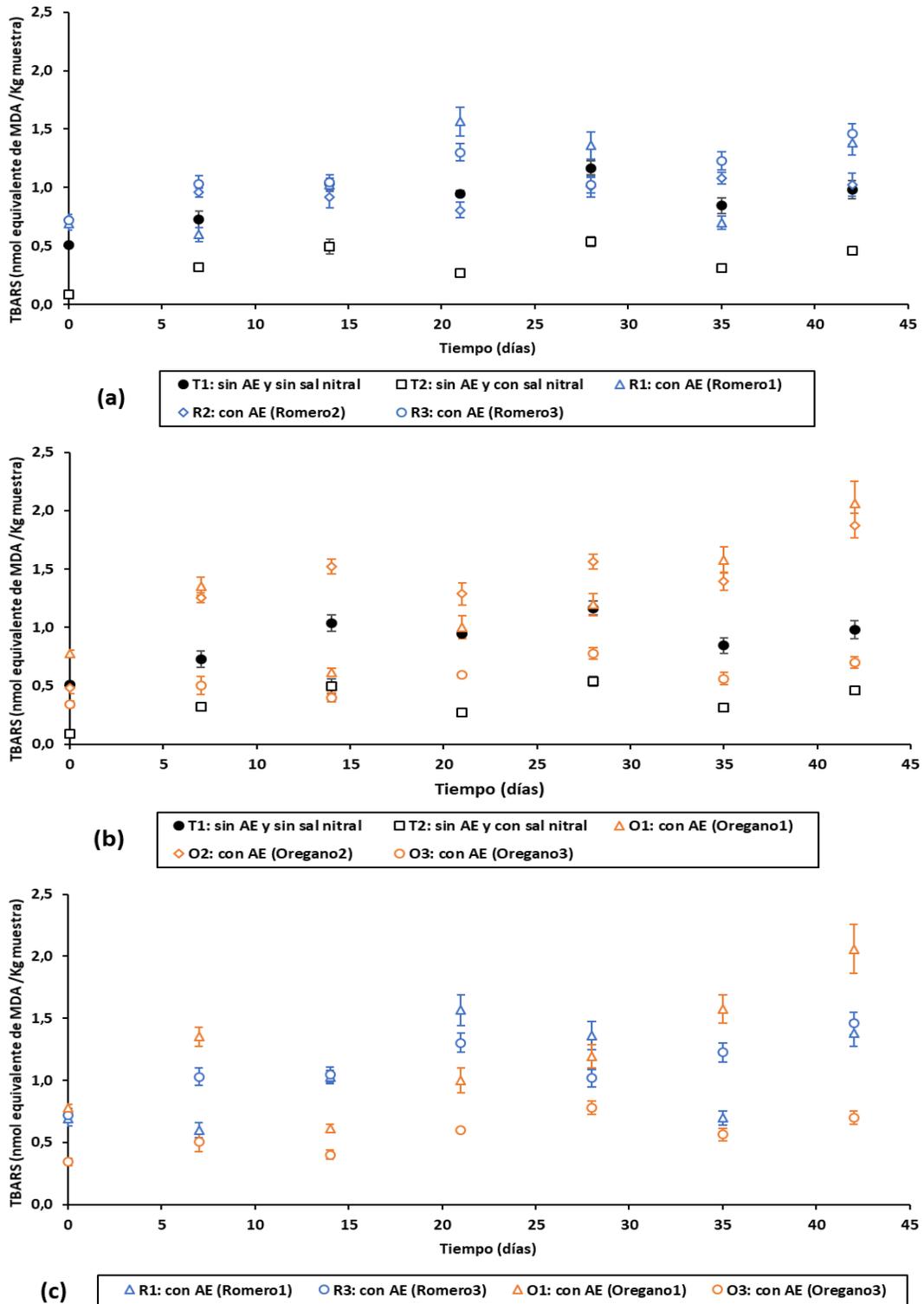
Figura 9. Cinética de TBARS en los testigos (T1 y T2).



Fuente: Izquierda: Autores Derecha Adaptado Badui 2006.

En la Figura 10., se observa que los valores de TBARS para el AE de Romero y Orégano está por encima del T1. Las diferencias puede obedecer a que la estabilidad del complejo TBA-MDA se ve afectada porque las proteínas cárnicas ligadas al MDA forman compuestos estables y durante el proceso es difícil liberar todo el MDA sin emplear calor y ácidos fuertes (SIU y DRAPER, 1978; Venegas y Pérez, 2009).

Figura 10. TBARS en grasa-AE: (a) Romero, (b) Orégano y (c) Romero y Orégano.



Fuente: El autor

4.5. Estimación de vida útil por evolución de pH durante el almacenamiento

Los valores de pH fueron tomados para cada tratamiento por triplicado durante los días de almacenamiento 1, 8, 15 y 20. Los resultados en la Tabla 12., muestran diferencias significativas entre los días de almacenamiento en cada uno de los tratamientos desarrollados. El pH es una variable a tener en cuenta para estimación de la vida útil, estudios demuestran que a medida que pasan los días de almacenamiento del producto, esta variable se torna más acida; lo cual indica que la oxidación de las grasas es un proceso natural durante el almacenamiento. Para este caso se empleó carne de cerdo y tocino, encontrando que el pH de la carne utilizada para los tratamientos presentaba valores por encima de los niveles normales (pH mayores a 6), si bien el pH de la carne se produce por establecimiento del rigor mortis y la maduración, se considera que medidas por encima de 5,9 puede asociarse a carnes oscuras, duras y secas o DFD (Dark, Firm, Dry, por sus siglas en inglés), esto significa que valores elevados de pH puede hacer que se vea afectado el producto, ya que la carne se hace más susceptible a ataque de microorganismos (Braña Varela et ál., 2011).

Tabla 12. Evolución del pH con el tiempo almacenamiento para cada tratamiento.

	Valores de pH/ días de almacenamiento							
	1 DIAS		8 DIAS		15 DIAS		20 DIAS	
T1	6,138	± 0,017	6,046	± 0,012	5,999	± 0,027	5,994	± 0,014
T2	6,136	± 0,026	6,061	± 0,007	6,044	± 0,010	6,040	± 0,012
R1	6,057	± 0,012	6,037	± 0,008	6,000	± 0,023	5,961	± 0,058
R2	6,132	± 0,028	6,115	± 0,017	6,093	± 0,014	5,990	± 0,002
R3	6,090	± 0,023	6,058	± 0,032	6,038	± 0,031	5,941	± 0,019
O1	6,105	± 0,003	6,057	± 0,021	6,052	± 0,015	6,000	± 0,033
O2	6,108	± 0,021	6,104	± 0,014	6,094	± 0,006	6,054	± 0,004
O3	6,097	± 0,022	6,080	± 0,025	6,067	± 0,019	6,038	± 0,003

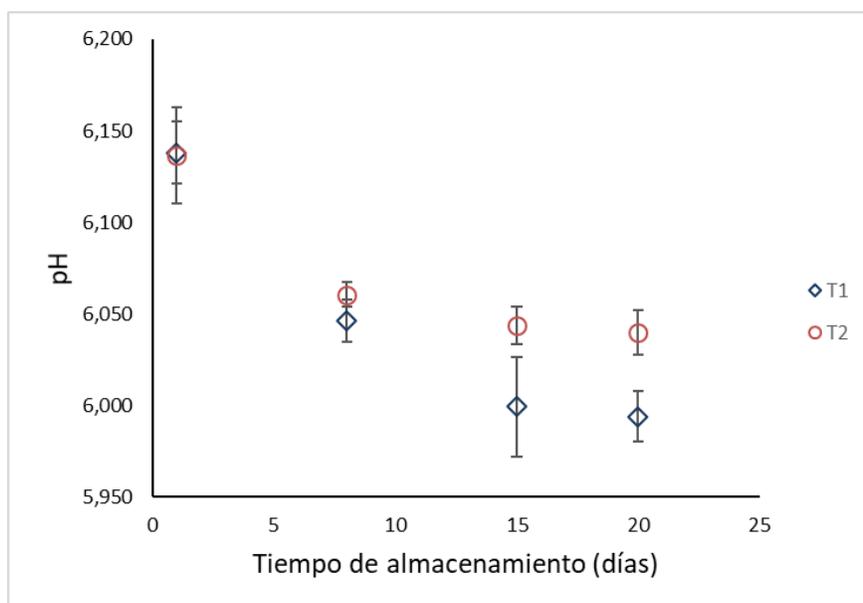
Valores analizados con 95% de confianza

Fuente: Autores

Para el caso del testigo T1 se encontraron diferencias significativas para el valor del pH con valores que van desde $6,138 \pm 0,017$ para el primer día 1 hasta $5,994 \pm 0,014$ a los 20 días, esto significa que la no adición de conservantes químicos ni de AE derivó en una acidificación del producto acortando su vida útil, sin embargo, en este testigo no se

encontró diferencias entre los días 15 y 20 dado que ya desde días antes se habría producido la acidificación. Caso contrario ocurrió con el tratamiento testigo T2, el cual, aunque tuvo diferencias significativas en los valores de pH entre los días 1 y 8, no encontró diferencias entre los días 8,15 y 20 demostrando control en la acidificación del chorizo con valores de pH de $6,136 \pm 0,017$ hasta $6,040 \pm 0,012$ (Ver Figura 11.). Esto puede asociarse a la adición de la sal nitro en las concentraciones permitidas para este tipo de productos.

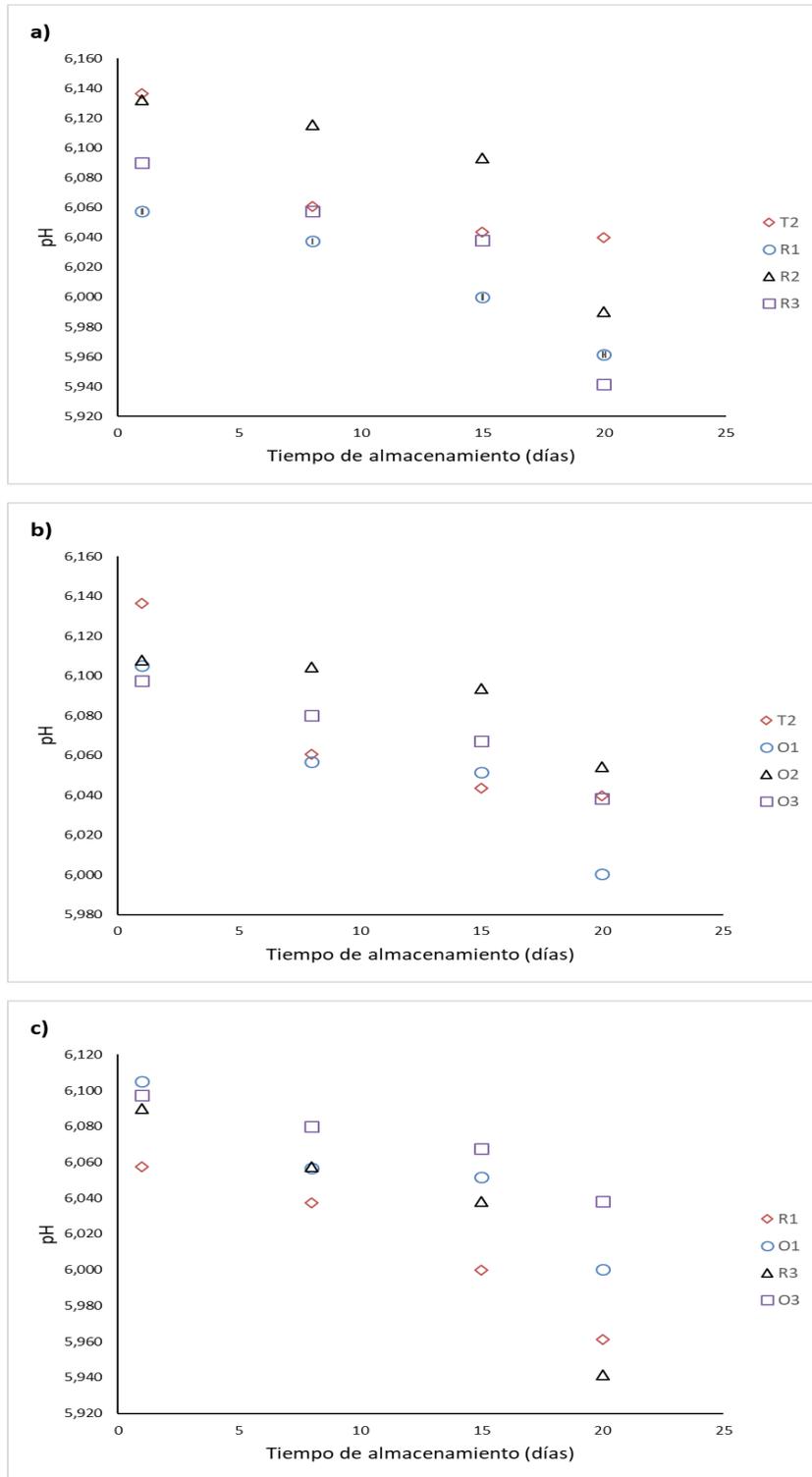
Figura 11. Comparación de los valores de pH en los testigos (T1 y T2).



Fuente: Autores

Los valores de pH en los tratamientos formulados con AE de Romero presentaron mayor acidificación dado la degradación en el tiempo de los antioxidantes presentes en este AE que inhiben la oxidación lipídica tal como lo afirma (Estévez et ál., 2007), en comparación al testigo T2 con conservante químico, con una caída abrupta del pH entre los días 15 y 20 de almacenamiento (Ver Figura 12. (a)), encontrándose diferencias significativas entre las medias de los valores del pH para los días de almacenamiento y entre los tratamientos comparados.

Figura 12. Comparación de Medias de los valores de pH en los tratamientos con AE: (a) Romero, (b) Orégano y (c) concentraciones de Romero vs Orégano.



Fuente: Autores

A pesar de que los tratamientos con AE de Romero demostraron ser más eficaces en el control de *Salmonella* spp., los valores de pH ácidos observados en los tratamientos formulados con este AE, pueden generar confusión en cuanto a la efectividad de inhibición de actividad antimicrobiana, pues un pH ácido permite el crecimiento de microorganismos, sin embargo, la acidificación en los tratamientos formulados con Romero, se asocia a la oxidación de las grasas reflejado en los resultados de las pruebas de VP y TBARS en los mismos periodos de almacenamiento. Dado que los chorizos fueron formulados con tocino fresco, por lo cual si no se tiene especial cuidado en la refrigeración rápida después del sacrificio, puede derivar en enranciamiento del producto (Campos, 2013).

En el caso de los tratamientos formulados con AE de Orégano, no se encontraron diferencias significativas en los valores del pH para los días 1, 8 y 15, para el día 20 esta variable descendió para todos los tratamientos formulados con este AE, no encontrándose diferencias significativas con el testigo T2. Así mismo al comparar los valores de pH entre los AE de Romero y Orégano, encontramos que presentan mayor acidificación los formulados con Romero (Ver Figura 12. (c)). Si bien el pH es uno de los parámetros que establecen la vida útil de un producto, en ninguno los valores de pH encontrados para los tratamientos formulados con AE se encontraron valores por debajo de 5.4 por lo que no encontraron características de putrefacción ni de coloración verde característico de productos en mal estado (Campos, 2013).

4.6. Evaluación sensorial del producto final

De acuerdo con los resultados obtenidos en los análisis microbiológicos, VP y TBARS, se aplicó el análisis sensorial en los días 1, 8 y 15 de almacenamiento, teniendo en cuenta que este tiempo es inferior al periodo anaquel del producto; además durante ese lapso el valor TBARS fue inferior a 1 nmol equivalente de MDA/kg de muestra (valor que se considera alto en una grasa), lo que indica la oxidación lipídica en el producto.

4.6.1. Prueba hedónica verbal del nivel de agrado

Para esta prueba se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los tratamientos a través de la aplicación de la Análisis de varianza (ANOVA) presentados en la Tabla 12., así mismo mediante la aplicación de la prueba de comparación de medias de Tukey, se encontró que el mejor tratamiento en cuanto al atributo **Apariencia** fue R1 (Aplicación de Aceite de Romero) con una media de 7,57 +/- 1,06 puntos (Ver Tabla 13.), que se ubica entre “me gusta moderadamente” y me “gusta mucho”, en la misma prueba se encontró que no existieron diferencias significativas de este tratamiento con T1; T2; y O2, esto significa que para los panelistas no hubo discriminación en cuanto a la apariencia asociada al color rojo tradicional de este tipo de embutidos cárnicos, por lo que tienen la misma preferencia con el tratamiento al cual se le aplico sal Nitral (T2).

Tabla 13. ANOVA por atributo sensorial obtenidos de la prueba hedónica con panel de 60 jueces

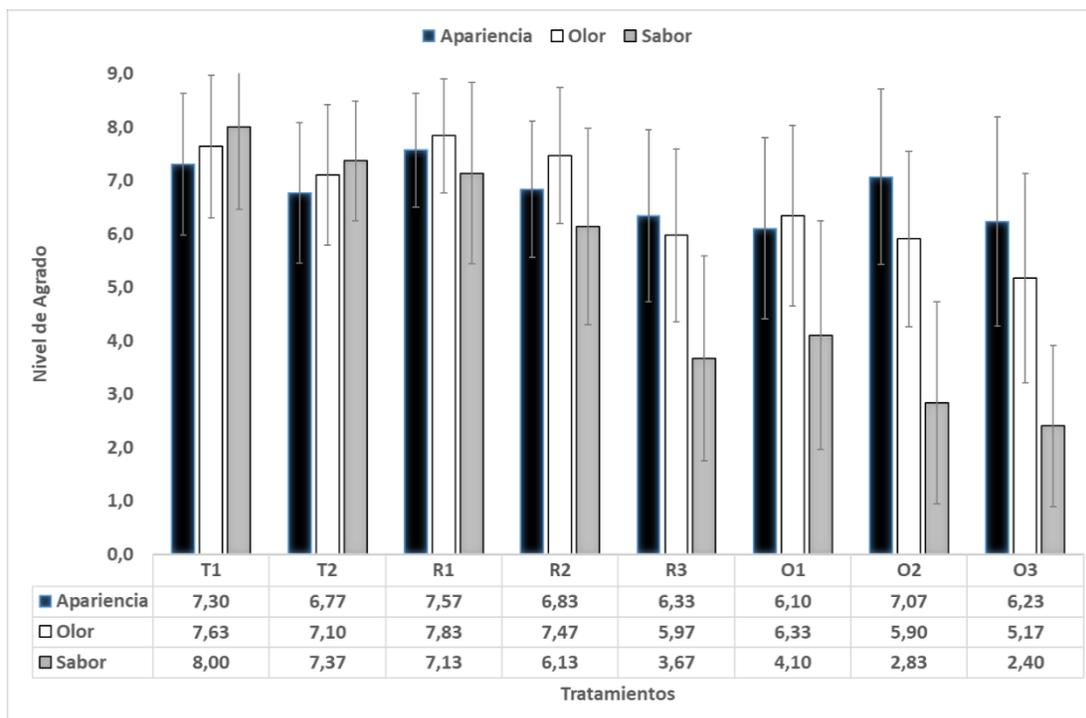
FUENTE DE VARIACION		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
APARIENCIA	Tratamientos	116,100	7	16,586	7,251	0,000
	Error Experimental	1079,600	472	2,287		
	Total	1195,700	479			
OLOR	Tratamientos	393,700	7	56,243	15,693	0,000
	Error Experimental	1691,600	472	3,584		
	Total	2085,300	479			
SABOR	Tratamientos	2048,725	7	292,675	97,471	0,000
	Error Experimental	1417,267	472	3,003		
	Total	3465,992	479			

Fuente: Autores-SPSS®

Para el **Olor** los panelistas eligieron nuevamente los chorizos formulados con Romero al 0,025% (R1) con una media en puntuación 7,83 +/- 1,11, de igual forma no se encontraron diferencias significativas con los tratamientos T1, T2 y R2, este resultado puede asociarse a la evocación del olor característico del chorizo santandereano relacionado con las especias y en este caso al Romero, los valores más bajos para este atributo lo obtuvieron los chorizo formulados con Orégano (Ver Figura 13.), los cuales tuvieron diferencias significativas con respecto a los mejores tratamientos (R1, T1, T2 y

R2), lo cual pudo estar relacionado con las concentraciones aplicadas, las cuales se establecieron en el orden del 0,150% (1500ppm) en adelante, razón asociada a las observaciones de los panelistas referentes a la percepción de olores muy marcados.

Figura 13. Nivel de agrado medio de Apariencia, Olor y Sabor para los chorizos formulados.



Fuente: Autores

Siendo que el objeto de esta investigación es la aplicación de los AE en chorizos santandereanos, es claro que el atributo que más relevancia tiene es el **Sabor**, para este atributo los panelistas fueron más críticos, por lo que se pudo descartar los tratamientos que más baja puntuación obtuvieron, que en este caso fueron O3 con una media 2,40 +/- 1,50 puntos, O2 con 2,83 +/- 1,90 puntos cuya ubicación en el nivel de agrado esta entre “me disgusta mucho” y “me disgusta moderadamente” y R3 con 3,67 +/- 1,92 puntos con nivel de agrado entre “me disgusta moderadamente” y “me disgusta ligeramente”, esto se pudo asociar a sabores fuertes de Orégano y Romero debido a sus altas concentraciones para O3 con 0,39% (3900ppm) y R3 con 0,075% (750ppm), así mismo los panelistas manifestaron su desagrado con estos tratamientos asociado a una sensación de astringencia y amargura en los chorizo. Conociendo que los chorizos se

formularon con los niveles de AE establecidos de acuerdo a su CIM, se corría el riesgo de la no aceptación de las formulaciones por parte del panel sensorial, tal como se evidenció en los resultados. De acuerdo a la prueba de comparación de media de Tukey el mejor tratamiento para el atributo sabor fue T1 con una media de 8,00 +/- 1,54 puntos ubicados en el nivel de agrado “Me gusta Mucho” seguidos de T2 con 7,37 +/- 1,12 puntos y R1 con 7,13 +/- 1,70 puntos, entre los cuales no se encontró diferencias significativas, siendo este último, el mejor tratamiento en cuanto al atributo sabor con aplicación de AE (Ver Tabla 14.).

Tabla 14. Nivel de agrado por atributo sensorial obtenidos de la prueba hedónica.

Tratamiento	Atributo		
	Apariencia	Olor	Sabor
T1	7,30 +/- 1,33 ^{abc}	7,63 +/- 1,12 ^a	8,00 +/- 1,54 ^a
T2	6,77 +/- 1,32 ^{defghi}	7,10 +/- 1,53 ^{ab}	7,37 +/- 1,12 ^a
R1	7,57 +/- 1,06 ^{adjk}	7,83 +/- 1,11 ^a	7,13 +/- 1,70 ^a
R2	6,83 +/- 1,28 ^{bejlmno}	7,47 +/- 1,70 ^a	6,13 +/- 1,84 ^e
R3	6,33 +/- 1,61 ^{flpqr}	5,97 +/- 2,28 ^{cde}	3,67 +/- 1,92 ^{bc}
O1	6,10 +/- 1,69 ^{gmps}	6,33 +/- 1,92 ^{bcd}	4,10 +/- 2,14 ^b
O2	7,07 +/- 1,65 ^{chknq}	5,90 +/- 2,39 ^{dfg}	2,83 +/- 1,90 ^{cd}
O3	6,23 +/- 1,96 ^{iors}	5,17 +/- 2,53 ^{eg}	2,40 +/- 1,50 ^d

Letras iguales por atributos no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, para un nivel de confianza del 95%.

Fuente: Autores

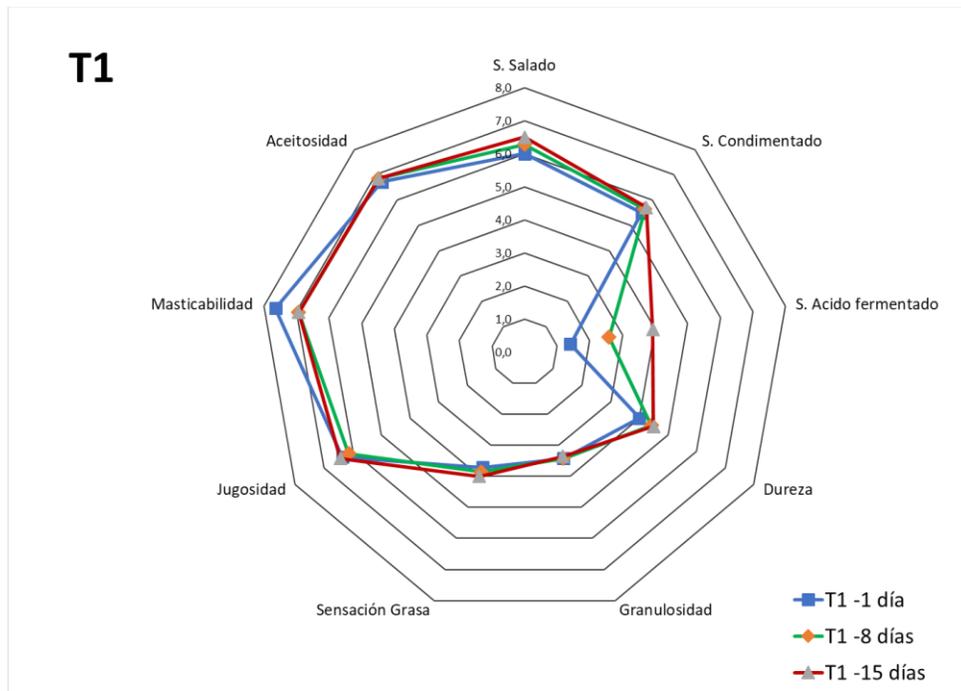
4.6.2. Pruebas descriptivas para perfil del sabor y textura

Esta prueba se realizó para los mejores tratamientos obtenidos mediante análisis estadísticos y prueba de diferencias de medias de Tukey, se analizaron los atributos de Sabor y Textura para cada tratamiento durante un periodo de almacenamiento de 15 días. Los resultados mostraron que para el tratamiento sin aplicación de sal conservante y AE (T1), no hubo diferencias entre los atributos asociados a los sabores salado, condimentado (característico a las especias utilizadas) durante el almacenamiento, mientras que si encontraron diferencias significativas en el sabor ácido fermentado detectado en los chorizos después del 8° día de almacenamiento (Ver Figura 14.), con valores de 3,9 +/- 0,67 puntos correspondiente a una intensidad de “leve” para la escala

asignada a un tiempo de 15 días de almacenamiento , esto puede deberse a lo ya encontrado en análisis de TBAR, dado el comienzo de la formación de peróxidos que pueden causar sabores desagradables en el producto. La fermentación tradicional de la carne es un fenómeno biológico complejo llevado a cabo por la acción deseable de ciertos microorganismos autóctonos que provienen del equipo, el medio ambiente y la materia prima (Quijada et ál., 2018).

En cuanto a las propiedades de textura hay que destacar que los chorizos conservaron una buena cohesión de granos (carne picada), esto se debió principalmente a la solubilización de las proteínas durante el mezclado y el control de temperatura durante todo el proceso de elaboración, lo que proporciono una buena emulsión cárnica. Los resultados mostraron no que hubo variación en las propiedades de dureza, sensación grasa (en boca), granulosidad (asociada a la cohesividad entre los granos de carne picada), jugosidad y acetosidad (desde el punto desde la apariencia del producto una vez calentada la muestra), sin embargo, si se pudo detectar por parte de los panelistas una leve disminución en la masticabilidad, asociada al número de mordiscos necesario para desintegrar el chorizo en su totalidad a un tiempo de almacenamiento de 15 días. (Fenández-Fernández et ál., 1997) encontraron que, durante el curado en chorizos fermentados, el pH disminuyó inicialmente y luego aumentó nuevamente; este patrón se reflejó en un aumento del sabor ácido, así mismo disminuyo el contenido de humedad y la actividad del agua, aumentó la dureza, reflejando en la reducción observada en la jugosidad.

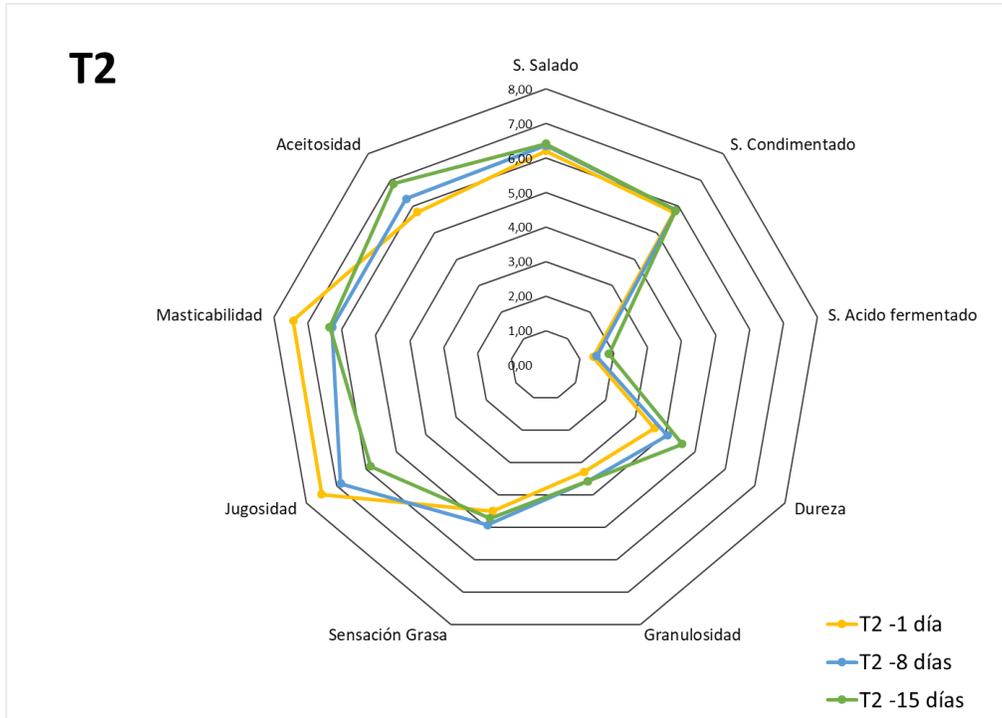
Figura 14. Comparación de los niveles de percepción en puntos del atributo sabor y propiedades de textura para el tratamiento T1 (Testigo sin Nitrito y Sin AE) para los días 1, 8 y 15 de almacenamiento.



Fuente: Autores

En el caso de tratamiento T2 se encontraron similitudes con el tratamiento T1 en cuanto a los perfiles de sabor y textura, se encontró diferencias significativas en los días de almacenamiento para este tratamiento en cuanto a la características jugosidad con valores que variaron de 7,5 +/- 0,64 puntos (intensidad marcada) para el día 1 a 5,8 +/- 1,18 puntos (intensidad entre leve y moderada) para el día 15 de almacenamiento , esta pudo ser causada por la aplicación de la sal nital y la exudación de jugos encontradas durante el almacenamiento, así mismo en este tratamiento se dieron valores leves del sabor ácido fermentado, 1,40 +/- 0,50 puntos para día 1 y 1,86 +/- 0,24 puntos para el día 15 (Ver Figura 15.), correspondiente a una intensidad de “muy leve”, característico en este tipo de productos.

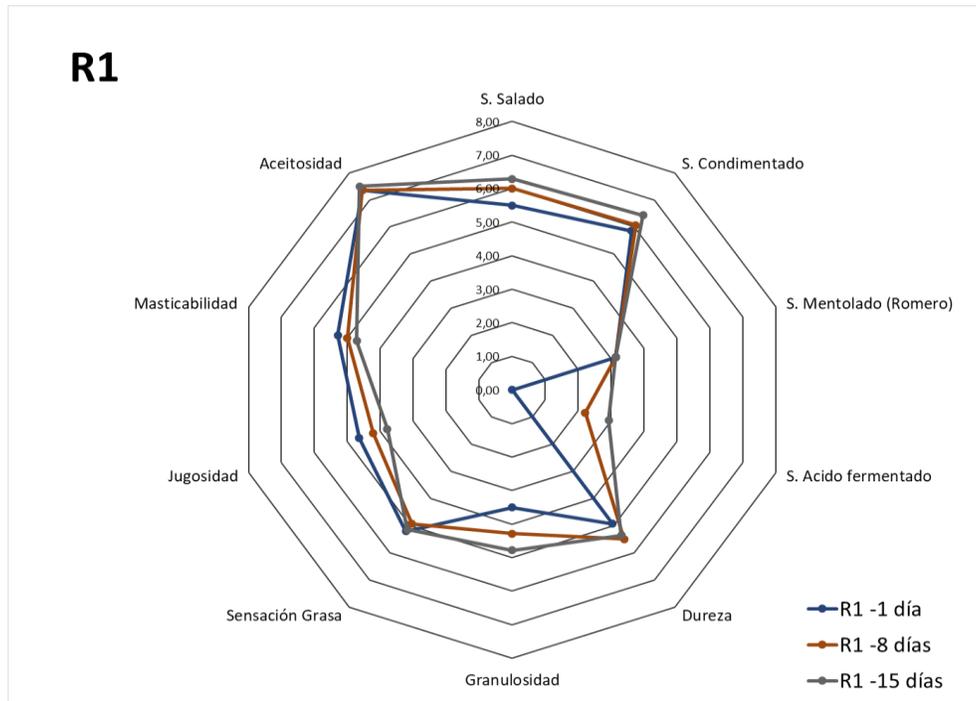
Figura 15. Comparación de los niveles de percepción en puntos del atributo sabor y las propiedades de textura para el tratamiento T2 (Testigo con aplicación Nitrito a 200ppm) para los días 1, 8 y 15 de almacenamiento



Fuente: Autores

El tratamiento R1 fue el mejor de los tratamientos con aplicación de AE, al igual que en los tratamientos T1 y T2 se encontró una leve aparición del sabor acido-fermentado, en la evaluación durante los días 8 y 15 de almacenamiento con valores leves de 2,9 +/- 0,73 puntos para los 15 días de almacenamiento (Ver Figura 16.), sin embargo, este sabor es característico en este tipo de productos como se mencionó anteriormente y se incrementa a medida que transcurre la vida útil del mismo, sintiéndose más marcado en las últimas de días de su periodo de anaquel. Para este tratamiento no se encontraron diferencias significativas en los sabores salado y condimentado, y de igual forma para las propiedades de textura.

Figura 16. Comparación de los niveles de percepción en puntos del atributo sabor y propiedades de textura para el tratamiento R1 (Aplicación AE de Romero al 0,025%) para los días 1, 8 y 15 de almacenamiento.

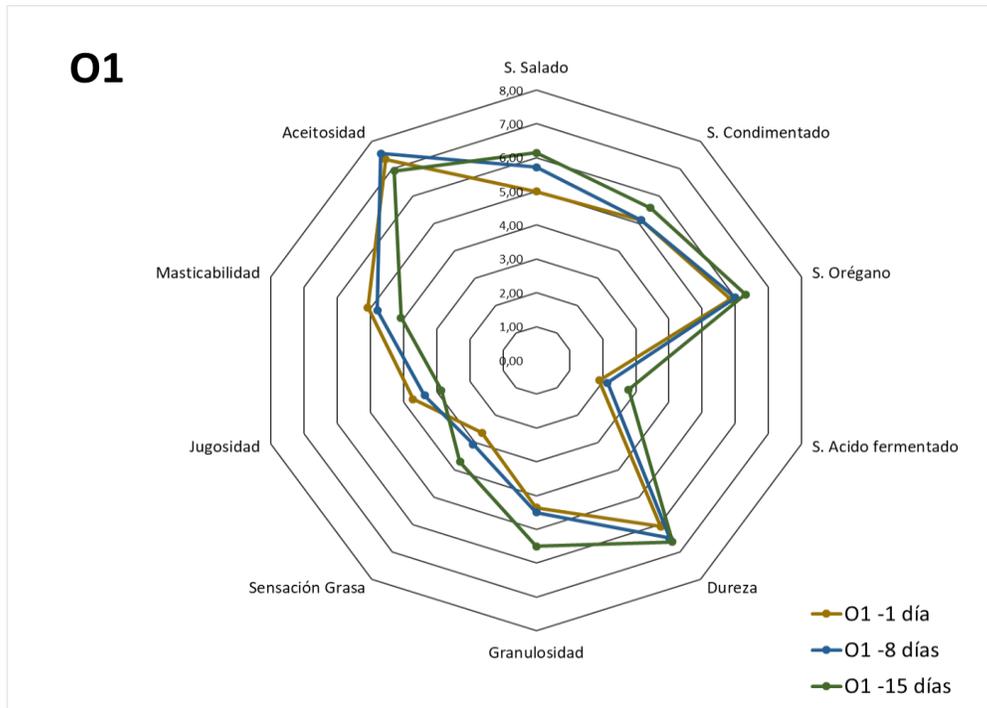


Fuente: Autores

El tratamiento O1 (aplicación de AE de Orégano al 0,150%) fue el de mejor calificación en el panel hedónico para los tratamientos con aplicación de este AE, sin embargo, en la evaluación alcanzó un nivel de agrado de 4,10 +/- 2,14 puntos equivalente a “me disgusta ligeramente”, se procedió a evaluar este tratamiento dado que en esta investigación uno de los propósitos fue evaluar la calidad sensorial de los chorizos con aplicación de los AE. Los resultados encontrados en este tratamiento son concordantes con los obtenidos en la prueba hedónica, en los chorizos formulados con AE de Orégano se identificó además de los sabores característicos salado, condimentado y el mismo Orégano, se encontró un sabor amargo con gran intensidad, causando un sabor desagradable en el producto. Hay que considerar que este atributo fue encontrado en la mayoría de las muestras formuladas con AE de Orégano durante la prueba hedónica, sobre todo a medida que aumentaba su concentración en la muestra; así mismo se observó que los chorizos con AE de Orégano eran más secos, menos jugoso y así mismo

menos masticables (Ver Figura 17.), también se observó mayor exudación de grasas durante el calentamiento y pérdida de jugos.

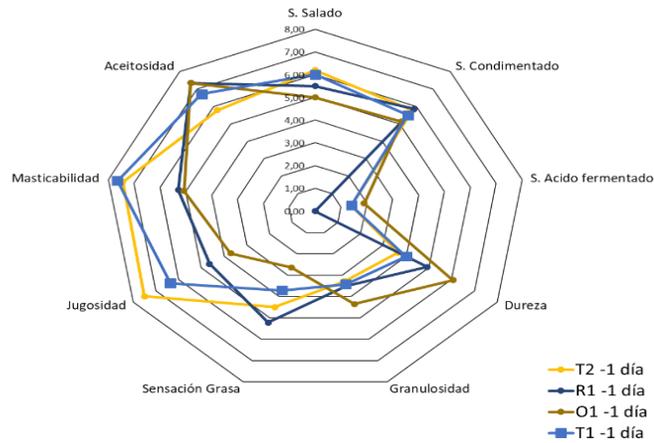
Figura 17. Comparación de los niveles de percepción en puntos del atributo sabor y las propiedades de textura para el tratamiento O1 (Aplicación AE de Orégano al 0,150%) para los días 1, 8 y 15 de almacenamiento.



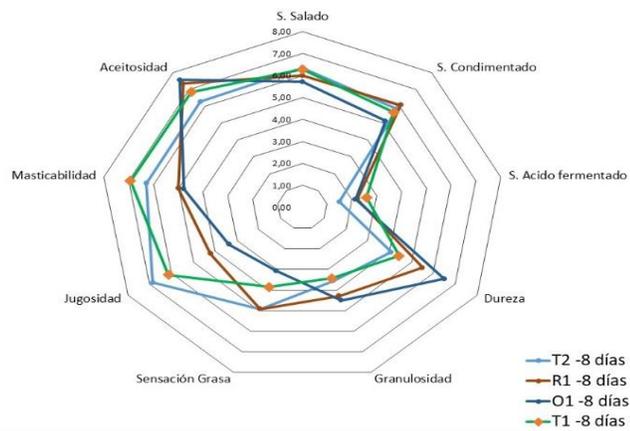
Fuente: Autores

Figura 18. Comparación de los niveles de percepción en puntos del atributo sabor y propiedades de textura para los diferentes días de almacenamiento: a) 1 día; b) 8 días; c) 15 días.

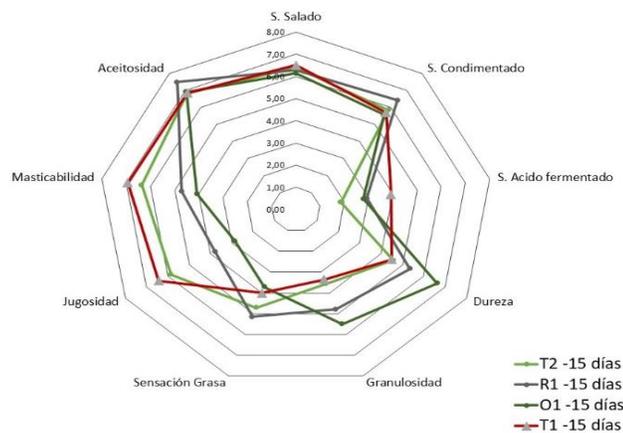
1 DÍA



8 DÍAS



15 DÍAS



Fuente: Autores

CONCLUSIONES

- El aceite esencial de *Rosmarinus officinalis* presentó mayor actividad antioxidante (DPPH y ORAC) y microbiana en comparación al aceite esencial de *Origanum vulgare*
- A diferencia de la sal nital (200 ppm), los chorizos suplementados con aceites esenciales de Romero u Orégano inhibieron el crecimiento de *Salmonella* inoculada.
- Tomando como base la CMI (Menor en el AE de Romero) para cada uno de los aceites suplementados en los chorizos, se encontró que ambos tienen efecto sobre la estabilidad oxidativa (VP y TBARS) pero con ligeras variaciones entre ellos.
- Los niveles de VP y TBARS tuvieron ligeras variaciones con respecto a los chorizos comúnmente elaborados con sal nital.
- El incremento de suplementación con aceite esencial en los chorizos genera disminución en su aceptabilidad e incluso derivar en el rechazo absoluto del producto.

RECOMENDACIONES

- Estudiar el efecto de la nitrosación en la estabilidad oxidativa de las grasas en productos cárnicos.
- Evaluar la estabilidad oxidativa de los chorizos a diferentes temperaturas en productos cárnicos como chorizo santandereano.
- Realizar análisis sensorial con jueces entrenados y expertos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, D., Navarro, M., y Tecnológica, L. M.-I. (2013). Composición química del aceite esencial de hojas de orégano (*Origanum vulgare*). *Información tecnológica*, 24, 43–48.
- Agilent Technologies. (2014). *Cátalogo esencial de Espectroscopia y Cromatografía*. Agilent Technologies. <https://www.agilent.com/cs/library/catalogs/Public/5991-5213ES.pdf>
- Agudo, L. (2010). Técnicas para la determinación de compuestos antioxidantes en alimentos. *Revista de educación de Extremadura*, 98, 27–34.
- Aguilar, F., Autrup, H., Barlow, S., Castle, L., Crebelli, R., Engel, K., Gontard, N., Gott, D., Grilli, S., Gürtler, R., Larsen, C., Leclercq, C., Leblanc, J., Malcata, F. X., Mennes, W., Milana, M. R., Pratt, I., Rietjens, I., Tobbacq, P., y Toldrá, F. (2008). Use of rosemary extracts as a food additive-Scientific opinion of the panel on food additives, flavourings, processing aids and materials in contact with food. *The EFSA Journal*, 8, 1–29.
- Alipour, M., y Saharkhiz, M. J. (2016). Phytotoxic activity and variation in essential oil content and composition of Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) during different phenological growth stages. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 7, 271–278. <https://doi.org/10.1016/J.BCAB.2016.07.003>
- Alonso, A., y Corina, R. (2010). *Manual para la elaboración artesanal de productos cárnicos utilizando carne de Cuy (Cavia de Porcellus)*. Universidad de La Salle.
- Álvarez, R., Carvalho, C. P., Sierra, J., Lara, O., Cardona, D., y Londoño-Londoño, J. (2012). Citrus juice extraction systems: Effect on chemical composition and antioxidant activity of clementine juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(3), 774–781. <https://doi.org/10.1021/jf203353h>
- Amerling, C. (2001). *Tecnología de la carne: antología*. Euned.
- Antón, A., y Lisazo, J. (2003). *Nitritos, nitratos y nitrosaminas*. Fundación Ibérica para la Seguridad Alimentaria.
- Armenteros, M., Ventanas, S., Morcuende, D., Eurocarne, M. E.-, y 2012, U. (2012). Empleo de antioxidantes naturales en productos cárnicos. *eurocarne.com*, 207(1), 63–73.

- Azizi, A., Yan, F., y Honermeier, B. (2009). Herbage yield, essential oil content and composition of three oregano (*Origanum vulgare* L.) populations as affected by soil moisture regimes and nitrogen supply. *Industrial Crops and Products*, 29(2–3), 554–561. <https://doi.org/10.1016/J.INDCROP.2008.11.001>
- Badui, S. (2006). *Química de los alimentos*.
- Bajalan, I., Rouzbahani, R., Pirbalouti, A. G., y Maggi, F. (2017). Antioxidant and antibacterial activities of the essential oils obtained from seven Iranian populations of *Rosmarinus officinalis*. *Industrial Crops and Products*, 107, 305–311. <https://doi.org/10.1016/J.INDCROP.2017.05.063>
- Balusamy, S. R., Perumalsamy, H., Huq, M. A., y Balasubramanian, B. (2018). Anti-proliferative activity of *Origanum vulgare* inhibited lipogenesis and induced mitochondrial mediated apoptosis in human stomach cancer cell lines. *Biomedicine y Pharmacotherapy*, 108, 1835–1844. <https://doi.org/10.1016/J.BIOPHA.2018.10.028>
- Bandoni, A. L., Retta, D., L., L., P. M. D., y Van Baren, C. M. (2009). ¿ Son realmente útiles los aceites esenciales? *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 8(5), 317–322.
- Baratta, M. T., Damien, H. J., Deans, S. G., Biondi, D. M., y Ruberto, G. (1998). Chemical composition, antimicrobial and antioxidative activity of laurel, sage, rosemary, oregano and coriander essential oils. *Journal of Essential Oil Research*, 10(6), 618–627. <https://doi.org/10.1080/10412905.1998.9700989>
- Bayona, M. A. (2009). Evaluación microbiológica de alimentos adquiridos en la vía pública en un sector del Norte de Bogotá. *Revista AUDC Actualidad y Divulgación Científica*, 12(2), 9–17.
- Béjaoui, A., Chaabane, H., Jemli, M., Boulila, A., y Boussaid, M. (2013). Essential oil composition and antibacterial activity of *Origanum vulgare* subsp. *glandulosum* Desf. at different phenological stages. *Journal of Medicinal Food*, 16(12), 1115–1120. <https://doi.org/10.1089/jmf.2013.0079>
- Bellumori, M., Michelozzi, M., Innocenti, M., Congiu, F., Cencetti, G., y Mulinacci, N. (2015). An innovative approach to the recovery of phenolic compounds and volatile terpenes from the same fresh foliar sample of *Rosmarinus officinalis* L. *Talanta*, 131, 81–87. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2014.07.073>

- Bonilla, D. M., Mendoza, Y., Moncada, C. E., Murcia, O., Rojas, Á. P., Calle, J., Pinzón, R., y Nerio, L. (2016). Efecto del aceite esencial de *Rosmarinus officinalis* sobre *Porphyromonas gingivalis* cultivada in vitro. *Rev. Colomb. Cienc. Quím. Farm*, 45(2), 275–287. <https://doi.org/10.15446/rcciquifa.v45n2.59942>
- Borneo, R., León, A., Aguirre, A., Ribotta, P., Chemistry, J. C.-F., y 2009, U. (2009). Antioxidant capacity of medicinal plants from the Province of Córdoba (Argentina) and their in vitro testing in a model food system. *Food Chemistry*, 112(3), 664–670. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.06.027>
- Bounatirou, S., Smiti, S., Miguel, M., y Faleiro, L. (2007). Chemical composition, antioxidant and antibacterial activities of the essential oils isolated from Tunisian *Thymus capitatus* Hoff. et Link. *Food Chemistry*, 105(1), 146–155. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.03.059>
- Braña Varela, D., Ramírez Rodríguez, E., Rubio Lozano, M. de la S., Sánchez Escarlante, A., Torrescano Urrutia, G., Arenas de Moreno, M. L., Partida de la Peña, J. A., Ponce de Alquiricia, E., y Ríos Rincón, F. G. (2011). *Manual de Análisis de Calidad en Muestras de Carne*.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., y Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25–30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
- Busatta, C., Mossi, A. J., Rodrigues, M. R. A., Cansian, R. L., y De Oliveira, J. V. (2007). Evaluation of *Origanum vulgare* essential oil as antimicrobial agent in sausage. *Brazilian Journal of Microbiology*, 38(4), 610–616. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822007000400006>
- Cabello, R. R. (2007). *Microbiología y parasitología humana/Microbiology and Human Parasitology: Bases etiologicas de las enfermedades infecciosas y parasitarias/Etiological Basis of Infectious and Parasitic* (E. M. Panamericana (ed.); Ed. Médica). Ed. Médica Panamericana.
- Cameán, A. M., Mellado, E., y Repetto, M. (2012). *Toxicología alimentaria*. Ediciones Díaz de Santos.
- Campos, A. (2013). *Sustitución de carne de res por carne de llama (lama glama) en la elaboración de chorizo y su determinación de vida útil* (Número 434).

- Cardona Henao, L., y Mejía G., L. (2009). Evaluation of Antioxidant Effect of Essential Oils and Extracts of *Eugenia Caryophyllata*, *Origanum Vulgare* and *Thymus Vulgaris*. *Biosalud*, 8(1), 58–70.
- Cardoso-Ugarte, G. A., Juárez-Becerra, G. P., Sosa-Morales, M. E., y López-Malo, A. (2013). Microwave-assisted extraction of essential oils from herbs. *Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy*, 47(1), 63–72. <https://doi.org/10.1080/08327823.2013.11689846>
- Carneiro de Barros, J., Lúcia da Conceição, M., Gomes Neto, N. J., Vieira da Costa, A. C., Siqueira, J. P., Basílio, I. D., y Leite de Souza, E. (2009). Interference of *Origanum vulgare* L. essential oil on the growth and some physiological characteristics of *Staphylococcus aureus* strains isolated from foods. *LWT - Food Science and Technology*, 42(6), 1139–1143. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2009.01.010>
- Castaño, M. (2012). *Evaluación de la capacidad conservante de los aceites esenciales de clavo*. 1–81.
- Castaño P, H. I., Ciro G, G., Zapata M, J. E., y Jiménez R, S. L. (2010). Actividad bactericida del extracto etanólico y del aceite esencial de hojas de *Rosmarinus officinalis* L. sobre algunas bacterias de interés alimentario. *Vitae*, 17, 149–154.
- Castro G., A. (2015). *Evaluación toxicológica del extracto vegetal de Oregano (Origanum vulgare) sobre Tribolium castaneum (Herbst)*.
- Centeno M, M. L. (2002). Plantas medicinales españolas. *Rosmarinus officinalis* L.(Lamiaceae)(romero). *Studia Botanica*, 21, 105–118.
- Céspedes Cabrera, T., y Serrano, S. (2000). *ALGUNOS ASPECTOS SOBRE EL ESTRÉS OXIDATIVO, EL ESTADO ANTIOXIDANTE Y LA TERAPIA DE SUPLEMENTACIÓN*. 14(1), 55–60.
- Charles, D. (2012). *Propiedades antioxidantes de especias, hierbas y otras fuentes*. Springer Science y Business Media.
- Clarín. (2015). *Alerta por un brote de triquinosis en Pehuajó*. https://www.clarin.com/sociedad/alerta-brote-triquinosis-Pehuajo_0_S1ekfBcwXI.html
- Conde-Hernández, L. A., Espinosa-Victoria, J. R., Trejo, A., y Guerrero-Beltrán, J. Á. (2017). CO₂-supercritical extraction, hydrodistillation and steam distillation of essential oil of rosemary (*Rosmarinus officinalis*). *Journal of Food Engineering*, 200, 81–86.

<https://doi.org/10.1016/J.JFOODENG.2016.12.022>

Conde Clemente, G., Rueda Xiomara, Y., y Patiño Gilmar Gabriel, S. (2012). Evaluación de la actividad antioxidante del aceite esencial foliar de *Calycolpus moritzianus* y *Minthostachys mollis* de Norte de Santander. *Ciencias Básicas*.2012, 10(1).

Cui, L., Kim, M. O., Seo, J. H., Kim, I. S., Kim, N. Y., Lee, S. H., Park, J., Kim, J., y Lee, H. S. (2012). Abietane diterpenoids of *Rosmarinus officinalis* and their diacylglycerol acyltransferase-inhibitory activity. *Food Chemistry*, 132(4), 1775–1780.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.11.138>

da Silva Bomfim, N., Nakassugi, L. P., Faggion Pinheiro Oliveira, J., Kohiyama, C. Y., Mossini, S. A. G., Grespan, R., Nerilo, S. B., Mallmann, C. A., Alves Abreu Filho, B., y Machinski, M. (2015). Antifungal activity and inhibition of fumonisin production by *Rosmarinus officinalis* L. essential oil in *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg. *Food Chemistry*, 166, 330–336. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2014.06.019>

de Oliveira, T. L. C., de Araújo Soares, R., Ramos, E. M., das Graças Cardoso, M., Alves, E., y Piccoli, R. H. (2011). Antimicrobial activity of *Satureja montana* L. essential oil against *Clostridium perfringens* type A inoculated in mortadella-type sausages formulated with different levels of sodium nitrite. *International Journal of Food Microbiology*, 144(3), 546–555. <https://doi.org/10.1016/J.IJFOODMICRO.2010.11.022>

De Oña Baquero, C., Pérez, D., y Laza, M. (2013). *Elaboración de preparados cárnicos frescos*. INAI0108.

Deans, S. G., y Ritchie, G. (1987). Antibacterial properties of plant essential oils. *International Journal of Food Microbiology*, 5(2), 165–180. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0168-1605\(87\)90034-1](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0168-1605(87)90034-1)

Do, T. K. T., Hadji-Minaglou, F., Antoniotti, S., y Fernandez, X. (2015). Authenticity of essential oils. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 66(0), 146–157. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.trac.2014.10.007>

Dragland, S., Senoo, H., Wake, K., ... K. H.-T. J. of, y 2003, U. (2003). Several culinary and medicinal herbs are important sources of dietary antioxidants. *The Journal of nutrition*, 133(5), 1286–1290.

Elgayyar, M., Draughon, F. A., Golden, D. A., y Mount, J. R. (2001). Antimicrobial Activity of Essential Oils from Plants against Selected Pathogenic and Saprophytic

Microorganisms. En *Journal of Food Protection* (Vol. 64, Número 7).

Elmhalli, F., Garboui, S. S., Borg-Karlson, A.-K., Mozurkai, R., Baldauf, S. L., y Grandi, G. (2019). The repellency and toxicity effects of essential oils from the Libyan plants *Salvadora persica* and *Rosmarinus officinalis* against nymphs of *Ixodes ricinus*. *Experimental and Applied Acarology*, 77(4), 585–599. <https://doi.org/10.1007/s10493-019-00373-5>

Ertas, A., Boga, M., Yilmaz, M., Yesil, Y., y ... G. T. (2015). Un estudio detallado sobre los perfiles químicos y biológicos del aceite esencial y extracto de metanol de *Thymus nummularius* (té Anzer): ácido rosmarínico. *Cultivos y productos industriales*, 67, 336–345. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.01.064>

Estévez, M., Ramírez, R., Ventanas, S., y Cava, R. (2007). Sage and rosemary essential oils versus BHT for the inhibition of lipid oxidative reactions in liver pâté. *LWT - Food Science and Technology*, 40(1), 58–65. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.07.010>

FAO-PRODAR. (2014). *rocesados de carnes. Fichas técnicas. Instructional Manual*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

FAO. (2015). *Calidad de la carne. Industrias Agroalimentarias. Carne y Leche*.

Farhat, A., Benmoussa, H., Bachoual, R., Nasfi, Z., Elfalleh, W., Romdhane, M., y Bouajila, J. (2017). Efficiency of the optimized microwave assisted extractions on the yield, chemical composition and biological activities of Tunisian *Rosmarinus officinalis* L. essential oil. *Food and Bioprocess Processing*, 105, 224–233. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2017.07.011>

Fenández-Fernández, E., Rozas-Barrero, J., Romero-Rodríguez, M. A., y Vázquez-Odériz, M. L. (1997). Changes in the physicochemical properties and organoleptic quality of galician chorizos during curing and after vacuum-packing. *Food Chemistry*, 60(4), 555–558. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(97\)00030-7](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(97)00030-7)

Flores Miranda, G., Gómez Montes, E., Caro Canales, I., Soto Simental, S., Mateo Oyagüe, J., y González Tenorio, R. (2007). Estudio de diversos grupos de microorganismos en chorizos elaborados en Tulancingo, Hidalgo. *Memorias del Coloquio Nacional en Ciencia y Tecnología de la Carne*, 1, 34–36.

Fuentes Fiallo, V., Granda, M. M., Lemes Hernández, C. M., y Rodríguez Ferradá, C. A. (2000). Estudios fenológicos en plantas medicinales XI. *Rev Cubana Plant Med*, 5(3),

106–113.

Gavahian, M., Farahnaky, A., Farhoosh, R., Javidnia, K., y Shahidi, F. (2015). Extraction of essential oils from *Mentha piperita* using advanced techniques: Microwave versus ohmic assisted hydrodistillation. *Food and Bioproducts Processing*, 94, 50–58. <https://doi.org/10.1016/J.FBP.2015.01.003>

Gaviria, C., Ochoa, C., y Sánchez, N. (2009). Propiedades antioxidantes de los frutos de agraz o mortiño (*Vaccinium meridionale Swartz*). *Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, June 2016*, 93–112. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3509.8084>

Gil Hernandez, A., y Ruiz Lopez, M. D. (2010). *Tratado de nutrición/Nutrition Treatise: Composición Y Calidad Nutritiva De Los Alimentos/composition and nutritional quality of foods (Vol. 2)*. Madrid: Editorial Medica Panamericana S.A.

Gil Martínez, A. (2010). *Preelaboración y conservación de alimentos*. Ediciones AKAL S.A Madrid - España.

Gil Santa, D. (2009). *Parámetros Para Determinar la Calidad de los Productos Cárnicos a través de los Diferentes Procesos en la Empresa “Comestibles Dan”*. Corporación Universitaria Lasallista, Caldas.

GOBIERNO DE COLOMBIA; Ministerio de Salud y Protección., Instituto Nacional de Salud INS, y Dirección general de salud y seguridad alimentaria. (2018). *Boletín Epidemiológico Semanal. Semana epidemiológica 52. 23 al 29 de Diciembre de 2018*.

Govaris, A., Solomakos, N., Pexara, A., y Chatzopoulou, P. S. (2010). The antimicrobial effect of oregano essential oil, nisin and their combination against *Salmonella Enteritidis* in minced sheep meat during refrigerated storage. *International Journal of Food Microbiology*, 137(2–3), 175–180. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2009.12.017>

Gutiérrez, J., Barry, C., y Bourke, P. (2008). La eficacia antimicrobiana de las combinaciones e interacciones de aceites esenciales de plantas con ingredientes alimentarios. *Int. J. Revista internacional de microbiología de alimentos*, 124(1), 91–97.

Guzmán-Chozas, M., Vicario, I. M., y Guillén-Sans, R. (1997). Spectrophotometric Profiles of Off-Flavor Aldehydes by Using Their Reactions with 2-Thiobarbituric Acid. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(7), 2452–2457. <https://doi.org/10.1021/jf960965v>

Hajlaoui, H., Mighri, H., Aouni, M., Gharsallah, N., y Kadri, A. (2016). Chemical

composition and in vitro evaluation of antioxidant, antimicrobial, cytotoxicity and anti-acetylcholinesterase properties of Tunisian *Origanum majorana* L. essential oil. *Microbial Pathogenesis*, 95, 86–94. <https://doi.org/10.1016/J.MICPATH.2016.03.003>

Hoyland, D., y Taylor, A. (1991). A Review of the Methodology of the 2-Thiobarbituric Acid A Review of the Methodology of the 2-Thiobarbituric Acid Test. *Food Chemistry*, 40, 271–291. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(91\)90112-2](https://doi.org/10.1016/0308-8146(91)90112-2)

Huerta-Leidenz, N. (2002). Caracterización de ganado y carne bovina como base científica de la clasificación de canales en el trópico americano. *Paper presented at the Memorias XI Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. ULA-Venezuela.* p.

Ibáñez, F., Torre, P., y Irigoyen, A. (2003). *Aditivos alimentarios. Área de Nutrición y Bromatología.*

NTC 1325 PRODUCTOS CÁRNICOS PROCESADOS NO ENLATADOS, (2008).

Jordán, M. J., Lax, V., Rota, M. C., Lorán, S., y Sotomayor, J. A. (2013). Effect of bioclimatic area on the essential oil composition and antibacterial activity of *Rosmarinus officinalis* L. *Food Control*, 30(2), 463–468. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2012.07.029>

Kanner, J., y Rosenthal, I. (1992). AN ASSESSMENT OF LIPID OXIDATION IN FOODS. *Pure y App Cherm*, 64(12), 1959–1964.

Kaufmann, B., y Christen, P. (2002). Recent extraction techniques for natural products: Microwave-assisted extraction and pressurised solvent extraction. *Phytochemical Analysis*, 13(2), 105–113. <https://doi.org/10.1002/pca.631>

Khan, M., Khan, S. T., Khan, N. A., Mahmood, A., Al-Kedhairi, A. A., y Alkhatlan, H. Z. (2018). The composition of the essential oil and aqueous distillate of *Origanum vulgare* L. growing in Saudi Arabia and evaluation of their antibacterial activity. *Arabian Journal of Chemistry*, 11(8), 1189–1200. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2018.02.008>

Kucukbay, F. Z., Kuyumcu, E., Çelen, S., Azaz, A. D., y Arabac, T. (2014). Chemical composition of the essential oils of three *Thymus* taxa from Turkey with antimicrobial and antioxidant activities. *Rec Nat Prod*, 8, 110–120.

Kurćubić, V. S., Mašković, P. Z., Vujić, J. M., Vranić, D. V, Vesković-Moračanin, S. M., Okanović, Đ. G., y Lilić, S. V. (2014). *Antioxidant and antimicrobial activity of Kitaibelia*

vitifolia extract as alternative to the added nitrite in fermented dry sausage. 97(4), 459–467. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.03.012>

Kurdelas, R. R., López, S., Lima, B., Feresin, G. E., Zygadlo, J., Zacchino, S., López, M. L., Tapia, A., y Freile, M. L. (2012). Chemical composition, anti-insect and antimicrobial activity of *Baccharis darwinii* essential oil from Argentina, Patagonia. *Industrial Crops and Products*, 40(1), 261–267. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.03.024>

Kuskoski, E., y Asuero, AG, A. T.-. (2005). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Food Science and Technology*, 25(4), 726–732.

Lambert, R. J. W., Skandamis, P. N., Coote, P. J., y Nychas, G. J. E. (2001). A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. *Journal of Applied Microbiology*, 91(3), 453–462. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2001.01428.x>

Lorena Isaza Maya, Y., Alonso Restrepo Molina, D., y Humberto López Vargas, J. (2013). Oxidación lipídica y antioxidantes naturales en derivados cárnicos 1. *J. Eng. Technol*, 2.

Maguna, F. P., Romero, A. M., Garro, O. A., y Okulik, N. B. (2006). Actividad Antimicrobiana de un grupo de Terpenoides . *Facultad de Agroindustria UNNE*, 1(E-057), 1–4.

Mancha, J. S., Arango, C. J. J., Espinosa, J. F. N., y Medina, P. M. (1999). Salmonella sp en tres tipos de chorizos, como peligro dentro de un sistema de análisis de riesgos e identificación de puntos críticos de control (HACCP), en una empacadora de la ciudad de México. *Veterinaria Mexico*, 30(2), 157–164.

Marroquin Cerón, T. (2011). *Elaboración de salchicha tipo Frankfurt utilizando carne de pato (Pekín) y pollo (Broiler) con almidón de papa (Solanum tuberosum)*. Universidad Técnica del Norte, Ecuador.

Martínez-Tomé, M., Jiménez, A. M., Ruggieri, S., Frega, N., Strabbioli, R., y Murcia, M. A. (2001). Antioxidant properties of Mediterranean spices compared with common food additives. *Journal of Food Protection*, 64(9), 1412–1419. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-64.9.1412>

Martinez Montes, Y., Viana Arrieta, B., y Fuentes Rosado, L. G. (2013). *Elaboración de chorizos de carne de res y de cerdo con adición de proteasas (bromelina)*. Universidad

de Cartagena, Cartagena de Indias.

Mastro, G. De, Tarraf, W., Verdini, L., Brunetti, G., y Ruta, C. (2017). Essential oil diversity of *Origanum vulgare* L. populations from Southern Italy. *Food Chemistry*, 235, 1–6. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2017.05.019>

Mejri, J., Abderrabba, M., y Products, M. M. (2010). Chemical composition of the essential oil of *Ruta chalepensis* L: Influence of drying, hydro-distillation duration and plant parts. *Industrial Crops and Products*, 32(3), 671–673. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2010.05.002>

Mislivec, P., Beuchat, L., Cousin, M., Vanderzant, C., y Splittstoesser, D. (1992). Compendium of methods for the microbiological examination of foods.: Washington: American Public Health Association (APHA). *Washington: APHA*, 1(1), 317.

Motter, M., Corva, P., Perez Cenci, M., y Soria, L. (2009). Rol de la calpastatina en la variabilidad de la terneza de la carne bovina. *Journal of basic and applied genetics*, 20(1), 0.

Murillo, P. B., Hernandez, C., y Trejos, J. R. (2002). *Agroindustria I parte: Aspectos generales de la agroindustria*.

Navarro Beltran, M. A. Monroy Rodriguez, L. D. (2012). *Potencial de los aceites esenciales de toronjil (*melissa officinalis*), oregano (*origanum vulgare* L), y bleo (*pereskia*) para ser utilizados como saborizantes en aceites comestibles de mesa*. Universidad de Cartagena.

Núñez Bedoya, J. (2011). *Diseño de un plan de mercadeo para la línea de carnes frías de la empresa Cerdos del Valle SA*. Universidad Autonoma de Occidente, Santiago de Cali.

Ordoñez Gonzalez, J. A., y Patiño Castro, E. F. (2012). *Estudio técnico para la elaboración de salchichas a partir de carne de toyo blanco (*carcharhinus falciformis*) y almidón modificado (*maltodextrina*)*. Universidad De San Buenaventura Cali Facultad De Ingeniería.

Osawa, C. C., Eduardo, P., Felício, D., Ap, L., y Gonçalves, G. (2005). Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos. *Quim. Nova*, 28(4), 655–663. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000400019>

Ou, B., Hampsch-Woodill, M., y Prior, R. L. (2001). Development and Validation of an

- Improved Oxygen Radical Absorbance Capacity Assay Using Fluorescein as the Fluorescent Probe. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(10), 4619–4626. <https://doi.org/10.1021/jf010586o>
- Oussalah, M., Caillet, S., y Saucier, L. (2007). Inhibitory effects of selected plant essential oils on the growth of four pathogenic bacteria: E. coli O157: H7, Salmonella typhimurium, Staphylococcus aureus and Listeria monocytogenes. *Food control*, 18(5), 414-420.
- Öztürk, N., y Savaroğlu, F. (2010). Antioxidant Activities of Molokhia (Corchorus olitorius L.) Extracts. En *Survival and Sustainability* (pp. 535–543). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-95991-5_48
- Pascal, C., y Maritsa, L. (2015). *Efecto antifúngico del aceite esencial del origanum vulgare (orégano) y cymbopogon citratus (hierba luisa), sobre cepas de cándida albicans en comparación con la nistatina estudio invitro*. Universidad Central de Ecuador, Quito - Ecuador.
- Pascual, M. (2005). *Enfermedades de origen alimentario: Su prevención*. Editorial Díaz de Santos.
- Perdomo, A., Carrascal, A., Microbiología, M. M.-, y 2004, U. (2004). *Estimación de la Incidencia de las Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETAS) en Colombia en el Período 1992-2003*.
- Pérez Gastell, P. L., de Alejo, P., y Luis, J. (2000). TRABAJOS DE REVISIÓN MÉTODOS PARA MEDIR EL DAÑO OXIDATIVO. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 29(3), 192–198.
- Perón, J. R., ... J. M. L.-... cubana de medicina, y 2001, U. (2001). Radicales libres en la biomedicina y estrés oxidativo. *Rev Cub Med Mil*.
- Pesavento, G., Calónico, C., Bilia, A., y M Barnabei. (2015). Antibacterial activity of Oregano, Rosmarinus and Thymus essential oils against Staphylococcus aureus and Listeria monocytogenes in beef meatballs. *Food Control*, 54(0), 188–199. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.01.045>
- Pieroni, A. (2008). Local plant resources in the ethnobotany of Theth, a village in the Northern Albanian Alps. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 55(8), 1197–1214. <https://doi.org/10.1007/s10722-008-9320-3>
- Portafolio, R. (2019). *¿Cuánto gastan los hogares colombianos en los 'rituales' de*

compra?

Póveda, M. C. (1991). Factores que definen las características cualitativas de la carne. *Bovis*, 38, 39–70.

Quijada Bonilla Hernán, De La Hoz, F., Enrique, M., Duran, M., y Pacheco García, O. E. (2014). *ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR ALIMENTOS (ETA) Hernán Quijada Bonilla*.

Quijada, N. M., De Filippis, F., Sanz, J. J., García-Fernández, M. del C., Rodríguez-Lázaro, D., Ercolini, D., y Hernández, M. (2018). Different *Lactobacillus* populations dominate in “Chorizo de León” manufacturing performed in different production plants. *Food Microbiology*, 70, 94–102. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2017.09.009>

Rabsch, W., Tschäpe, H., y Bäuml, A. J. (2001). Non-typhoidal salmonellosis: emerging problems. *Microbes and Infection*, 3(3), 237–247. [https://doi.org/10.1016/S1286-4579\(01\)01375-2](https://doi.org/10.1016/S1286-4579(01)01375-2)

Raina, A. P., y Negi, K. S. (2012). Essential oil composition of *Origanum majorana* and *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* growing in INDIA. *Chemistry of Natural Compounds*, 47(6), 1015–1017. <https://doi.org/10.1007/s10600-012-0133-4>

Rašković, A., Milanović, I., Pavlović, N., Čebović, T., Vukmirović, S., y Mikov, M. (2014). Antioxidant activity of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) essential oil and its hepatoprotective potential. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 14(1), 225. <https://doi.org/10.1186/1472-6882-14-225>

Rodríguez-Espinosa, H., Restrepo-Betancur, L. F., y Urango, L. A. (2015). Preferencias y frecuencia de consumo de derivados cárnicos por parte de estudiantes universitarios de Medellín, Colombia. *Revista Espanola de Nutricion Humana y Dietetica*, 19(4), 204–211. <https://doi.org/10.14306/renhyd.19.4.174>

Rodríguez, J. A. S., Jiménez, S. S., Navarro, R. M., y Villarejo, M. L. J. (2011). *Patógenos emergentes en la línea de sacrificio de porcino: fundamentos de seguridad alimentaria*. (Editorial). Editorial Díaz de Santos, S.A.

Rodríguez, E., Arias, A. J., Vásquez, E., Martínez, J., y Stashenko, E. E. (2012). Rendimiento y capacidad antioxidante de extractos de *Rosmarinus officinalis*, *Salvia officinalis* y *Psidium guajava* obtenidos con CO₂ supercrítico. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 36, 305–316.

- Rojano, B., Gaviria, C., Gil, M., Saenz, J., Schinella, G., y Tournier, H. (2008). ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL ISOESPINTANOL EN DIFERENTES MEDIOS. *Revista de la Facultad de Química Farmacéutica*, 15(1), 173–181.
- Romeu, C. R., Ferret, B., y Díaz Finalé, Y. (2007). CARACTERIZACIÓN FITOQUÍMICA DEL ACEITE ESENCIAL DE ROMERO (*ROSMARINUS OFFICINALIS L.*) Y EVALUACIÓN IN VITRO DE SU ACTIVIDAD ACARICIDA (Vol. 11, Número 2).
- Russo, M., Galletti, G. C., Bocchini, P., y Carnacini, A. (1998). Essential Oil Chemical Composition of Wild Populations of Italian Oregano Spice (*Origanum v ulgare ssp. h irtum* (Link) letsvaart): A Preliminary Evaluation of Their Use in Chemotaxonomy by Cluster Analysis. 1. Inflores. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(9), 3741–3746. <https://doi.org/10.1021/jf980087w>
- Sarikurkcu, C., Zengin, G., Oskay, M., Uysal, S., Ceylan, R., y Aktumsek, A. (2015). Composition, antioxidant, antimicrobial and enzyme inhibition activities of two *Origanum vulgare* subspecies (subsp. *vulgare* and subsp. *hirtum*) essential oils. *Industrial Crops and Products*, 70, 178–184. <https://doi.org/10.1016/J.INDCROP.2015.03.030>
- Sarrazin, S. L. F., Oliveira, R. B., Barata, L. E. S., y Mourão, R. H. V. (2012). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Lippia grandis* Schauer (Verbenaceae) from the western Amazon. *Food Chemistry*, 134(3), 1474–1478. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.03.058>
- Sayari, N., Sila, A., Balti, R., Abid, E., ... K. H.-B. and, y 2015, U. (2015). Antioxidant and antibacterial properties of *Citrus paradisi* barks extracts during turkey sausage formulation and storage. *Elsevier*, 4(4), 616–623.
- Shahidi, F., y Hong, C. (1991). EVALUATION OF MALONALDEHYDE AS A MARKER OF OXIDATIVE RANCIDITY IN MEAT PRODUCTS. *Journal of Food Biochemistry*, 15(2), 97–105. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4514.1991.tb00147.x>
- Shantha, N. C., y Decker, E. A. (1994). Rapid, sensitive, iron-based spectrophotometric methods for determination of peroxide values of food lipids. En *Journal of AOAC International (USA): Vol. v. 77*.
- SIU, G. M., y DRAPER, H. H. (1978). A SURVEY OF THE MALONALDEHYDE CONTENT OF RETAIL MEATS AND FISH. *Journal of Food Science*, 43(4), 1147–1149. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1978.tb15256.x>

Skoula, M., y Harborne, J. (2002). The taxonomy and chemistry of *Origanum*. *Taylor y Francis, Nueva York*, 67–108.

Soria, L. A., y Corva, P. M. (2004). Factores genéticos y ambientales que determinan la ternera de la carne bovina Genetic and environmental factors influencing beef tenderness. En *Archivos Latinoamericanos De Producción Anim* (Vol. 12, Número 12).

Szumny, A., Figiel, A., Gutiérrez-Ortíz, A., y Carbonell-Barrachina, Á. A. (2010). Composition of rosemary essential oil (*Rosmarinus officinalis*) as affected by drying method. *Journal of Food Engineering*, 97(2), 253–260. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.10.019>

Torrenegra, M. E., Granados, C., Osorio, M. R., y León, G. (2015). Comparación de la hidro-destilación asistida por radiación de microondas (MWHD) con hidro-destilación convencional (HD) en la extracción de aceite esencial de *Minthostachys mollis*. En *Informacion Tecnologica* (Vol. 26, Número 1, pp. 117–122). Centro de Informacion Tecnologica. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642015000100013>

Torres Vitela, M. R., Navarro Hidalgo, V., Villaruel Lopez, A., y Olea Rodriguez, M. de los angeles. (2011). Prevalencia de *Salmonella* y *Staphylococcus aureus* en chorizo y longaniza. *Nacameh*, 5(2007–0373), S96–S107.

Valenzuela, A., Nieto, S., Aceites, J. S.-G. y, y 2003, U. (2003). Antioxidantes naturales en alimentos funcionales: De la seguridad alimentaria a los beneficios en la salud. *dialnet.unirioja.es*, 54(3), 295–303.

Vásquez, M., Alvarado, P., Rodríguez, I., Wilton, S., Reyes, W., y Vargas, A. (2014). Efecto del aceite esencial de *O riganum vulgare* en la supervivencia de *Staphylococcus aureus* , *Salmonella thypi* , *Salmonella parathypi* y *Salmonella enteritidis* en carne de cerdo pasteurizada y refrigerada Effect of *Origanum vulgare* essential oil on surviv. *REBIOL*, 34(1), 57–68.

Vázquez, A. M., Martínez, I. G., y Totosa, A. (2009). Evaluación de la Actividad Antioxidante y Antimicrobiana de Extractos Etanólicos de Romero y Chile Ancho y su Aplicación en un Batido Cárnico. *Nacameh*, 3(1), 21–32.

Venegas, O., y Pérez, D. (2009). Determinación de rancidez en carne. *Ciencia y Tecnología de Alimentos Vol.*, 19(1), 60–70.

Wang, L., y Weller, C. L. (2006). Recent advances in extraction of nutraceuticals from

plants. En *Trends in Food Science and Technology* (Vol. 17, Número 6, pp. 300–312). <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2005.12.004>

Zapata, S., Piedrahita, A. M., y Rojano, B. (2014). Capacidad atrapadora de radicales oxígeno (ORAC) y fenoles totales de frutas y hortalizas de Colombia. *Perspectivas en nutrición humana*, 16(1), 25–36.

Zhang, H., Wu, J., y Guo, X. (2016). Effects of antimicrobial and antioxidant activities of spice extracts on raw chicken meat quality. *Food Science and Human Wellness*, 5(1), 39–48. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2015.11.003>

ANEXOS

Anexo A

	INFORME DE RESULTADOS	CÓDIGO: F-RA-23	
		VERSIÓN: 03	
		FECHA DE CREACIÓN: 2019-01-14	
		Página 1 de 4	

Referencia de informe	PQI-Jose Orozco-Unicesar-2019-02-18
Referencia de la cotización	PQI-04-Jose Orozco-Unicesar-2019-01-24

Identificación del ítem de ensayo	
Producto	Aceite de romero y orégano
Fecha de recepción	2019-02-14
Rótulos internos	PQI-765-190214;PQI-766-190214
Observaciones	Ninguna
Información del solicitante	
Entidad	Universidad Popular del Cesar
Persona de contacto	José Alejandro Orozco Ochoa
Teléfono	3116545881 / 035-5657700
Correo electrónico	joseorozco@unicesar.edu.co
NIT	892300285-6
Ciudad (Departamento) – País	Aguachica- Cesar
Información del ítem de ensayo (suministrado por el cliente)	
ítem 1	Aceite Romero
ítem 2	Aceite esencial orégano

RESULTADOS

Las muestras de aceite de romero y aceite de orégano fueron analizadas en un cromatógrafo GC-MS marca Agilent Technologies, empleando una columna DB-5HT y un programa de temperatura que inicia a 40°C hasta una temperatura final de 290°C. Para el análisis se tomó como referencia el catálogo esencial de espectroscopia y cromatografía GC y GC/MS 2013 (página 482, identificación de 127 compuestos en una fragancia) de la misma Compañía Agilent Technologies.

A continuación, en las tablas 1 y 2 se presentan los diferentes componentes hallados para cada una de las muestras; en las figuras 1 y 2, se presentan los correspondientes cromatogramas de cada muestra (NI: No identificado / NA: No aplica). De acuerdo al servicio cotizado, se deberá tener presente que los resultados presentados en este informe son cualitativos y corresponden a porcentajes relativos a las sustancias identificadas y no corresponden a un análisis cuantitativo de la muestra total:

Tabla 1 Compuestos identificados de la muestra de aceite de Romero

COMPUESTO	PROBABILIDAD	TIEMPO	%RELATIVO
Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 2-methyl-5-(1-methylethyl)-	90	5,239	0,12
1R-.alpha.-Pinene	96	5,376	13,19
Camphene	97	5,671	2,15
Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)-	95	6,337	6,00
3-Octanone	95	6,676	0,10
NI	NA	6,788	0,82
.alpha.-Phellandrene	94	7,047	0,43
3-Carene	94	7,193	0,10
1,3-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	95	7,371	0,22
Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	97	7,584	1,51
Eucalyptol	99	7,778	48,09
1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	97	8,495	0,47
Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-	97	9,28	0,15
NI	NA	9,659	1,13
Camphor	98	10,736	13,02
NI	NA	11,082	0,08
Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-trimethyl-, (1S-endo)-	94	11,342	2,13
1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	86	11,673	0,98
3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha.,.alpha.4-trimethyl-	89	12,066	2,93
Cyclohexene, 3-methyl-6-(1-methylethylidene)-	96	12,254	0,14
Bicyclo[3.1.1]hept-3-en-2-one, 4,6,6-trimethyl-, (1S)-	97	12,504	0,09
3-Carene	93	13,887	0,08
Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-trimethyl-, acetate, (1S-endo)-	97	14,625	0,27
Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)-	94	15,117	0,10
Caryophyllene	99	17,991	5,14
.alpha.-Caryophyllene	95	18,809	0,54

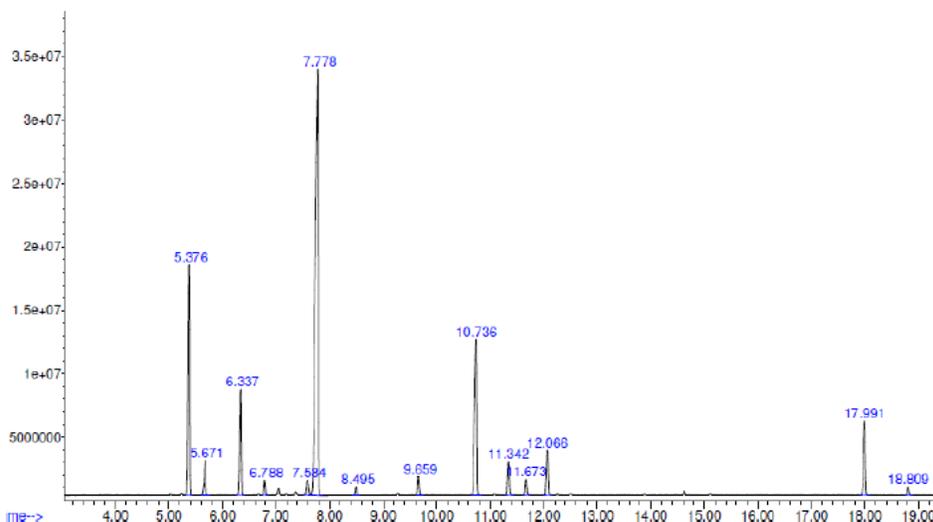
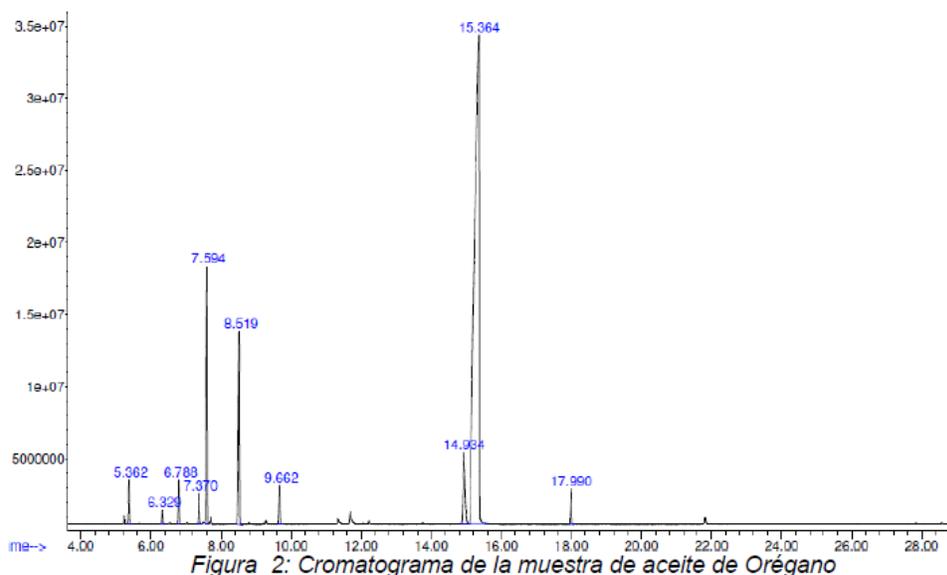


Figura 1: Cromatograma de la muestra de aceite de Romero

Tabla 2 Compuestos identificados de la muestra de aceite de Orégano

COMPUESTO	PROBABILIDAD	TIEMPO	%RELATIVO
Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-, didehydro deriv.	94	5,238	0,23
1S-.alpha.-Pinene	96	5,362	1,13
Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)-	95	6,329	0,41
Bicyclo[2.2.1]heptane, 2,2-dimethyl-3-methylene-, (1S)-	87	6,525	0,04
.beta.-Myrcene	86	6,788	1,18
.beta.-Phellandrene	87	7,026	0,08
(+)-4-Carene	97	7,37	0,91
Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-, (R)-	96	7,494	0,11
Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	97	7,594	9,29
NI	NA	7,685	0,08
Eucalyptol	94	7,718	0,23
1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	95	8,519	6,60
Cyclohexene, 4-methyl-1-(1-methylethenyl)-	93	8,79	0,07
Bicyclo[2.2.1]heptan-2-one, 1,3,3-trimethyl-	91	9,22	0,03
Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-trimethyl-	97	9,279	0,14
4-Carene	93	9,662	1,21
Borneol	91	11,344	0,36
NI	NA	11,678	0,82
NI	NA	12,061	0,06
3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha.,.alpha.4-trimethyl-	91	12,218	0,19
2-Cyclohexen-1-one, 2-methyl-5-(1-methylethenyl)-, (R)-	94	13,764	0,05

Thymol	93	14,934	4,86
Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)-	87	15,364	70,40
Caryophyllene	99	17,99	1,20
Caryophyllene oxide	83	21,824	0,27
Bicyclo[4.1.0]hept-3-ene, 3,7,7-trimethyl-, (1S)-	92	28,57	0,05



Notas:

- Se prohíbe la copia, reproducción o distribución de este reporte sin la autorización por escrito del Laboratorio.
- Los resultados presentados en este reporte solo aplican para el ítem analizado.
- Cualquier duda relacionada con mucho gusto será atendida.

Luis Alberto Ríos.

Director Grupo Procesos Químicos Industriales
 Universidad de Antioquia.

Vo.Bo. Fernando Cardeño

Coordinación técnica
 Laboratorio PQI

Final del informe de ensayo

Anexo B



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MEDELLÍN
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOCENCIAS

ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS INFORME No #-17	
INFORMACIÓN DEL CLIENTE	
Razón Social	Universidad Popular del Cesar
Nombre del Solicitante / Cargo	José Alejandro Orozco
Número Telefónico / Fax	584-57-20
NIT ó Cédula de Ciudadanía	892300285-6
Dirección:	Balneario Hurtado Salida
E. MAIL	
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA	
Procedencia de la muestra	
Descripción de la muestra	Evaluación del efecto conservante y Antioxidante del Aceite esencial de <i>Origanum vulgare</i> y <i>Rosmarinus officinalis</i> en chorizo santanderiano
Lote	
Fecha y hora de muestreo	
Fecha y hora de recepción	
Fecha y hora de análisis	13-06-17 Hora: 2:00 -6:00 pm
Fecha de entrega	27-09-17
Peso de la muestra g.	100 mL
Peso de muestra suficiente	si
Condiciones en que llego la muestra	Frascos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MEDELLÍN
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOCIENCIAS

Aceite esencial de Oregano

CODIGO	Tamaño del Halo (mm)	Duplicado (R2)	Duplicado (R3)	Media
102 (AEO1)	37,60	38,30	43,50	39,80
103 (AEO2)	33,50	32,90	33,40	33,27
104 (AEO3)	30,30	26,10	34,70	30,37
105 (AEO4)	25,80	29,30	24,90	26,67
106 (AEO5)	21,30	25,10	19,50	21,97
107 (AEO6)	17,60	21,50	19,40	19,50
108 (AEO7)	11,00	10,30	11,50	10,93
109 (AEO8)	8,60	7,50	8,80	8,30
110 (AEO9)	9,10	7,50	9,30	8,63
111 (AEO10)	0,00	0,00	0,00	0,00
112 (AEO11)	0,00	0,00	0,00	0,00
113 (AEO12)	0,00	0,00	0,00	0,00
114 (AEO13)	0,00	0,00	0,00	0,00
Control -	0,00	0,00	0,00	0,00
Control +	45,80	46,00	39,00	43,60

Observaciones: 111 (AEO 10), 112 (AEO 11), 113 (AEO 12) Y 114 (AEO 13). No presenta halos de inhibición significativo, por lo tanto, la *Salmonella thypimurium* fue resistente a las diferentes concentraciones de aceite esencial Orégano.

Las concentraciones menores al numeral 8 (1-9) tuvieron halos de sensibilidad significativos. Por lo cual en este caso hay efectividad microbiana contra la *Salmonella thypimurium*

OLGA INES MONTOYA CAMPUZANO

Directora del Laboratorio de Aguas y Alimentos

Calle 59A N° 63-20, Autopista Norte - Bloque 11, Oficina 220
Teléfono: (57-4) 430 93 41 Conmutador: (57-4) 430 90 00 Ext. 49341 Fax: (57-4) 430 93 41
Correo electrónico: biocien_med@unal.edu.co
Medellin, Colombia, Sur América

Anexo C



ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS INFORME No #-17	
INFORMACIÓN DEL CLIENTE	
Razón Social	Universidad Popular del Cesar
Nombre del Solicitante / Cargo	José Alejandro Orozco
Número Telefónico / Fax	584-57-20
NIT ó Cédula de Ciudadanía	892300285-6
Dirección:	Balneario Hurtado Salida
E. MAIL	
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA	
Procedencia de la muestra	
Descripción de la muestra	Evaluación del efecto conservante y Antioxidante del Aceite esencial de Origanum vulgare y Rosmarinus officialis en chorizo santanderiano
Lote	
Fecha y hora de muestreo	
Fecha y hora de recepción	
Fecha y hora de análisis	13-06-17 Hora: 2:00 -6:00 pm
Fecha de entrega	27-09-17
Peso de la muestra g.	100 mL
Peso de muestra suficiente	si
Condiciones en que llego la muestra	Frascos

Calle 59A N° 63-20, Autopista Norte - Bloque 11, Oficina 220
Teléfono: (57-4) 430 93 41 Conmutador: (57-4) 430 90 00 Ext. 49341 Fax: (57-4) 430 93 41
Correo electrónico: biocien_med@unal.edu.co
Medellin, Colombia, Sur América



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

SEDE MEDELLÍN

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOCIENCIAS

Aceite esencial de Romero

CODIGO	Tamaño del Halo (mm)	Duplicado (R2)	Duplicado (R3)	Media
115 (AER1)	29,4	28,2	27,2	28,27
116 (AER2)	26,9	25,9	26,3	26,37
117 (AER3)	24,7	25,6	26,5	25,60
118 (AER4)	24,4	25,6	23,4	24,47
119 (AER5)	25,6	26,7	22,1	24,80
120 (AER6)	22,7	21,2	21,8	21,90
121 (AER7)	22,1	23,4	23,4	22,97
122 (AER8)	19,6	23,4	20,4	21,13
123 (AER9)	21,3	20,2	19,9	20,47
124 (AER10)	20,1	19,7	21,2	20,33
125 (AER11)	18,4	19,3	19,7	19,13
126 (AER12)	17,6	18,5	17,3	17,80
127 (AER13)	15,8	17,5	16,4	16,57
Control -	0,00	0,00	0,00	0,00
Control +	45,80	46,00	39,00	43,60

Todas las concentraciones de aceite esencial de romero tuvieron efecto antimicrobiano contra *Salmonella thypimurium* con buenos halos de sensibilidad.

OLGA INES MONTOYA CAMPUZANO

Directora del Laboratorio de Aguas y Alimentos

Calle 59A N° 63-20, Autopista Norte - Bloque 11, Oficina 220
Teléfono: (57-4) 430 93 41 Conmutador: (57-4) 430 90 00 Ext. 49341 Fax: (57-4) 430 93 41
Correo electrónico: biocien_med@unal.edu.co
Medellin, Colombia, Sur América

Anexo D

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	LABORATORIO CIENCIA DE LOS ALIMENTOS	Código: LABCA-012
	INFORME DE RESULTADOS	Versión: 01 Página: 1 de 19

Medellín, 19 de diciembre de 2017

MUESTRAS DE CHORIZOS SUPLEMENTADO CON ACEITE ESENCIAL DE ROMERO Y ORÉGANO

1. Preparación de la Muestra: 8 muestras de chorizo empacadas al vacío y debidamente rotuladas fueron entregadas por el usuario en las instalaciones del laboratorio. Para cada porción de muestra fue extraído el aceite y analizado por las técnicas de Valor de Peróxido y Especies Reactivas al Ácido Tiobarbitúrico o TBARS. Los chorizos estuvieron almacenados a 4 °C durante 42 días, las muestras se analizaron cada 7 días. Para los aceites esenciales puros también fue medida la capacidad antioxidante por ORAC hidrofílico, ORAC lipofílico y DPPH.

2. CODIFICACIÓN MUESTRAS

PPM AE	PPM NITRITO	TRATAMIENTOS	CODIFICACION ENVIADA	
TESTIGO SIN APLICACIÓN DE ACEITE ESENCIAL Y SIN NITRITO DE SODIO	[C4]	1	TESN	O1
TESTIGO SIN APLICACIÓN DE ACEITE ESENCIAL CON NITRITO DE SODIO	[N]	2	TECNS	O2
APLICACIÓN DE ACEITE DE ROMERO DE MENOR A MAYOR CONCENTRACION	[C1]	3	AEORC1	O3
	[C2]	4	AEORC2	O4
	[C3]	5	AEORC3	O5
APLICACIÓN DE ACEITE DE OREGANO DE MENOR A MAYOR CONCENTRACION	[C1]	6	AE00C1	O6
	[C2]	7	AE00C2	O7
	[C3]	8	AE00C3	O8

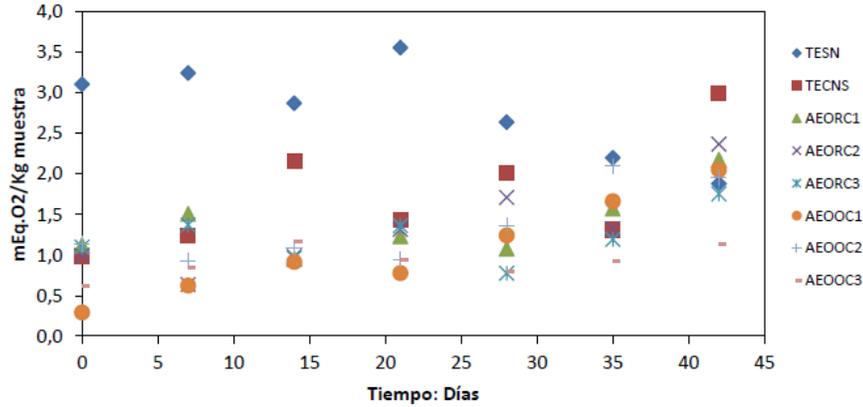
3. RESULTADOS

3.1 VALOR DE PEROXIDOS (RESUMEN)

Día	VALOR DE PERÓXIDO MUESTRAS DE CHORIZO (mEq.O2/Kg muestra)							
	TESN	TECNS	AEORC1	AEORC2	AEORC3	AEOOC1	AEOOC2	AEOOC3
0	3,108	0,982	1,121	0,996	1,096	0,290	1,140	0,616
7	3,246	1,244	1,508	0,636	1,371	0,624	0,932	0,849
14	2,873	2,162	0,946	0,982	0,961	0,917	1,091	1,168
21	3,560	1,438	1,230	1,317	1,362	0,778	0,943	0,941
28	2,640	2,019	1,077	1,709	0,773	1,241	1,365	0,798
35	2,198	1,312	1,572	1,325	1,192	1,663	2,094	0,930
42	1,881	2,995	2,174	2,370	1,753	2,052	1,957	1,140



VP MUESTRAS DE CHORIZO ALMACENADAS A 4°C



Resultados Valor de Peróxidos (Detallada)

TESN								
No.	Día	Nombre	VP ACEITE	% aceite chorizo	VP CHORIZO	MEDIA	Desv. Est.	% Error
1	0	TESN	95,631	3,11	2,973	3,108	0,173	5,6
			98,023	3,11	3,048			
			106,254	3,11	3,304			
2	7	TESN	106,214	3,11	3,302	3,246	0,057	1,8
			104,521	3,11	3,250			
			102,523	3,11	3,188			
3	14	TESN	85,419	3,11	2,656	2,873	0,195	6,8
			94,257	3,11	2,931			
			97,524	3,11	3,032			
4	21	TESN	104,254	3,11	3,241	3,560	0,298	8,4
			123,258	3,11	3,832			
			116,041	3,11	3,608			
5	28	TESN	78,523	3,11	2,441	2,640	0,211	8,0
			84,214	3,11	2,618			
			92,014	3,11	2,861			
6	35	TESN	67,125	3,11	2,087	2,198	0,126	5,8
			69,852	3,11	2,172			
			75,124	3,11	2,336			
7	42	TESN	56,214	3,11	1,748	1,881	0,117	6,2
			63,214	3,11	1,965			
			62,036	3,11	1,929			



TECNS								
No.	Día	Nombre	VP ACEITE	% aceite chorizo	VP CHORIZO	MEDIA	Desv. Est.	% Error
1	0	TECNS	14,609	6,86	1,002	0,982	0,021	2,1
			14,337	6,86	0,983			
			14,011	6,86	0,961			
2	7	TECNS	16,458	6,86	1,128	1,244	0,140	11,3
			20,421	6,86	1,400			
			17,569	6,86	1,205			
3	14	TECNS	29,521	6,86	2,024	2,162	0,124	5,8
			32,015	6,86	2,195			
			33,053	6,86	2,266			
4	21	TECNS	19,045	6,86	1,306	1,438	0,130	9,1
			21,036	6,86	1,442			
			22,841	6,86	1,566			
5	28	TECNS	27,078	6,86	1,857	2,019	0,151	7,5
			29,823	6,86	2,045			
			31,448	6,86	2,156			
6	35	TECNS	17,823	6,86	1,222	1,312	0,092	7,0
			19,067	6,86	1,307			
			20,501	6,86	1,406			
7	42	TECNS	45,147	6,86	3,096	2,995	0,231	7,7
			46,074	6,86	3,159			
			39,821	6,86	2,730			

AEORC1								
No.	Día	Nombre	VP ACEITE	% aceite chorizo	VP CHORIZO	MEDIA	Desv. Est.	% Error
1	0	AEORC1	12,036	10,16	1,223	1,121	0,160	14,3
			9,214	10,16	0,936			
			11,852	10,16	1,204			
2	7	AEORC1	14,631	10,16	1,486	1,508	0,116	7,7
			13,824	10,16	1,404			
			16,078	10,16	1,633			
3	14	AEORC1	8,523	10,16	0,866	0,946	0,078	8,2
			9,365	10,16	0,951			
			10,047	10,16	1,021			
4	21	AEORC1	12,069	10,16	1,226	1,230	0,108	8,8
			13,187	10,16	1,340			
			11,058	10,16	1,123			
5	28	AEORC1	9,254	10,16	0,940	1,077	0,142	13,1
			10,521	10,16	1,069			
			12,036	10,16	1,223			
6	35	AEORC1	14,961	10,16	1,520	1,572	0,086	5,5
			16,458	10,16	1,672			
			15,012	10,16	1,525			
7	42	AEORC1	21,634	10,16	2,198	2,174	0,188	8,7
			23,124	10,16	2,349			
			19,442	10,16	1,975			

AEORC2								
No.	Día	Nombre	VP ACEITE	% aceite chorizo	VP CHORIZO	MEDIA	Desv. Est.	% Error
1	0	AEORC2	13,214	8,05	1,064	0,996	0,081	8,1
			12,631	8,05	1,017			
			11,254	8,05	0,906			
2	7	AEORC2	8,236	8,05	0,663	0,636	0,048	7,5
			7,214	8,05	0,581			
			8,252	8,05	0,664			
3	14	AEORC2	12,458	8,05	1,003	0,982	0,085	8,7
			11,036	8,05	0,888			
			13,110	8,05	1,055			
4	21	AEORC2	16,412	8,05	1,321	1,317	0,056	4,3
			15,631	8,05	1,258			
			17,025	8,05	1,371			
5	28	AEORC2	22,014	8,05	1,772	1,709	0,056	3,3
			21,036	8,05	1,693			
			20,654	8,05	1,663			
6	35	AEORC2	17,025	8,05	1,371	1,325	0,078	5,9
			15,336	8,05	1,235			
			17,012	8,05	1,369			
7	42	AEORC2	26,301	8,05	2,117	2,370	0,253	10,7
			29,441	8,05	2,370			
			32,587	8,05	2,623			

AEORC3								
No.	Día	Nombre	VP ACEITE	% aceite chorizo	VP CHORIZO	MEDIA	Desv. Est.	% Error
1	0	AEORC3	10,254	10,69	1,096	1,096	0,086	7,8
			9,456	10,69	1,011			
			11,058	10,69	1,182			
2	7	AEORC3	14,136	10,69	1,511	1,371	0,133	9,7
			12,684	10,69	1,356			
			11,654	10,69	1,246			
3	14	AEORC3	9,521	10,69	1,018	0,961	0,072	7,5
			8,236	10,69	0,880			
			9,214	10,69	0,985			
4	21	AEORC3	12,347	10,69	1,320	1,362	0,205	15,0
			11,052	10,69	1,181			
			14,821	10,69	1,584			
5	28	AEORC3	7,254	10,69	0,775	0,773	0,082	10,7
			6,454	10,69	0,690			
			7,996	10,69	0,855			
6	35	AEORC3	12,145	10,69	1,298	1,192	0,143	12,0
			9,631	10,69	1,029			
			11,674	10,69	1,248			
7	42	AEORC3	16,234	10,69	1,735	1,753	0,144	8,2
			15,136	10,69	1,618			
			17,821	10,69	1,905			

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	LABORATORIO CIENCIA DE LOS ALIMENTOS	Código: LABCA-012
	INFORME DE RESULTADOS	Versión: 01
		Página: 7 de 19

AEOOC1								
No.	Día	Nombre	VP ACEITE	% aceite chorizo	VP CHORIZO	MEDIA	Desv. Est.	% Error
1	0	AEOOC1	3,012	8,08	0,243	0,290	0,066	22,7
			4,521	8,08	0,365			
			3,236	8,08	0,261			
2	7	AEOOC1	7,214	8,08	0,583	0,624	0,036	5,8
			7,963	8,08	0,643			
			8,021	8,08	0,648			
3	14	AEOOC1	12,458	8,08	1,006	0,917	0,079	8,6
			11,036	8,08	0,891			
			10,587	8,08	0,855			
4	21	AEOOC1	9,631	8,08	0,778	0,778	0,007	0,9
			9,547	8,08	0,771			
			9,712	8,08	0,784			
5	28	AEOOC1	14,658	8,08	1,184	1,241	0,055	4,5
			15,412	8,08	1,245			
			16,025	8,08	1,294			
6	35	AEOOC1	19,524	8,08	1,577	1,663	0,083	5,0
			21,558	8,08	1,741			
			20,714	8,08	1,673			
7	42	AEOOC1	24,521	8,08	1,980	2,052	0,086	4,2
			26,587	8,08	2,147			
			25,124	8,08	2,029			

AEOOC2								
No.	Día	Nombre	VP ACEITE	% aceite chorizo	VP CHORIZO	MEDIA	Desv. Est.	% Error
1	0	AEOOC2	12,045	10,16	1,224	1,140	0,092	8,1
			11,365	10,16	1,155			
			10,254	10,16	1,042			
2	7	AEOOC2	9,587	10,16	0,974	0,932	0,058	6,2
			9,412	10,16	0,956			
			8,523	10,16	0,866			
3	14	AEOOC2	10,587	10,16	1,076	1,091	0,084	7,7
			11,631	10,16	1,182			
			9,997	10,16	1,016			
4	21	AEOOC2	8,523	10,16	0,866	0,943	0,066	7,0
			9,647	10,16	0,980			
			9,663	10,16	0,982			
5	28	AEOOC2	13,125	10,16	1,334	1,365	0,110	8,0
			14,639	10,16	1,488			
			12,547	10,16	1,275			
6	35	AEOOC2	21,365	10,16	2,171	2,094	0,083	4,0
			19,741	10,16	2,006			
			20,698	10,16	2,103			
7	42	AEOOC2	17,523	10,16	1,781	1,957	0,156	8,0
			19,812	10,16	2,013			
			20,447	10,16	2,078			

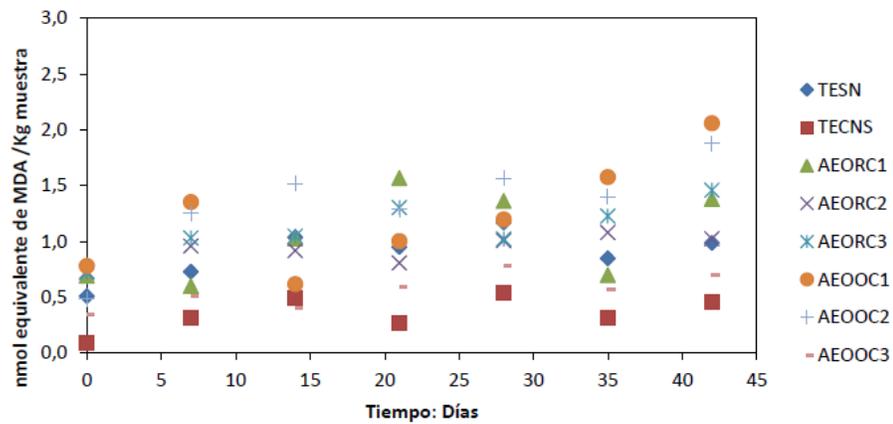
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	LABORATORIO CIENCIA DE LOS ALIMENTOS	Código: LABCA-012
	INFORME DE RESULTADOS	Versión: 01
		Página: 9 de 19

AEOOC3								
No.	Día	Nombre	VP ACEITE	% aceite chorizo	VP CHORIZO	MEDIA	Desv. Est.	% Error
1	0	AEOOC3	8,125	7,46	0,606	0,616	0,059	9,5
			9,110	7,46	0,679			
			7,552	7,46	0,563			
2	7	AEOOC3	12,458	7,46	0,929	0,849	0,072	8,5
			10,568	7,46	0,788			
			11,145	7,46	0,831			
3	14	AEOOC3	14,639	7,46	1,092	1,168	0,104	8,9
			15,103	7,46	1,126			
			17,255	7,46	1,287			
4	21	AEOOC3	13,635	7,46	1,017	0,941	0,079	8,4
			11,524	7,46	0,859			
			12,714	7,46	0,948			
5	28	AEOOC3	9,996	7,46	0,745	0,798	0,060	7,5
			11,569	7,46	0,863			
			10,547	7,46	0,786			
6	35	AEOOC3	13,365	7,46	0,997	0,930	0,069	7,4
			11,521	7,46	0,859			
			12,523	7,46	0,934			
7	42	AEOOC3	16,521	7,46	1,232	1,140	0,087	7,6
			15,145	7,46	1,129			
			14,206	7,46	1,059			

3.2 Especies Reactivas al Ácido Tiobarbitúrico TBARS (RESUMIDA)

TBARS - (nmol equivalente de MDA /Kg muestra)								
Día	TESN	TECNS	AEORC1	AEORC2	AEORC3	AEOOC1	AEOOC2	AEOOC3
0	0,507	0,086	0,691	0,730	0,719	0,778	0,483	0,343
7	0,727	0,318	0,598	0,957	1,030	1,353	1,253	0,504
14	1,036	0,496	1,025	0,917	1,045	0,615	1,520	0,400
21	0,948	0,270	1,566	0,807	1,302	1,002	1,287	0,596
28	1,166	0,538	1,360	1,008	1,020	1,197	1,564	0,779
35	0,846	0,313	0,698	1,079	1,225	1,576	1,397	0,563
42	0,983	0,461	1,380	1,022	1,459	2,059	1,876	0,699

TBARS MUESTRAS DE CHORIZO ALMACENADAS A 4°C



Especies Reactivas al Ácido Tiobarbitúrico TBARS (DETALLADA)

TESN								
No.	Día	Nombre	TBARS ACEITE	% aceite chorizo	TBARS CHORIZO	MEDIA	Desv. Est.	% Error
1	0	TESN	15,364	3,11	0,478	0,507	0,026	5,2
			17,025	3,11	0,529			
			16,523	3,11	0,514			
2	7	TESN	23,0145	3,11	0,716	0,727	0,069	9,5
			21,365	3,11	0,664			
			25,741	3,11	0,800			
3	14	TESN	31,251	3,11	0,972	1,036	0,069	6,7
			33,056	3,11	1,028			
			35,674	3,11	1,109			
4	21	TESN	29,521	3,11	0,918	0,948	0,026	2,8
			31,047	3,11	0,965			
			30,896	3,11	0,961			
5	28	TESN	35,669	3,11	1,109	1,166	0,059	5,1
			37,412	3,11	1,163			
			39,458	3,11	1,227			
6	35	TESN	25,412	3,11	0,790	0,846	0,066	7,8
			29,527	3,11	0,918			
			26,663	3,11	0,829			
7	42	TESN	29,521	3,11	0,918	0,983	0,077	7,8
			31,004	3,11	0,964			
			34,365	3,11	1,068			

TECNS								
No.	Día	Nombre	TBARS ACEITE	% aceite chorizo	TBARS CHORIZO	MEDIA	Desv. Est.	% Error
1	0	TECNS	1,036	6,86	0,071	0,086	0,017	19,4
			1,521	6,86	0,104			
			1,224	6,86	0,084			
2	7	TECNS	4,251	6,86	0,291	0,318	0,026	8,1
			5,006	6,86	0,343			
			4,667	6,86	0,320			
3	14	TECNS	7,125	6,86	0,489	0,496	0,065	13,2
			6,335	6,86	0,434			
			8,236	6,86	0,565			
4	21	TECNS	3,904	6,86	0,268	0,270	0,020	7,5
			4,254	6,86	0,292			
			3,669	6,86	0,252			
5	28	TECNS	7,225	6,86	0,495	0,538	0,041	7,6
			8,412	6,86	0,577			
			7,881	6,86	0,540			
6	35	TECNS	4,523	6,86	0,310	0,313	0,008	2,4
			4,694	6,86	0,322			
			4,487	6,86	0,308			
7	42	TECNS	6,341	6,86	0,435	0,461	0,023	5,1
			6,812	6,86	0,467			
			7,004	6,86	0,480			

AEORC1								
No.	Día	Nombre	TBARS ACEITE	% aceite chorizo	TBARS CHORIZO	MEDIA	Desv. Est.	% Error
1	0	AEORC1	6,325	10,16	0,643	0,691	0,056	8,2
			7,411	10,16	0,753			
			6,667	10,16	0,677			
2	7	AEORC1	5,728	10,16	0,582	0,598	0,058	9,7
			6,521	10,16	0,663			
			5,418	10,16	0,550			
3	14	AEORC1	9,524	10,16	0,968	1,025	0,054	5,3
			10,587	10,16	1,076			
			10,154	10,16	1,032			
4	21	AEORC1	14,058	10,16	1,428	1,566	0,124	7,9
			16,421	10,16	1,668			
			15,771	10,16	1,602			
5	28	AEORC1	13,964	10,16	1,419	1,360	0,115	8,4
			12,084	10,16	1,228			
			14,112	10,16	1,434			
6	35	AEORC1	7,526	10,16	0,765	0,698	0,058	8,3
			6,521	10,16	0,663			
			6,554	10,16	0,666			
7	42	AEORC1	12,647	10,16	1,285	1,380	0,104	7,5
			14,669	10,16	1,490			
			13,421	10,16	1,364			

AEORC2								
No.	Día	Nombre	TBARS ACEITE	% aceite chorizo	TBARS CHORIZO	MEDIA	Desv. Est.	% Error
1	0	AEORC2	8,921	8,05	0,718	0,730	0,013	1,8
			9,032	8,05	0,727			
			9,244	8,05	0,744			
2	7	AEORC2	12,453	8,05	1,002	0,957	0,040	4,2
			11,521	8,05	0,927			
			11,674	8,05	0,940			
3	14	AEORC2	10,234	8,05	0,824	0,917	0,089	9,7
			12,437	8,05	1,001			
			11,498	8,05	0,926			
4	21	AEORC2	9,321	8,05	0,750	0,807	0,068	8,4
			9,781	8,05	0,787			
			10,956	8,05	0,882			
5	28	AEORC2	11,321	8,05	0,911	1,008	0,089	8,8
			13,502	8,05	1,087			
			12,726	8,05	1,024			
6	35	AEORC2	13,354	8,05	1,075	1,079	0,048	4,4
			12,841	8,05	1,034			
			14,023	8,05	1,129			
7	42	AEORC2	11,423	8,05	0,920	1,022	0,098	9,5
			13,834	8,05	1,114			
			12,836	8,05	1,033			

AEORC3								
No.	Día	Nombre	TBARS ACEITE	% aceite chorizo	TBARS CHORIZO	MEDIA	Desv. Est.	% Error
1	0	AEORC3	6,243	10,69	0,667	0,719	0,053	7,3
			6,702	10,69	0,716			
			7,225	10,69	0,772			
2	7	AEORC3	9,021	10,69	0,964	1,030	0,070	6,8
			9,569	10,69	1,023			
			10,321	10,69	1,103			
3	14	AEORC3	9,321	10,69	0,996	1,045	0,063	6,0
			9,562	10,69	1,022			
			10,442	10,69	1,116			
4	21	AEORC3	11,429	10,69	1,222	1,302	0,076	5,8
			12,837	10,69	1,372			
			12,283	10,69	1,313			
5	28	AEORC3	9,338	10,69	0,998	1,020	0,070	6,8
			9,012	10,69	0,963			
			10,267	10,69	1,097			
6	35	AEORC3	11,231	10,69	1,200	1,225	0,078	6,4
			12,283	10,69	1,313			
			10,871	10,69	1,162			
7	42	AEORC3	13,456	10,69	1,438	1,459	0,089	6,1
			14,562	10,69	1,557			
			12,923	10,69	1,381			

AEOOC1								
No.	Día	Nombre	TBARS ACEITE	% aceite chorizo	TBARS CHORIZO	MEDIA	Desv. Est.	% Error
1	0	AEOOC1	9,821	8,08	0,793	0,778	0,030	3,9
			9,211	8,08	0,744			
			9,883	8,08	0,798			
2	7	AEOOC1	15,732	8,08	1,270	1,353	0,077	5,7
			17,633	8,08	1,424			
			16,883	8,08	1,363			
3	14	AEOOC1	7,422	8,08	0,599	0,615	0,034	5,5
			8,102	8,08	0,654			
			7,331	8,08	0,592			
4	21	AEOOC1	11,023	8,08	0,890	1,002	0,099	9,8
			13,321	8,08	1,076			
			12,883	8,08	1,040			
5	28	AEOOC1	14,254	8,08	1,151	1,197	0,094	7,9
			14,043	8,08	1,134			
			16,167	8,08	1,306			
6	35	AEOOC1	18,234	8,08	1,473	1,576	0,113	7,1
			19,312	8,08	1,560			
			21,002	8,08	1,696			
7	42	AEOOC1	25,621	8,08	2,069	2,059	0,195	9,5
			27,843	8,08	2,249			
			23,012	8,08	1,858			

AEOOC2								
No.	Día	Nombre	TBARS ACEITE	% aceite chorizo	TBARS CHORIZO	MEDIA	Desv. Est.	% Error
1	0	AEOOC2	4,201	10,16	0,427	0,483	0,050	10,3
			5,142	10,16	0,523			
			4,903	10,16	0,498			
2	7	AEOOC2	12,336	10,16	1,254	1,253	0,041	3,2
			11,921	10,16	1,211			
			12,720	10,16	1,293			
3	14	AEOOC2	14,723	10,16	1,496	1,520	0,063	4,2
			15,663	10,16	1,592			
			14,481	10,16	1,472			
4	21	AEOOC2	11,623	10,16	1,181	1,287	0,097	7,6
			13,512	10,16	1,373			
			12,853	10,16	1,306			
5	28	AEOOC2	15,321	10,16	1,557	1,564	0,061	3,9
			14,834	10,16	1,507			
			16,021	10,16	1,628			
6	35	AEOOC2	13,021	10,16	1,323	1,397	0,077	5,5
			14,530	10,16	1,477			
			13,678	10,16	1,390			
7	42	AEOOC2	18,734	10,16	1,904	1,876	0,105	5,6
			19,332	10,16	1,965			
			17,320	10,16	1,760			

AEOOC3								
No.	Día	Nombre	TBARS ACEITE	% aceite chorizo	TBARS CHORIZO	MEDIA	Desv. Est.	% Error
1	0	AEOOC3	4,541	7,46	0,339	0,343	0,029	8,3
			5,012	7,46	0,374			
			4,254	7,46	0,317			
2	7	AEOOC3	6,021	7,46	0,449	0,504	0,076	15,1
			6,340	7,46	0,473			
			7,923	7,46	0,591			
3	14	AEOOC3	5,943	7,46	0,443	0,400	0,038	9,6
			4,983	7,46	0,372			
			5,152	7,46	0,384			
4	21	AEOOC3	7,834	7,46	0,584	0,596	0,016	2,6
			8,224	7,46	0,613			
			7,902	7,46	0,589			
5	28	AEOOC3	9,821	7,46	0,732	0,779	0,051	6,5
			10,341	7,46	0,771			
			11,165	7,46	0,833			
6	35	AEOOC3	7,521	7,46	0,561	0,563	0,050	8,9
			6,901	7,46	0,515			
			8,241	7,46	0,614			
7	42	AEOOC3	8,943	7,46	0,667	0,699	0,051	7,2
			9,021	7,46	0,673			
			10,154	7,46	0,757			

3.3 Capacidad Antioxidante Aceites Esenciales Puros

ORAC-HIDROFÍLICO				
NOMBRE	TEAC ($\mu\text{mol Trolox/L}$ muestra)	PROMEDIO	Desviación estándar	% Error
ACEITE ESENCIAL DE ROMERO	189023	180237	12425	6,9
	171451			
ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO	121045	113883	10129	8,9
	106720			

ORAC-LIPOFÍLICO				
NOMBRE	TEAC ($\mu\text{mol Trolox/L}$ muestra)	PROMEDIO	Desviación estándar	% Error
ACEITE ESENCIAL DE ROMERO	145934	137484	11950	8,69
	129034			
ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO	98023	94873	4455	4,70
	91723			

DPPH				
NOMBRE	TEAC ($\mu\text{mol Trolox/L}$ muestra)	PROMEDIO	Desviación estándar	% Error
ACEITE ESENCIAL DE ROMERO	43812	42741	2718	6,36
	39834			
	41326			
	45992			
ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO	22934	24941	1970	7,90
	27265			
	25823			
	23741			

Cordialmente,



Benjamin Alberto Rojano

Profesor Titular

M.Sc., Dr. en Ciencias Químicas

Director laboratorio Ciencia de los alimentos

Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín

Anexo E

API 20 E V4.1 [Instrucciones](#) [Chequear colores](#) [Reinicializar](#)

API 10S
API 20 A
API 20 C AUX
API 20 E
API 20 NE
API 20 STREP
API 50 CHB
API 50 CHE
API 50 CHL
API CAMPY
API CANDIDA
API CORYNE
API LISTERIA
API NH
API STAPH
RAPID 20 E

ONPG ADH LDC ODC CIT H₂S URE TDA IND VP GEL GLU MAN INO SOR RHA SAC MEL AMY ARA OX

NO₂ N₂ MOB McC OF-O OF-F

[Validar](#)

API 20 E V4.1 [Impresora](#) [Exportar](#) [Nuevo test](#) [Modificar](#)

REFERENCIA: FECHA:

COMENTARIO:

BUENA IDENTIFICACION

Galería: API 20 E V4.1
Perfil: 6 1 0 8 7 5 2
Nota: CONFIRMAR POR PRUEBAS SEROLOGICAS

Taxón significativo	% ID	T	Pruebas en contra			
Salmonella spp	99.9	0.49	H2S 83%	GEL 1%		

Taxón siguiente	% ID	T	Pruebas en contra			
Escherichia coli 1	0.1	0.0	ONPG 90%	ADH 1%	IND 89%	GEL 0%
			INO 1%			

API 10S
API 20 A
API 20 C AUX
API 20 E
API 20 NE
API 20 STREP
API 50 CHB
API 50 CHE
API 50 CHL
API CAMPY
API CANDIDA
API CORYNE
API LISTERIA
API NH
API STAPH
RAPID 20 E

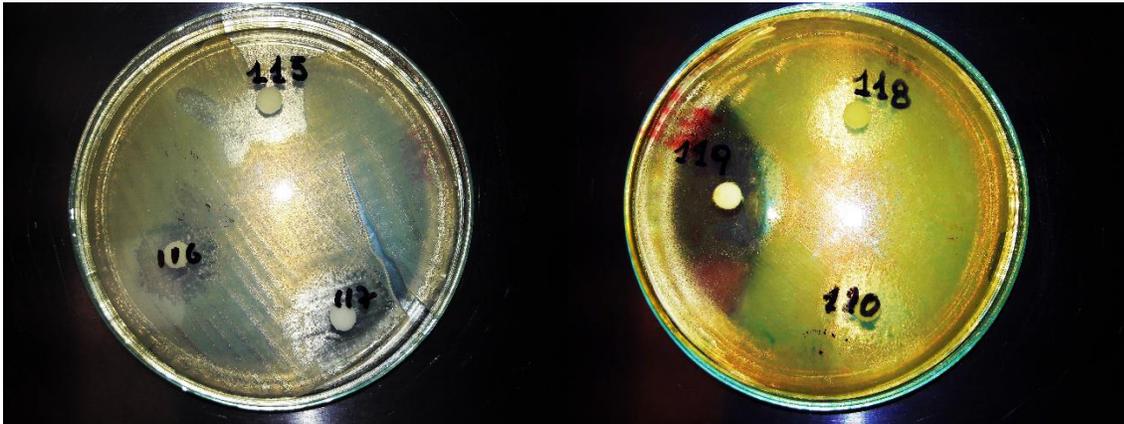
Anexo F

Imagen 1. Concentraciones diluidas de los aceites esenciales de *Origanum vulgare* y *Rosmarinus officinalis* para aplicación en *Salmonella* spp



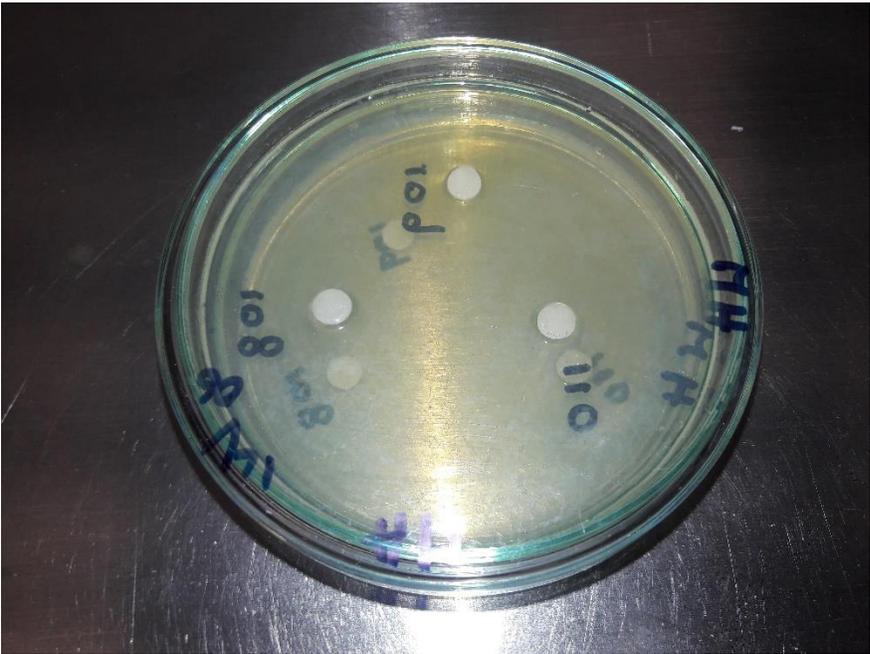
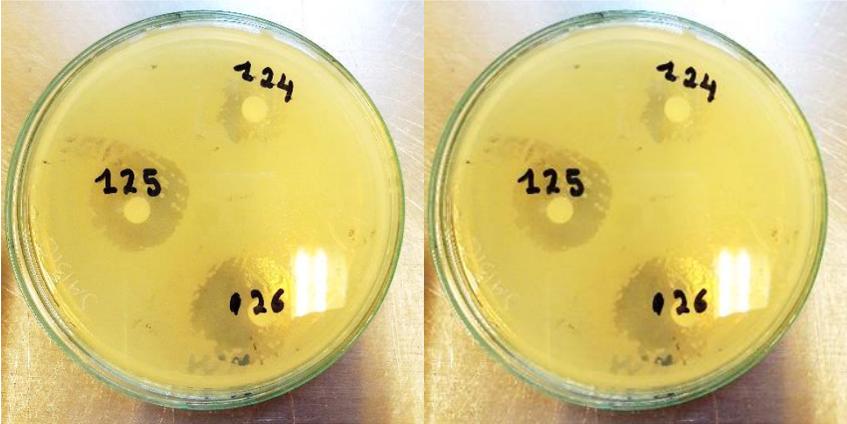
Fuente: El autor

Imagen 2. Halos de inhibición formados por la aplicación de aceite esencial de *Origanum vulgare* sobre *Salmonella* spp



Fuente: El autor

Imagen 3 halos de inhibición formados por la aplicación de aceite esencial de *Rosmarinus officinalis* sobre *Salmonella* spp



Fuente: El autor

Anexo G

Registro fotográfico







Fuente: El autor

Anexo H



La Academia al servicio de la Vida

ANEXO A. FORMATO PRUEBA AFECTIVA (HEDONICA)

NOMBRE: _____
 FECHA: _____
 NOMBRE DEL PRODUCTO: CHORIZO SANTANDEREANO

A continuación, se presentan 8 muestras de chorizo codificadas, por favor evalúe su nivel de agrado en cuanto a la apariencia, el olor y el sabor marcando su resultado en la escala (marque x en el número correspondiente) justifique su respuesta en caso de que su sea igual o menor a dos.

APARIENCIA	371	285	964	330	432	528	645	876
Me gusta muchísimo								
Me gusta mucho								
Me gusta moderadamente								
Me gusta ligeramente								
Ni me gusta ni me disgusta								
Me disgusta ligeramente								
Me disgusta moderadamente								
Me disgusta mucho								
Me disgusta muchísimo								
OLOR	371	285	964	330	432	528	645	876
Me gusta muchísimo								
Me gusta mucho								
Me gusta moderadamente								
Me gusta ligeramente								
Ni me gusta ni me disgusta								
Me disgusta ligeramente								
Me disgusta moderadamente								
Me disgusta mucho								
Me disgusta muchísimo								
SABOR	371	285	964	330	432	528	645	876
Me gusta muchísimo								
Me gusta mucho								
Me gusta moderadamente								
Me gusta ligeramente								
Ni me gusta ni me disgusta								
Me disgusta ligeramente								
Me disgusta moderadamente								
Me disgusta mucho								
Me disgusta muchísimo								

¡MUCHAS GRACIAS!



Universidad de Pamplona - Ciudad Universitaria - Pamplona (Norte de Santander - Colombia)
 Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 Fax: 5682750 – www.unipamplona.edu.co



Anexo I



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MEDELLÍN
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOCIENCIAS

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS INFORME No #-17	
INFORMACIÓN DEL CLIENTE	
Razón Social	Universidad Popular del Cesar
Nombre del Solicitante / Cargo	José Alejandro Orozco
Número Telefónico / Fax	584-57-20
NIT ó Cédula de Ciudadanía	892300285-6
Dirección:	Balneario Hurtado Salida
E. MAIL	
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA	
Procedencia de la muestra	
Descripción de la muestra	Chorizos sin inyección de Salmonella
Lote	
Fecha y hora de muestreo	
Fecha y hora de recepción	
Fecha y hora de análisis	10-10-17 Hora: 2:00 -7:00 pm
Fecha de entrega	27-10-17
Peso de la muestra g.	100 gramos por tratamiento
Peso de muestra suficiente	si
Condiciones en que llego la muestra	Chorizo en bolsas plásticas empacados al vacío

Calle 59A Nº 63-20, Autopista Norte - Bloque 11, Oficina 220
Teléfono: (57-4) 430 93 41 Comutador: (57-4) 430 90 00 Ext. 49341 Fax: (57-4) 430 93 41
Correo electrónico: biocien_med@unal.edu.co
Medellin, Colombia, Sur América



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MEDELLÍN
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOCIENCIAS

Código	Recuento Clostridium Sulfito Reductores			Salmonella
	10 ¹	10 ²	10 ³	
245 AEOR C1	Menor de 10	Menor de 10	Menor de 10	Ausente/25g
246 AFOR C2	Menor de 10	Menor de 10	Menor de 10	Ausente/25g
247 AEOR C2	Menor de 10	Menor de 10	Menor de 10	Ausente/25g
248 AEOR C2	Menor de 10	Menor de 10	Menor de 10	Ausente/25g
249 AEOR C3	Menor de 10	Menor de 10	Menor de 10	Ausente/25g
250 AEOR C3	Menor de 10	Menor de 10	Menor de 10	Ausente/25g
251 AEOOC1 (06)	Menor de 10	Menor de 10	Menor de 10	Ausente/25g
252 AEEO C1 (06)	Menor de 10	Menor de 10	Menor de 10	Ausente/25g
253 AEEO C2(07)	Menor de 10	Menor de 10	Menor de 10	Ausente/25g
254 AEEO C2(07)	Menor de 10	Menor de 10	Menor de 10	Ausente/25g
255 AEEO C3(08)	Menor de 10	Menor de 10	Menor de 10	Ausente/25g
256 AEEO C3(08)	Menor de 10	Menor de 10	Menor de 10	Ausente/25g
257 TESN (O1)	Menor de 10	Menor de 10	Menor de 10	Ausente/25g
258 TESN (O1)	Menor de 10	Menor de 10	Menor de 10	Ausente/25g
259 TECNS (O2)	Menor de 10	Menor de 10	Menor de 10	Ausente/25g
260 TECSS (O2)	Menor de 10	Menor de 10	Menor de 10	Ausente/25g

OLGA INES MONTOYA CAMPUZANO
Directora del Laboratorio de Aguas y Alimentos

Anexo J



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MEDELLÍN
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOCIENCIAS

ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS INFORME No #-17	
INFORMACIÓN DEL CLIENTE	
Razón Social	Universidad Popular del Cesar
Nombre del Solicitante / Cargo	José Alejandro Orozco
Número Telefónico / Fax	584-57-20
NIT ó Cédula de Ciudadanía	892300285-6
Dirección:	Balneario Hurtado Salida
E. MAIL	
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA	
Procedencia de la muestra	
Descripción de la muestra	Chorizos con inyección de Salmonella
Lote	
Fecha y hora de muestreo	
Fecha y hora de recepción	
Fecha y hora de análisis	10-10-17 Hora: 2:00 -7:00 pm
Fecha de entrega	27-10-17
Peso de la muestra g.	100 gramos por tratamiento
Peso de muestra suficiente	si
Condiciones en que llevo la muestra	Chorizo en bolsas plásticas empacados al vacío

Calle 59A N° 63-20, Autopista Norte - Bloque 11, Oficina 220
Teléfono: (57-4) 430 93 41 Conmutador: (57-4) 430 90 00 Ext. 49341 Fax: (57-4) 430 93 41
Correo electrónico: biocien_med@unal.edu.co
Medellin, Colombia, Sur América



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MEDELLÍN
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOCIENCIAS

Codigo	Con inoculación Salmonella thyphimorium ATCC 140785		
	MacFarland 0,5	MacFarland 1	MacFarland 2
245 AEOR C1	Ausente/25g	Presencia /25g	Menor de 10
246 AFOR C2	Ausente/25g	Presencia /25g	Presencia /25g
247 AEOR C2	Ausente/25g	Presencia /25g	Presencia /25g
248 AEOR C2	Ausente/25g	Presencia /25g	Presencia /25g
249 AEOR C3	Ausente/25g	Presencia /25g	Presencia /25g
250 AEOR C3	Ausente/25g	Presencia /25g	Presencia /25g
251 AEOOC1 (06)	Ausente/25g	Presencia /25g	Presencia /25g
252 AEEO C1 (06)	Ausente/25g	Presencia /25g	Presencia /25g
253 AEEO C2(07)	Ausente/25g	Presencia /25g	Presencia /25g
254 AEEO C2(07)	Ausente/25g	Presencia /25g	Presencia /25g
255 AEEO C3(08)	Ausente/25g	Presencia /25g	Presencia /25g
256 AEEO C3(08)	Ausente/25g	Presencia /25g	Presencia /25g
257 TESN (01)	Presencia /25g	Presencia /25g	Presencia /25g
258 TESN (01)	Presencia /25g	Presencia /25g	Presencia /25g
259 TECNS (02)	Presencia /25g	Presencia /25g	Presencia /25g
260 TECSS (02)	Presencia /25g	Presencia /25g	Presencia /25g

OLGA INES MONTOYA CAMPUZANO

Directora del Laboratorio de Aguas y Alimentos

Calle 59A N° 63-20, Autopista Norte - Bloque 11, Oficina 220
Teléfono: (57-4) 430 93 41 Conmutador: (57-4) 430 90 00 Ext. 49341 Fax: (57-4) 430 93 41
Correo electrónico: biocien_med@unal.edu.co
Medellin, Colombia, Sur América