Nacameh ISSN 2007-0373
http://cbs.izt.uam.mx/nacameh/
Publicación electrónica arbitrada en Ciencia y Tecnología de la Carne

NACAMEH Vol. 16, No. 1, pp. 39-49, 2022

Efecto del hidrolato de orégano (*Oreganum vulgare*) sobre algunas características de calidad de nuggets elaborados con carne de conejo

Effect of oregano hydrolate (*Oreganum vulgare*) on some quality characteristics of nuggets prepared with rabbit meat

Brenda García Ángeles, Sergio Soto Simental, Roberto González Tenorio, Maricela Ayala Martínez ✉

Instituto de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Ave Universidad s/n km 1. Ex Hacienda de Aquetzalpa. CP. 43600. Tulancingo, Hidalgo, México.
✉ *Autor de correspondencia: ayalam@uaeh.edu.mx*

RESUMEN

La carne de conejo contiene grasas insaturadas susceptibles a la oxidación, a modificación de su textura y al crecimiento de bacterias. El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto del hidrolato de orégano (*Oreganum vulgare*) sobre algunas características de calidad de nuggets de carne de conejo. Se diseñaron dos tratamientos, un control al cual no se añadió hidrolato, mientras que el otro se le añadió hidrolato de orégano. Posteriormente, se realizaron análisis de pH, actividad de agua, capacidad antioxidante, color, textura y grupos de bacterias a través del tiempo de almacenamiento. Los resultados muestran que existen diferencias estadísticas ($p<0.05$), en pH, dureza, cohesividad, gomosidad y masticabilidad; también se encontró que los grupos microbianos se incrementan con el tiempo de almacenamiento ($p<0.05$), sin embargo, no existe diferencias ($p>0.05$) en el mismo día de almacenamiento. El color disminuye en el día 7, pero se incrementa al día 14. Se concluye que el hidrolato de orégano disminuye los conteos totales, estafilococos y enterobacterias; además de que el color tanto sin cocinar como el interno cocido se puede apreciar que disminuye a través de los días de almacenamiento en el tratamiento con hidrolato de orégano, pero los valores son similares al control. Además, en el tratamiento con hidrolato de orégano no se apreciaron cambios con respecto al tiempo de almacenamiento.

Palabras clave: Textura, hidrolato de oregano, nuggets, carne de conejo.

Recibido: 23/05/2022. Aceptado: 28/06/2022
https://doi.org/10.24275/uam/izt/dcbs/nacameh/2022v16n1/Garcia

Casa abierta al tiempo

ABSTRACT

Rabbit meat contains unsaturated fats that are susceptible to oxidation, texture modification and bacterial growth. The objective of the present study was to determine the effect of oregano (*Oreganum vulgare*) hydrolate on some quality characteristics of rabbit meat nuggets. Two treatments were designed, a control to which no hydrolate was added, while oregano hydrolate was added to the other. Subsequently, analyses of pH, water activity, antioxidant capacity, color, texture and bacterial groups through storage time were carried out. The results show that there are statistical differences ($p<0.05$), in pH, hardness, cohesiveness, gumminess and chewiness; it was also found that the microbial groups increase with storage time ($p<0.05$), however, there are no differences ($p>0.05$) on the same day of storage. It is concluded that oregano hydrolate decreases the total counts, staphylococci and enterobacteria; in addition, the uncooked and cooked internal color decreases through the days of storage in the treatment with oregano hydrolate, but the values are similar to the control. In addition, in the treatment with oregano hydrolate, no changes were observed with respect to storage time.

Keywords: Texture, oregano hidrolate, nuggets, rabbit meat.

INTRODUCCIÓN

El conejo produce carne que se considera saludable debido a la presencia de un balance de componentes químicos que han sido declarados con alto valor nutricional, es una carne con alta proporción de grasa insaturada y bajos niveles de colesterol (Dalle Zotte y Szendrő, 2011). Estas características las aprecia la población que buscan estilos de vida saludable, este nicho de mercado es cada vez más incipiente, por ello que se han desarrollado una serie de productos con valor agregado a base de carne de conejo (Li y col., 2018; Cullere y Dalle-Zotte, 2018), sin embargo en otros países también se están haciendo esfuerzos para el desarrollo de diversos productos cárnicos como chorizo (Cobos Velasco y col., 2014), hamburguesas (García Vázquez y col., 2020), paté (Cullere y col., 2019), piernas de conejo curadas (Pedro y col., 2021), entre otros.

Los productos cárnicos emulsionados pueden acelerar el proceso de oxidación y con ello influir en el color, textura y flavor del producto, lo cual puede deteriorar su calidad y vida de anaquel (Cullere y col., 2013). Para disminuir la oxidación de los productos cárnicos la industria cárnica se utiliza antioxidantes como butilhidroxitolueno y otros, sin embargo, otra alternativa es el empleo de hidrolatos obtenidos durante la extracción de aceites esenciales, el orégano es una especie que se emplea comúnmente en la fabricación de algunos productos cárnicos, no solo se utiliza la especia como tal, sino que se han empleado aceite esencial en diversos productos cárnicos, incluidos el chorizo (Perales-Jasso y col., 2018) y otro productos alimenticios (Jayasena y Jo, 2013). Sin embargo, los hidrolatos o hidrosoles son poco empleados y estudiados en la elaboración de productos alimenticios y son comúnmente empleados en la industria farmacéutica y de la belleza (Jakubczyk y col., 2021).

De acuerdo a lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de hidrolato de orégano sobre algunas características fisicoquímicas y microbiológicas de nuggets elaborados con carne de conejo.

Materiales y Métodos

Obtención del hidrolato

Las hojas de orégano se obtuvieron de un predio localizado en el Municipio de Eloxochitlan, Hidalgo (20.718139, -98.843705). Después de cosechar las hojas, se secaron durante siete días a la sombra. Posterior al secado, las hojas se pesaron y se colocaron en un hidrodestilador marca Niangg (Dongguan Niangge Machinery Equipment Co., Beijing, China) adaptado con un matraz de separación, con la finalidad de separar el hidrolato y el aceite esencial. Se utilizaron 200 g de hojas y 4 L de agua, la temperatura del hidrodestilador fue de 90 °C. El equipo operó por 4 h y se obtuvieron 2 L de hidrolato.

Diseño del experimento

Para desarrollar este trabajo se empleó un diseño completamente al azar con dos tratamientos, el tratamiento control (C), al cual se utilizó una formulación general para la elaboración de nuggets que se describe posteriormente, mientras que, en el otro tratamiento se sustituyó el agua añadida por el hidrolato de orégano (HO).

Preparación de los nuggets de carne de conejo

La elaboración de los nuggets de carne de conejo se realizó como se muestra en la Tabla 1. Los ingredientes se pesaron y la materia prima cárnica se colocó en una cutter Dito sama (Dito Sama Factory, Aubusson, France) se puso a funcionar por un minuto, posteriormente se agregaron los ingredientes no cárnicos y se dejó funcionando por 2 min más, para después obtener la masa cárnica que fue moldeada de forma manual en piezas de 40 g cada una y colocar la cobertura.

Tabla 1. Formulaciones de nuggets de carne de conejo.

Ingrediente (g)	Tratamientos	
	Control	Hidrolato de orégano
Carne de conejo	650	650
Agua	270	0
Hidrolato de oregano	0	270
Aislado de soya	60	60
Cloruro de sodio	10	10
Fosfatos	5	5

Determinación de pH, actividad de agua y capacidad antioxidante

Se determinó el pH del producto por medio de un potenciómetro de inserción marca Hanna modelo HI99163 (Hanna Instruments, Cluj-Napoca, Romania). La actividad de agua (aw) se midió utilizando un equipo HigroPalm model HP23-AW (Rotronic Instrument Corp, NY, USA). La capacidad antioxidante se determinó por medio de la técnica de reducción del radical 2,2-Diphenyil-picrylhydrazyl (DPPH), para ello, se siguió la metodología de Brand-Williams y col. (1995), cuyo fundamento consta en cuantificar la capacidad captadora de radicales libres. Se preparó una solución madre de DPPH 3.9 mg/100 mL del radical en metanol y se realizó una curva de calibración con 4 diluciones de la solución madre 5, 10, 15, 20 mL, aforando a 25 mL. Para las muestras de nuggets, se preparó una dilución con 1 g de la muestra y 9 mL de agua destilada, para posteriormente ser homogeneizada, después se tomaron 1950 µL de solución madre y se mezclaron con 50 µL de dilución del extracto y se leyó absorbancia a 517 cada 10 min, durante 1 h.

Determinación de color

El color en las superficies de los nuggets se midió utilizando un colorímetro Minolta CM-508d (Minolta, Tokio, Japan). Los valores registrados se dieron en términos del espacio de color CIELab, para ello se empleó el iluminante D65 y 10° en el observador, la medición se realizó acorde a las guías para medir color en carne (AMSA, 2012), se registraron los valores de L* (luminosidad), a* (rojos), b* (amarillos), con estos valores de calculó C y h de acuerdo con las siguientes formulas $C = \sqrt{a^2 + b^2}$ y $h = arctan\frac{b*}{a*}$, respectivamente.

Determinación de textura

Los nuggets fueron freídos en aceite de canola por espacio de 2 min, posteriormente se enfriaron a temperatura ambiente y se realizó un análisis de perfil de textura siguiendo las indicaciones de Bourne (1978), para ello se realizaron seis cubos de 1 cm por lado para ser colocados en una base de un texturómetro TA-XT plus (Stable Micro Systems, Surrey, UK), al cual se le adapto una sonda de perspex TA3/1000 y el equipo se configuró a una velocidad de ensayo de 1 mm/s, con una compresión al 30 %. Para posteriormente las muestras ser comprimidas en dos ocasiones y con ello obtener un gráfico tiempo por fuerza con el software Exponent ver 6.1.20 (Stable Micro Systems, Surrey, UK), a partir del cual se calcularon los valores de dureza, resiliencia, cohesividad, gomosidad y elasticidad.

Determinación de grupos de bacterias

A los nuggets se les determinó las cargas microbianas a través del tiempo de almacenamiento de acuerdo con la NOM-210-SSA1-2014. Los nuggets fueron almacenados bajo condiciones de refrigeración a 4 °C por 14 d, se analizaron las muestras a los días 0, 7 y 14. Para ello se pesaron 10 g de muestra y se le añadió 90 mL de agua peptonada, para posteriormente hacer las diluciones correspondientes y realizar el conteo de microorganismos, se utilizó agar para métodos estándar en los conteos totales viables,

además se utilizó agar bilis rojo violeta para enterobacterias y agar no. 110 para estafilococos.

Análisis estadístico

Se empleo un diseño completamente al azar con mediciones repetidas en el tiempo, para el análisis de los datos se realizó un análisis de varianza por medio del procedimiento GLM del paquete estadístico SAS. Se calcularon las medias de los mínimos cuadrados y la media del error estándar con los comandos lsmeans y pdiff para determinar las diferencias entre promedios dentro de cada tratamiento a través del tiempo y entre tratamientos. El modelo empleado se describe a continuación:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_j + \beta_i + \beta_i * \tau_j + \varepsilon_{ijk},$$

En donde: Y_{ij} = variable independiente, μ = media de la variable, τ_j = tratamiento, β_i = tiempo de medición, $\beta_i * \tau_j$ interacción entre tratamiento y tiempo, y ε_{ijk} = es el error experimental asociado con cada observación Y_{ijk}.

Resultados y Discusión

Efecto del hidrolato de orégano sobre la capacidad antioxidante y textura de los nuggets

Las medias de los mínimos cuadrados de los parámetros analizado de los nuggets elaborados con carne de conejo adicionados con hidrolato de orégano se pueden apreciar en la Tabla 2. En donde se puede observar que el valor de pH de los nuggets se ve afectado ($p<0.05$) por el empleo del hidrolato y por el tiempo de almacenamiento. El pH del tratamiento control disminuyó a medida que transcurre el tiempo de almacenamiento, mientras que el tratamiento con hidrolato se incrementa en los primeros 7 días (5.92), para posteriormente disminuir (5.08). De acuerdo con Jakubszyk y col. (2021) el pH de los hidralatos se encuentra en un rango de 3.31 y 5.42, lo cual podría hacer que el pH de los nuggets se modifique.

Los hidrolatos contienen pequeñas gotas de aceite esencial y compuesto solubles en agua, que les confieren propiedades antioxidantes. Sin embargo, en este trabajo la capacidad antioxidante fue similar entre tratamiento ($p>0.05$). Probablemente debido a la cantidad y tipo de compuestos secundarios presentes en el hidrolato, ya que Bautista Hernández y col. (2021) en una revisión sobre obtención de aceites esenciales de orégano indican que la composición del aceite esencial varía de acuerdo al método de extracción empleado, en el caso de la hidrodestilación el tiempo de extracción puede afectar el tipo de moléculas obtenidas, mientras que el arrastre de vapor produce principalmente timol, carvacrol y derivados de cimeno. Sin embargo, Cid-Pérez y col. (2019) indican que los hidrosoles de orégano contienen principalmente ácidos cafeico y rosmérico, además de bajos niveles de ácidos fenólicos totales.

El análisis de perfil de textura que se puede apreciar en la Tabla 2; la dureza, resiliencia y cohesividad fueron afectadas por los días de almacenamiento ($p<0.05$), pero no por la adición de hidrolato de orégano ($p>0.05$). Oppong y col. (2021) mencionan que la dureza de los nuggets de pescado se ven influenciados por el contenido de humedad y en general por la composición química de la carne. Moosave-Nasab y col. (2019) indican que los nuggets elaborados con surimi de pescado mejoran los atributos de textura por la expansión de las proteínas miofibrilares por medio de los grupos sulfhídrilo, formando enlaces S-S, lo cual causa que las proteínas se agreguen; en el presente estudio se observó que la dureza de los nuggets disminuye con el tiempo, lo cual es un indicativo de que esos agregados proteicos se deterioran con el almacenamiento de nuggets de carne de conejo. La elasticidad no fue afectada ($p>0.05$) por la adición de hidrolato de orégano, ni por el tiempo de almacenamiento.

Tabla 2. Medias de los mínimos cuadros de los parámetros de nuggets de carne de conejo adicionados con hidrolato de orégano a través de los días de almacenamiento.

Parámetro	Tratamiento						MEE
	Control			Hidrolato de orégano			
	0	7	14	0	7	14	
pH	5.53^{aA}	5.44^{aB}	5.09^{bA}	5.47^{bA}	5.92^{aA}	5.08^{cA}	0.12
Capacidad antioxidante, mg de DPPH/g	0.10	0.11	0.10	0.10	0.13	0.11	0.01
aw	0.95	0.94	0.95	0.95	0.95	0.95	0.01
Dureza (N)	2.92^{a}	1.58^{b}	1.08^{b}	3.02^{a}	1.82^{b}	1.18^{b}	0.48
Resiliencia	0.27^{b}	0.35^{b}	0.47^{a}	0.26^{b}	0.29^{b}	0.47^{a}	0.06
Cohesividad	0.49^{b}	0.63^{a}	0.70^{a}	0.51^{b}	0.63^{b}	0.79^{a}	0.09
Elasticidad	0.68	0.71	0.77	0.69	0.69	0.83	0.09
Gomosidad	14658.08	10438.75	7258.51	15143.92	10819.25	9555.53	3109.43

^{abc} Literales diferentes entre columnas dentro de cada tratamiento indican diferencias significativas($p<0.05$). ^{AB} Literales diferentes entre columnas entre un mismo día de almacenamiento indican diferencias significativas ($p<0.05$).

Efecto del hidrolato de orégano sobre el conteo de grupos bacterianos en nuggets durante su almacenamiento.

Los resultados de los grupos bacterianos que se midieron se pueden apreciar en la Tabla 3. Se puede observar que no existieron diferencias ($p>0.05$) entre los tratamientos, sin embargo, a través de los días de almacenamiento se puede ver un incremento significativo

(p<0.05). La cuenta total viable en el control inició con 2.25 Log UFC g^{-1} y a los 14 días se encontraron 10.96 Log UFC g^{-1}. Un comportamiento similar se puede apreciar en el recuento de estafilococos y enterobacterias. Cid-Pérez y col. (2019) indican que la actividad antimicrobiana de los hidrosoles de orégano fue efectiva contra *Staphylococcus aureus*, pero el volumen empleado es alto, lo cual podría indicar que los compuestos bioactivos se encuentran en bajas concentraciones. Oleynikov (2020) reportó que los extractos de orégano disminuyen los conteos de enterobacterias en carne de res.

Tabla 3. Medias de los mínimos cuadrados de grupos de microorganismos en nuggets de carne de conejo adicionados con hidrolato de orégano.

Parámetro	Tratamiento						MEE
	Control			Hidrolato de orégano			
	0	7	14	0	7	14	
Conta Totales Viables, Log UFC/g	2.25[c]	7.16[b]	10.96[a]	2.00[b]	6.83[a]	ND	0.14
Estafilococos, Log UFC/g	2.60[c]	6.70[b]	10.77[a]	2.60[c]	6.50[b]	10.95[a]	0.22
Enterobacterias, Log UFC/g	ND	6.76[b]	11.03[a]	ND	6.68	ND	0.14

[ab] Literales diferentes entre columnas dentro de cada tratamiento indican diferencias significativas. [AB] Literales diferentes entre columnas entre días de almacenamiento indican diferencias significativas (p<0.05). [1]C= control, HO= Hidrolato de orégano. ND= no determinado.

Efecto del hidrolato de orégano sobre el color de nuggets de carne de conejo

El color es el principal atributo sensorial que los consumidores consideran que es un indicador de la calidad de la carne y de los productos cárnicos. En el caso de los productos cocidos se prefiere un color rojo café (Ganhão y col., 2010). Los resultados de color se encuentran en la Tabla 4, donde se puede observar que los nuggets sin cocinar no tuvieron diferencias (p>0.05) entre los estos, sin embargo, a través de los días de almacenamiento del tratamiento control se puede ver un incremento significativo (p<0.05) en los valores de a*. Mientras que en b* y C se puede observar que existe una disminución de los valores a los 7 d de almacenamiento, para posteriormente un incremento llegando a los niveles iniciales. Con respecto al tratamiento con hidrolato de orégano, no se observan diferencias significativas (p>0.05) en los días de almacenamiento, lo cual podría ser un indicativo de que el hidrolato puede mantener el color durante al menos 14 d de almacenamiento de los nuggets.

Tabla 4. Medias de los mínimos cuadrados del color interno y externo de nuggets con y sin cocinar adicionados con hidrolato de orégano.

Parámetro	Tratamiento						MEE
	Control			Hidrolato de orégano			
	0	7	14	0	7	14	
			Sin cocinar				
L*	68.51	55.94	60.69	66.02	64.49	60.97	5.03
a*	6.5^{a}	4.14^{c}	5.49^{b}	6.17	5.64	5.32	0.03
b*	26.40^{a}	21.98^{b}	25.44^{a}	24.63	22.92	23.48	0.81
C	27.20^{a}	22.37^{b}	26.03^{c}	25.39	23.62	24.08	0.84
h	1.33^{c}	1.39^{a}	1.36^{b}	1.32	1.33	1.35	0.01
			Cocinado externo				
L*	38.94^{b}	31.82^{c}	50.30^{a}	37.78^{b}	33.13^{c}	46.66^{a}	1.18
a*	10.30^{bB}	5.78^{c}	15.56^{a}	13.01^{bA}	5.78^{c}	15.62^{a}	0.76
b*	19.00^{b}	14.96^{c}	31.37^{a}	22.84^{b}	15.44^{c}	27.91^{a}	1.15
C	21.63^{bB}	16.05^{c}	35.04^{a}	26.29^{bA}	16.50^{c}	32.01^{a}	1.30
h	1.08^{b}	1.20^{a}	1.11^{b}	1.05^{b}	1.21^{a}	1.06^{b}	0.02
			Cocinado interno				
L*	73.29^{a}	68.21^{c}	70.78^{b}	72.70^{a}	71.55^{a}	69.74^{b}	0.89
a*	1.79^{bA}	4.63^{aA}	4.66^{aA}	1.74^{bA}	2.10^{aB}	2.98^{bB}	0.19
b*	16.49^{a}	12.60^{cB}	14.00^{b}	17.19^{a}	16.01^{bA}	15.08^{c}	0.41
C	16.59^{a}	13.43^{cB}	14.76^{b}	17.28^{a}	16.14^{aA}	15.37^{b}	0.42
h	1.46^{a}	1.22^{bB}	1.25^{cB}	1.47^{a}	1.44^{aA}	1.38^{bA}	0.01

^{ab} Literales diferentes entre columnas dentro de cada tratamiento indican diferencias significativas. ^{AB} Literales diferentes entre columnas entre días de almacenamiento indican diferencias significativas ($p<0.05$).

Todos los valores de color externo e interno de los nuggets cocinados mostraron diferencias ($p<0.05$) a través del tiempo de almacenamiento. Donde se puede ver que el valor de L* se incrementa con los días de almacenamiento, mientras que ese mismo valor de L* interno en los nuggets cocidos primero disminuye a los 7 d, para posteriormente a los 14 d tener valores similares a los del día 0. Dicho comportamiento es similar en los demás valores del color de los nuggets cocinados. La temperatura de cocción tiene un efecto sobre el color de los productos, ya que Benjakul y col. (2005) indican que las reacciones de oscurecimiento no enzimático se dan durante el calentamiento. Además, Zhang y col. (2012) mencionan que la oxidación de los lípidos y la reacción de Maillard son comunes en los alimentos fritos. Los extractos de plantas pueden contener pigmentos (Sharma y col. 2021), que pueden aportar color a los productos alimenticios a los cuales se incorporan esos extractos. Ganhão

y col. (2010) discuten que durante el cocinado las proteínas se desnaturalizan y se forma iones férricos, aunado a ello existe la formación de compuesto derivados de la reacción de Maillard. La presencia de compuestos fenólicos en el hidrolato de orégano podría explicar la disminución del valor de L* en los nuggets cocinados.

CONCLUSIONES

El hidrolato de orégano disminuye los conteos totales, estafilococos y enterobacterias; además de que el color tanto sin cocinar como el interno cocido se puede apreciar que disminuye a través de los días de almacenamiento en el tratamiento con hidrolato de orégano, pero los valores son similares al control. Además, en el tratamiento con hidrolato de orégano no se apreciaron cambios con respecto al tiempo de almacenamiento, ello implica que el hidrolato de orégano puede ser una opción para la elaboración de nuggets de conejo, sin embargo, hace falta estudiar el efecto que tiene desde el punto de vista sensorial.

ORCID

Sergio Soto Simental https://orcid.org/0000-0002-6923-0926

Roberto González Tenorio https://orcid.org/0000-0001-8178-2902

Maricela Ayala Martínez https://orcid.org/0000-0001-5554-218X

REFERENCIAS

AMSA, 2012. Meat color measurement guidelines. American Meat Science Association Champaign. Il. USA.

BAUTISTA-HERNÁNDEZ I, AGUILAR CN, MARTÍNEZ-ÁVILA GCG, TORRES-LEÓN C, ILINA A, FLORES-GALLEGOS AC, KUMAR VERMA D, CHÁVEZ-GONZÁLEZ ML. (2021). Mexican Oregano (*Lippia graveolens Kunth*) as source of bioactive compounds: A Review. Molecules 26: 5156.

BENJAKUL S, VISESSANGUAN W, PHONGKANPAI V, TANAKA M. (2005). Antioxidative activity of caramelization products and their preventive effect on lipid oxidation in fish mince. Food Chemistry 90: 231-239.

BOURNE MC, (1978). Texture profile analysis. Food Technology 35: 62-66, 67.

BRAND-WILLIAMS W, CUVELIER ME, BERSET C, (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT - Food Science and Technology 28(1): 25-30.

CID-PÉREZ TS, ÁVILA-SOSA R, OCHOA-VELASCO CE, RIVERA-CHAVIRA BE, NEVÁREZ-MOORILLÓN GV. (2019). Antioxidant and antimicrobial activity of Mexican oregano (*Poliomintha longiflora*) Essential Oil, Hydrosol and Extracts from Waste Solid Residues. Plants 8: 22.

COBOS VELASCO JE, SOTO SIMENTAL S, ALFARO RODRÍGUEZ RH, AGUIRRE ÁLVAREZ G, RODRÍGUEZ PASTRANA B, GONZÁLEZ TENORIO R. (2014). Evaluación de parámetros

de calidad de chorizos elaborados con carne de conejo, cordero y cerdo, adicionados con fibra de trigo. Nacameh 8: 50-64.

CULLERE M, DALLE ZOTTE A. (2018). Rabbit meat production and consumption: State of knowledge and future perspectives. Meat Science 143, 137-146.

CULLERE M, HOFFMAN LC, DALLE ZOTTE A. (2013). First evaluation of unfermented and fermented rooibos (*Aspalathus linearis*) in preventing lipid oxidation in meat products. Meat Science 95: 72-77.

CULLERE, M, TASONIERO, G., SECCI, G., PARISI, G., SMIT, P., HOFFMAN, L. C., DALLE ZOTTE, A. (2019). Effect of the incorporation of a fermented rooibos (*Aspalathus linearis*) extract in the manufacturing of rabbit meat patties on their physical, chemical, and sensory quality during refrigerated storage. LWT – Food Science and Technology 108: 31-38.

DALLE ZOTTE A, SZENDRŐ Z, (2011). The role of rabbit meat as functional food. Meat Science 88(3): 319-331.

GARCÍA-VÁZQUEZ L, ZEPEDA-BASTIDA A, AYALA-MARTÍNEZ M, SOTO-SIMENTAL S, (2020). Infusion of *Chenopodium ambrosioides* consumed by rabbits: effects on carcass, meat and burger quality. Food Science and Technology, Campinas 40(suppl.2): 451-457.

GANHÃO R, MORCUENDE D, ESTÉVEZ M. (2010). Protein oxidation in emulsified cooked burger patties with added fruit extracts: Influence on colour and texture deterioration during chill storage. Meat Science 85(3): 402-409.

JAKUBCZYK K, TUCHOWSKA A, JANDA-MILCZAREK K. (2021). Plant hydrolates – Antioxidant properties, chemical composition and potential applications. Biomedicine & Pharmacotherapy 142: 112033.

JAYASENA DD, JO C. (2013). Essential Oils as Potential Antimicrobial Agents in Meat and Meat Products: A Review. Trends Food Science and Technology 34(2): 96-108.

LI S, ZENG W, LI R, HOFFMAN LC, HE Z, SUN Q, LI H. (2018). Rabbit meat production and processing in China. Meat Science 145: 320-328.

MOOSAVI-NASAB M, ASGARI F, OLIYAEI N. (2019). Quality evaluation of surimi and fish nuggets from Queen fish (*Scomberoides commersonnianus*). Food Science and Nutrition 7(10): 3206-3215.

NOM-210-SSA1-2014. Productos y servicios. Métodos de prueba microbiológicos. Determinación de microorganismos indicadores. Determinación de microorganismos patógenos.

OLEYNIKOV VV. (2020). Antioxidant and antimicrobial properties of oregano extract (*Origani vulgaris herba L.*). Foods and Raw Materials 8(1): 84-90.

OPPONG D, PANPIPAT W, CHEONG LZ, CHAIJAN M. (2021). Comparative effect of frying and baking on chemical, physical, and microbiological characteristics of frozen fish nuggets. Foods 10: 3158.

PEDRO D, SALDAÑA E, LORENZO JM, PATEIRO M, DOMINGUEZ R, DOS SANTOS BA, CICHOSKI AJ, CAMPAGNOL PCB. (2021). Low-sodium dry-cured rabbit leg: A novel meat product with healthier properties. Meat Science 173: 108372.

PERALES-JASSO YJ, GAMEZ-NOYOLA SA, ARANDA-RUIZ J, HERNANDEZ-MARTINEZ CA, GUTIERREZ-SOTOG, LUNA-MALDONADO AI, SILVA-VAZQUEZ R, HUME ME, MENDEZ-ZAMORA G. (2018). Oregano powder substitution and shelf life in pork chorizo using Mexican oregano essential oil. Food Science and Nutrition 6(5): 1254-1260.

SHARMA M, USMANI Z, GUPTA VK, BHAT R. (2021). Valorization of fruits and vegetable wastes and by-products to produce natural pigments. Critical Review in Biotechnology 41: 535-563.

ZHANG Q, SALEH AS, CHEN J, SHEN Q. (2012). Chemical alterations taken place during deep-fat frying based on certain reaction products: A review. Chemistry and Physics Lipids, 165: 662-681.

Indizada o indexada en