

Artículo Original. Enero-Abril 2018; 8(1):102-111. Recibido: 26/07/2017 Aceptado: 17/09/2017.

<http://dx.doi.org/10.21929/abavet2018.81.10>

Evaluación sensorial de embutido tipo chorizo a base de carne de conejo

Sensorial assessment of “chorizo” as a type of sausage based on rabbit meat

Cruz-Bacab Luis* lecb82@gmail.com, **Baeza-Mendoza Lourdes** lulubaez75@hotmail.com,
Pérez-Robles Leonor leoperezrobles@hotmail.com, **Martínez-Molina Itzel**
itzelmtnez@gmail.com

División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México. *Autor responsable y de correspondencia: Cruz-Bacab Luis. División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Carretera Villahermosa – Teapa, Km 25, R/a La Huasteca 2a Sección, Villahermosa, Tabasco, México C.P. 86040

RESUMEN

La carne de conejo es una opción viable para cubrir las demandas cualitativas y nutricionales de los consumidores actuales, debido a su fácil digestión, alto contenido proteico y de ácidos grasos insaturados, baja concentración de grasa. A pesar de sus características nutricionales, esta carne, no posee aceptación generalizada en México, por lo cual, es necesario desarrollar productos que favorezcan su aceptación. En el presente estudio, se realizaron dos experimentos mediante pruebas sensoriales para evaluar la aceptación de un embutido tipo chorizo elaborado a base de carne de conejo. El experimento uno consistió en una prueba sensorial del embutido con 24 horas de reposo posteriores a su elaboración, a través de una escala hedónica con valores del 1 al 10 donde 1 correspondió a la puntuación más baja y 10 a la más alta. El experimento dos fue desarrollado mediante una prueba sensorial para un embutido madurado a 48, 120, 216 y 312, con la escala hedónica establecida para el experimento uno. Los aspectos evaluados del producto fueron: color, olor, sabor, textura y global, los resultados obtenidos fueron analizados mediante estadística descriptiva y análisis de varianza. En conclusión, el embutido fue aceptado por los participantes en ambos experimentos. En el experimento dos, el mayor nivel de aceptación correspondió a 216 horas de maduración ($P<0.05$).

Palabras Clave: Evaluación sensorial, maduración, *Oryctolagus cuniculus*

ABSTRACT

Rabbit meat is a viable option to meet the qualitative and nutritional demands of the current consumers, due to its easy digestion, high protein content and unsaturated fatty acids, low-fat concentration. Despite its nutritional characteristics, this meat is not widely accepted in Mexico, so it is necessary to develop products that favor its acceptance. In the present study, two experiments were carried out using sensory tests to evaluate the acceptance of a sausage type made from rabbit meat. Experiment one consisted of a sensorial test of the sausage with 24 hours of rest after its elaboration, through a hedonic scale with values from 1 to 10 where 1 corresponded to the lowest score and 10 to the highest. Experiment two was developed by a sensorial test for a sausage ripened at 48, 120, 216 and 312 hours, with the hedonic scale established for experiment one. The evaluated aspects of the product were: color, smell, flavor, texture and overall, the results were analyzed by means of descriptive statistics and analysis of variance. In conclusion, the sausage was accepted by the participants in both experiments. In experiment two, the highest level of acceptance corresponded to 216 hours of maturation ($P < 0.05$).

Keywords: Maturation, *Oryctolagus cuniculus*, sensory evaluation.

INTRODUCCIÓN

Actualmente se busca desarrollar una producción de carne más dietética y saludable, para reducir el contenido de ácidos grasos saturados e incrementar los ácidos grasos insaturados en la carne (Dalle Zotte, 2002). El valor nutricional de las carnes ha incrementado su significancia como factor para la aceptación entre los consumidores (Weiss *et al.* 2010), llevando a la industria cárnica a experimentar un incremento en la demanda de productos reducidos en grasa, colesterol, sodio y nitritos o enriquecidos con ácidos grasos, y en consecuencia se ha incrementado el volumen y variedad de productos con dichas características, especialmente los embutidos (Araya-Quesada *et al.*, 2014).

El chorizo es un embutido tipo crudo curado de origen español, cuya elaboración se ha extendido por todo el mundo; su formulación y procesamiento varía según el país, e incluso en cada región del mismo (Jiménez-Colmenero *et al.*, 2013); haciendo viable la utilización de carne de especies diferentes al cerdo (Cobos *et al.*, 2014). La carne de conejo es una carne magra de alto valor proteico, en contraste con las carnes rojas; la carne de conejo es de bajo valor calórico debido a su bajo contenido de grasas, representando una alternativa saludable para la alimentación humana (Dalle Zote y Szendro 2011, McNitt *et al.*, 2011, Nistor *et al.*, 2013).

La elaboración y diversificación de productos a base de carne de conejo puede favorecer su consumo y aceptación al mercado comercial (Petracci y Cavani, 2013; Dalle-Zotte, 2014, Lenkgey y Lobo, 2016). El desarrollo de productos innovadores como los embutidos son una opción para mejorar el consumo de carne de conejo y preservar la salud humana (Castillo *et al.*, 2013).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la aceptación de un embutido tipo chorizo a base de carne de conejo mediante pruebas sensoriales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Experimento 1

Para la elaboración del producto se empleó carne de conejos de raza Nueva Zelanda de 90 días edad, se realizó la molienda de la carne con un molino eléctrico de la marca Torrey, modelo M-12-Fs 3/4HP. Posteriormente se añadió sal, sal nitro, ajo, paprika, orégano, comino todos en polvo, vinagre y chile de color, de acuerdo a la formulación presentada en la Tabla 1. Los ingredientes fueron mezclados de forma manual, hasta obtener una masa homogénea. La mezcla se dejó reposar durante 24 horas a 4°C;

posteriormente fue embutida en tripa de cerdo, realizando amarres con hilo para dar la forma tradicional del chorizo. Una vez realizado el embutido, se sometió a 140°C durante 15 minutos en aceite comestible para su fritura. Una vez obtenido el chorizo frito fue seccionado en muestras de aproximadamente 20 – 25 gramos de peso, las cuales se ofrecieron a 150 participantes para llevar a cabo la prueba sensorial con un solo tiempo de maduración (Figura I).

Experimento 2

Para la elaboración del producto, se realizó la molienda de la carne con un molino eléctrico, a continuación, se integraron los ingredientes: sal, paprika, ajo, sal nitro, orégano, comino en polvo, vinagre, chile de color y chile guajillo escaldado, de acuerdo a la formulación presentada en la Tabla 1. Una vez realizada la mezcla de la carne con los ingredientes, se dejó madurar durante 24 horas, y posteriormente se procedió a embutir en tripa de cerdo previamente preparada para la elaboración de embutidos. Después de embutir, se realizaron pruebas sensoriales a diferentes tiempos de maduración. Para las pruebas sensoriales, las muestras de chorizo fueron sometidas a 140°C durante 15 minutos en aceite comestible para su fritura. Una vez obtenido el chorizo frito, fue seccionado en muestras de aproximadamente 20 – 25 gramos de peso, las cuales fueron ofrecidas a 150 participantes en cada día de evaluación. Los tiempos de maduración establecidos para las pruebas sensoriales fueron 48, 120, 216 y 312 horas; entre cada prueba sensorial el chorizo fue almacenado en refrigeración a 4°C (Figura II).

Ingredientes	Experimento 1 %	Experimento 2 %
Carne	89.84	88.30
sal	0.89	0.88
Sal nitro	0.45	0.44
Ajo en polvo	0.27	0.26
Paprika (Pimentón español)	1.79	1.76
Orégano	0.17	0.17
Comino en polvo	0.17	0.17
Vinagre	4.49	4.41
Chile color	1.88	1.85
Chile Guajillo	-	1.71

Tabla 1 Formulación embutido tipo chorizo a base de carne de conejo

Prueba sensorial

La prueba sensorial fue realizada en las instalaciones del taller de cárnica de la División Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Para llevar a cabo la prueba se realizó una preparación similar a lo que realizaría un consumidor común. En ambos experimentos la prueba sensorial se basó en una escala

hedónica estructurada de 10 puntos, considerando la calificación de 10 (me gusta muchísimo), hasta el 1 (me disgusta muchísimo). El valor mínimo para considerar al producto como aceptado fue de 6 puntos global. Los atributos evaluados fueron: color, olor, sabor y textura; adicionalmente cada participante emitió una calificación “global” acerca del producto.

	Brazos		Lomo		Muslo		Canal	
	Promedio	D.E.	Promedio	D.E.	Promedio	D.E.	Promedio	D.E.
Aqua g/100g	69.5	± 1.3	74.6	± 1.4	73.8	± 0.8	69.7	± 2.6
Proteína g/100g	18.6	± 0.4	22.4	± 1.3	21.7	± 0.7	20.3	± 1.6
Lípidos g/100g	8.8	± 2.5	1.8	± 1.5	3.4	± 1.1	8.4	± 2.3
Cenizas g/100g	-	-	1.2	± 0.1	1.2	± 0.05	1.8	± 1.3
Energía kJ/100g	899	± 47	603	-	658	± 17	789	± 11

Tabla 2 Composición química y valor energético de la carne de conejo (fuente Dalle Zotte y Szendro 2011)

Para ambas pruebas se utilizó un pánel de 150 jueces no entrenados para un solo tiempo de maduración en el experimento 1; en el experimento 2 se utilizaron 150 jueces no entrenados para cada uno de los tiempos de maduración.

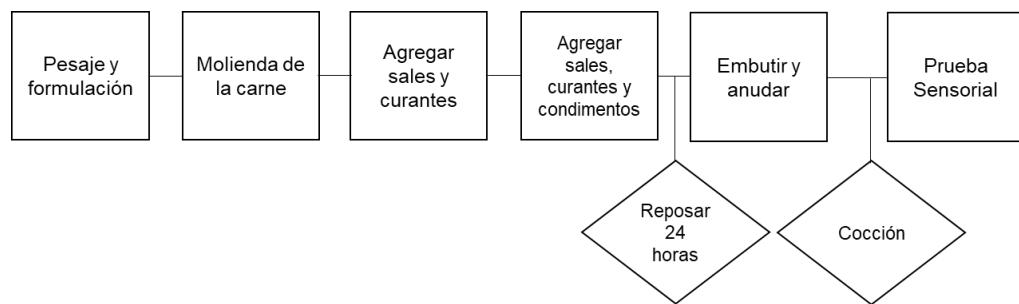


Figura I. Diagrama de flujo Experimento 1

Análisis estadístico

El diseño experimental para ambos experimentos fue completamente al azar y el análisis estadístico de los resultados obtenidos; se realizó estadística descriptiva y análisis de varianza mediante el software estadístico Statgraphics 5.1.

RESULTADOS

En el presente estudio se observó que el embutido tipo chorizo a base de carne de conejo en el experimento 1, fue aceptado en forma global con una puntuación alta con respecto a lo establecido en el estudio (Tabla 3); no obstante, el aspecto de “olor” fue calificado

por debajo del puntaje establecido como aceptable, y el aspecto “color” tuvo una puntuación baja con respecto a los aspectos “sabor” y “textura”.

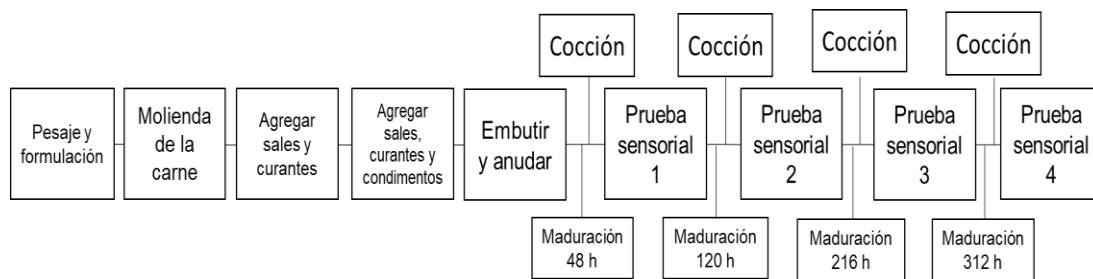


Figura II. Diagrama de flujo Experimento 2

Atributo	Calificación	Desviación estándar
Olor	5.4	2.17
Color	7.1	2.32
Sabor	7.7c	1.86
Textura	7.6c	1.72
Global	8.3	1.50

Tabla 3. Evaluación de atributos sensoriales de embutido tipo chorizo a base de carne de conejo (experimento 1)

En el experimento 2, se observó que una maduración de 216 horas incrementó significativamente la aceptación del embutido en todos los aspectos evaluados (Tabla 3). El tiempo de maduración puede jugar un papel importante en la aceptación del embutido estudiado. En cuanto al aspecto “olor”, la puntuación obtenida en el experimento 2 fue mayor en todos los tiempos de maduración con respecto al experimento 1; respecto al “color” en el experimento 2, la puntuación fue mayor a las 216 y 312 horas en comparación al experimento 1.

Atributo	Tiempo de maduración (Horas)				Desviación estándar	Valor P
	48	120	216	312		
Olor	6.9c	6.9c	7.7a	7.1b	1.93	0.0012
Color	6.8c	6.6c	7.4a	7.2b	1.94	0.0044
Sabor	7.4c	7.1c	8.2a	7.7b	1.92	0.0000
Textura	7.2c	7.2c	8.1a	7.3b	1.83	0.0000
Global	7.8c	7.7c	8.6a	8.0b	1.48	0.0000

Diferentes literales en las filas indican diferencia estadística significativa P<0.05.

Tabla 4. Evaluación de atributos sensoriales de embutido tipo chorizo a base de carne de conejo con diferentes tiempos de maduración (experimento 2)

DISCUSIÓN

Experimento 1

La información actual acerca de embutidos basados en carne de conejo y su aceptación son escasos. En el presente estudio los resultados del experimento 1, muestran que la aceptación general del producto obtuvo una calificación aceptable, (Wambui *et al.*, 2016) menciona que en salchichas de conejo existe una influencia significativa entre las propiedades sensoriales del producto y su composición química. A pesar de haber sido aceptado por los participantes, el aspecto “color” del chorizo de conejo, obtuvo la calificación más baja de acuerdo a la escala hedónica establecida, al respecto, (Pérez y Andújar, 2000) y (Triki *et al.*, 2013) mencionan que el color es el factor que más influye sobre la apariencia de un producto y actúa como un factor de selección por parte del consumidor, sin embargo (Quintero – Salazar *et al.* 2011) declara que la valoración del color en los embutidos, se realiza mayormente de manera subjetiva. En el caso de los chorizos elaborados en México, (Guerrero *et al.*, 2002) señala que se emplean distintas variedades de *Capsicum spp.* en las formulaciones, siendo el chile guajillo el que se emplea con mayor frecuencia.

Autores como (Gómez *et al.*, 2001), (Revilla y Vivar 2005) mencionan que las variaciones en el color de los embutidos como el chorizo, pueden relacionarse de forma directa a la composición mayoritaria del embutido, cantidad de humedad o grasa, así como la naturaleza y cantidad de chile (pimiento) deshidratado, o en su caso pimentón, usado en la formulación; Lo cual concuerda con lo reportado por (Cobos *et al.*, 2014) para el chorizo de conejo, en el cual las diferencias en color están relacionadas directamente con la cantidad de grasa y humedad, así como a la naturaleza y cantidad de chile (pimiento) deshidratado o ingredientes como el pimentón.

Adicionalmente (Pérez-Dubé y Andújar-Robles, 2000) señalan que la adición de nitratos y nitritos, es un factor que puede ejercer efecto sobre el color del embutido, ya que su adición favorece la formación de nitrosomioglobina, la cual de acuerdo con (Montes *et al.* 2013) constituye un pigmento característico del curado. (González – Tenorio *et al.* 2013) reporta que, la aparición de colores extraños no asociados a las características del producto resultaría en su rechazo; lo cual coincide con la baja calificación otorgada al “color” del chorizo en el experimento 1. Debido a lo anterior, en el presente estudio, se modificó la proporción de pimentón y chile guajillo utilizada en el segundo experimento, para mejorar el aspecto “Color”.

Experimento 2

En el experimento 2, la prueba sensorial mostró que la aceptación general del embutido fue mayor con una maduración durante 216 horas, en comparación con los tiempos evaluados de maduración (48, 120 y 312) ($P<0.05$). Actualmente los trabajos de investigación en cuanto a la maduración de productos cárnicos a base de conejo son escasos; (Koochmaraie *et al.*, 2002) señala que los cambios en la terneza de la carne de acuerdo al tiempo de maduración están relacionados con la actividad del complejo enzimático calpastatina/calpaína en las fibras musculares; dicho complejo regula la tasa de degradación de la proteína, y en consecuencia la calidad de la carne.

A pesar que en el presente estudio no se evaluó la actividad del complejo enzimático calpastatina/calpaína, y que la información respecto a su actividad en la carne de conejo es escasa, los resultados obtenidos por (Wang *et al.*, 2016) indican que la actividad de calpastatina/calpaína puede ser un indicador potencial de la calidad de la carne de conejo, y por consecuencia determinar las características de los productos elaborados con esa carne. En cuanto a los aspectos evaluados del embutido: “textura”, “color”, “olor” y “sabor” obtuvieron los puntajes más altos en la evaluación sensorial con una maduración de 216 horas ($P<0.05$); dichos resultados son novedosos, debido a que no se encuentran referencias bibliográficas para chorizo de conejo. (Acevedo *et al.* 2014) establece que el aspecto “textura” es directamente influenciado por la materia prima; así como las proporciones carne, grasa, tejido conjuntivo en el producto, la presencia de almidones o proteínas no cárnicas en butifarra, que es un embutido de elaboración y formulación similar al chorizo.

En relación al aspecto “color”, en el experimento 2 el puntaje obtenido fue mayor con 216 h de maduración ($P<0.05$), con respecto a los tiempos de maduración evaluados, así como al obtenido en el experimento 1; dicha mejora en puntaje puede relacionarse con la modificación realizada a la formulación para el experimento 2, en la cual se adicionó chile guajillo. Lo anterior concuerda con (Cobos *et al.* 2014), quien señala que, para el chorizo de conejo, el tipo y cantidad de chile empleado en la formulación, afecta directamente al color del embutido.

CONCLUSIÓN

El embutido tipo chorizo a base de carne de conejo fue aceptado por el panel de evaluadores. La percepción sensorial del producto mejoró a las 216 horas de maduración. Es necesaria la evaluación de la aceptación de chorizo elaborado con carne de conejo vs chorizos a base carnes tradicionales, así como la caracterización físico-química de este embutido.

LITERATURA CITADA

- ACEVEDO D, Granados C, Montero PM. 2014. Caracterización de propiedades fisicoquímicas, textura y calidad microbiológica de butifarra comercializada en Cartagena (Colombia). *Información Tecnológica*. Vol. 25 (6): 33-38 ISSN: 0718-0764. DOI: 10.4067/S0718-07642014000600005.
- ARAYA-QUESADA Y, Jiménez-Robles A, Ivankovich-Guillen C, García-Barquero M. 2014. Hábitos de consumo de embutidos en el cantón de San Carlos y el área metropolitana de Costa Rica. *Tecnología en marcha*. 27 (4): 113 -124. ISSN: 0379-3962 DOI: 10.18845/tm.v27i4.2091.
- CASTILLO ARTEAGA MG, Cruz García IA, García Ramírez DA, González Sánchez MS, Tapia Cardona IY, Vargas Sierra M. 2013. Carne de conejo, alternativa a favor de la salud. *Vida Científica. Boletín científico de la escuela preparatoria N°4. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo* Vol. 1 (2). ISSN: 2007-4905.
- COBOS VJE, Soto SS, Alfaro RRH, Aguirre Álvarez G, Rodríguez PBR, González TR. 2014. Evaluación de parámetros de calidad de chorizos elaborados con carne de conejo, cordero y cerdo, adicionados con fibra de trigo. *Nacameh*. 8(1):50 – 64. ISSN:2007-0373. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6031413.pdf>
- CUBERO-ROJAS RG, Mora-Peraza E, Wingching-Jones R, Calderon-Villaplana S. 2013. Maduración de solomo (*Bicep femoris*) en vacas de descarte *Bos indicus* y *Bos Taurus*. *Agronomía mesoamericana*. 24(2):433-440. ISSN: 1021-7444 DOI: 10.15517/am.v24i2.12546.
- DALLE-ZOTTE A. 2002. Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality. *Livestock Production Science*. 75:11-32. ISSN: 1871-1413 DOI: 10.1016/S0301-6226(01)00308-6.
- DALLE-ZOTTE A, Szendro S. 2011. The role of rabbit meat as functional food. *Review. Meat Science*. 88 319 – 331. ISSN: 0309-1740. DOI:10.1016/j.meatsci.2011.02.017.
- DALLE-ZOTTE A. 2014. Rabbit farming for meat purposes. *Animal Frontier*. 4(4):62-67. DOI 10.2527/af.2014-0035 ISSN 2160-6056.
- GÓMEZ R, Picazo MI, Alvarruiz A, Pérez JI, Valera D, Pardo JE. 2001. Influencia del tipo de pimentón en la pérdida de color del chorizo fresco. *Alimentaria, revista de tecnología*

e higiene de los alimentos. 28 (323): 67-73 ISSN 0300-5755.
<http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=1001087>

GONZÁLEZ – TENORIO R, Totosaus A, Caro I, Mateo J. 2013. Caracterización de las propiedades químicas y fisicoquímicas de chorizos comercializados en la zona centro de México. *Información Tecnológica*. Vol. 24 (2): 3 – 14 ISSN: 0718-0764 DOI: 10.4067/S0718-07642013000200002.

GUERRERO I, Pérez ML, Ponce E. 2002. Curso práctico de tecnología de carnes y pescado. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa. México. ISBN 9706549846.

JIMÉNEZ-COLMENERO F, Triki M, Herrero AM, Rodríguez-Salas L, Ruiz-Capillas C. 2013. Healthy oil combination stabilized in a konjac matrix as pork fat replacement in lowfat, PUFA-enriched, dry fermented sausages. *LWT-Food Science and Technology*. 51:158-163. ISSN: 0023-6438 DOI:10.1016/j.lwt.2012.10.016.

KOOHMARAIE M, Kent M, Shackelford SD, Veiseth E, Wheeler TL. 2002. Meat tenderness and muscle growth: Is there any relationship?. *Meat Science*. 62 (Special Issue S1) 345 – 352. ISSN: 0023-6438 DOI: 10.1016/S0309-1740(02)00127-4.

LENGKEY HAW, Lobo BR. 2016. Physico-chemical and microbiological characteristics, sensory quality and acceptability of native chicken and rabbit sausage produced with corn oil, margarine and beef fat. *Macedonian Veterinary Review*. 39 (2): 193 – 199. ISSN: 1857-7425 DOI:10.1515/macvetrev-2016-0087.

MCNITT JI, Patton NM, Lukefahr SD, Cheeke PR. 2011. Rabbit production. 8th ed. CABI. Wallingford, UK. 314 p. ISBN:1780640110.

MONTES ÁLVAREZ J, Restrepo Floréz C, Patiño Gómez J, Cano Salazar JA. 2013. Efecto de la concentración de cultivos iniciadores y dextrosa sobre la calidad de la maduración y vida útil sensorial del peperoni. *Revista Lasallista de Investigación*. Vol. 10 n°1. ISSN 1794-4449.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1794-44492013000100010

NISTOR E, Bampidis VA, Pacala N, Pentea M, Tozer J, Prundeanu H. 2013. Nutrient content of rabbit meat as compared to chicken, beef and pork meat. *Journal of animal production advances*. 3(4):172-176. ISSN:2251-7677

DOI:10.5455/japa.20130411110313.

PETRACCI M, Cavani C. 2013. Rabbit meat processing: Historical perspective to future directions. *World Rabbit Science*. 21:217-226. ISSN:1257-5011
DOI:10.4995/wrs.2013.1329.

PÉREZ DD, Andújar RG. 2000. Cambios de coloración de los productos cárnicos. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*. 14 (2):114 – 123. ISSN: 0864-2133. http://www.bvs.sld.cu/revistas/ali/vol14_2_00/ali07200.htm?iframe=true&width=90%&height=90%

QUINTERO-SALAZAR B, Santillan Alvárez A, Dublán García O, Viesca González FC, Castillón – Jardón J. 2011. Tipificación parcial de embutidos artesanales de la Ciudad de Toluca: Chorizo verde. *Nacameh*. 5 (1): 10-26 (2011).ISSN: 2007-0373. http://www.academia.edu/download/41352121/Nacameh_v5n1_010QuinteroSalazar-et.al.pdf

REVILLA I, Vivar AM. 2005. The effect of different paprika types on the ripening process and quality of dry sausages. *International Journal of Food Science and Technology*. 40 (4): 411-417. ISSN: 1365-2621 DOI 10.1111/j.1365-2621.2005.00944.x.

TRIKI M, Herrero AM, Jiménez-Colmenero F, Ruiz Capillas C. 2013. Effect of preformed konjac gels, with and without olive oil, on the technological attributes and storage stability of merguez sausage. *Meat Science*. 93:351-360. ISSN:0023-6438
DOI:10.1016/j.meatsci.2012.10.004.

WAMBUI JM, Karuri EG, Wanyoike MMM. 2016. Interaction among nutritive, textural and sensory properties of rabbit sausages. *Journal of Food Processing*. Vol. 2016. Article ID 4059023. 6 pages. ISSN: 2356-7384 DOI:10.1155/2016/4059023 <https://www.hindawi.com/archive/2016/4059023/cta/>

WANG J, Elzo MA, Linjun Y, Chen S, Jia X, Zhang M, Lai S. 2016. A single nucleotide polymorphism in CAST gene is associated with meat quality traits in rabbits. *Animal Science Papers and Reports*. 24(3):269 – 278. ISSN:0860-4037
DOI:10.1080/1828051X.2017.1296333.

WEISS J, Gibis M, Schuh V, Salminen H. 2010. Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. *Meat Science*. 86:196–213. ISSN:0023-6438
DOI:10.1016/j.meatsci.2010.05.008