

**EVALUACIÓN INTEGRAL DE LA CALIDAD E INOCUIDAD DEL CHORIZO
ARTESANAL NORTEÑO (MEXICANO): UN ENFOQUE FISICOQUÍMICO,
MICROBIOLÓGICO Y NUTRICIONAL**
**COMPREHENSIVE EVALUATION OF THE QUALITY AND SAFETY OF
NORTHERN (MEXICAN) ARTISAN CHORIZO: A PHYSICOCHEMICAL,
MICROBIOLOGICAL AND NUTRITIONAL APPROACH**

Torres-Alvarez C.², Pastrana Vázquez M.I.¹, García-Alanís K.G.¹, Bautista-Villarreal M.¹, Amaya-Guerra C.A.¹, Castillo S.^{1*}

¹ Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, Departamento de Alimentos, Av. Pedro de Alba s/n, Cd. Universitaria, San Nicolás de los Garza NL C.P. 66455, México;

² Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía, Francisco Villa s/n, Ex-Hacienda “El Canadá”, General Escobedo NL C.P. 66050, México

* sandra.castillohm@uanl.edu.mx

RESUMEN

En México, uno de los alimentos más populares es el chorizo, producto elaborado con carne de cerdo, especias y otros ingredientes. En la actualidad, el consumidor es consciente del consumo saludable de sus alimentos, buscando también la nutrición, la calidad y la inocuidad. El objetivo de esta investigación fue evaluar la calidad sanitaria de chorizo artesanal empacado al vacío como indicativo de cultura de inocuidad en el proceso de elaboración y determinar sus atributos fisicoquímicos como el pH, A_w , parámetros cromáticos y nutricionales, además la evolución de los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos en el tiempo de almacenamiento. Los resultados microbiológicos mostraron el cumplimiento en los límites permisibles a la normativa oficial mexicana, sin embargo, se detectó una alta población de mesófilos aerobios. El pH se encontró dentro de los parámetros permisibles (5.3), el A_w se encontró alto (0.986) en comparación con otros productos del tipo, evidenciándose cambios significativos ($p > 0.05$) en los atributos fisicoquímicos respecto al tiempo. Se presentó una disminución de población en el tiempo para coliformes totales y mesofílicos aerobios; mientras que para las bacterias ácido lácticas (BAL), hongos y levaduras mostraron aumento en crecimiento, así como la ausencia de *Salmonella* spp. El chorizo artesanal analizado destaca por su composición nutricional siendo mayor en proteína (13.81%) y menor en grasa (3.73%) y carbohidratos (6.67%) en comparación con chorizos comerciales, lo que lo convierte en una alternativa más saludable.

PALABRAS CLAVE: calidad sanitaria, inocuidad, chorizo, artesanal, atributos fisicoquímicos

ABSTRACT

In Mexico, one of the most popular foods is chorizo, a product made with pork, spices and other ingredients. Currently, consumers are aware of the healthy consumption of their food, also seeking nutrition, quality and safety. The objective of this research was to evaluate the sanitary quality of vacuum-packed artisanal chorizo as an indication of a culture of safety in the production process and to determine its physicochemical attributes such as pH, A_w , chromatic and nutritional parameters, as well as the evolution of microbiological and physicochemical parameters during storage time. The microbiological results showed compliance with the permissible limits according to official Mexican regulations, however, a high population of aerobic mesophiles was detected. The pH was found within the permissible parameters (5.3), the A_w was high (0.986) compared to other products of the type, showing significant changes ($p > 0.05$) in the physicochemical attributes with respect to time. There was a population decrease over time for total coliforms and aerobic mesophilic coliforms; while for lactic acid bacteria (LAB), fungi and yeasts showed an increase in growth, in addition to absence for *Salmonella* spp. The nutritional composition of the chorizo was higher in protein (13.7%) and lower in fat (3.7%) and carbohydrates (6.6%) compared to commercial chorizos, so it presents nutritional advantages

KEYWORDS: artisanal, chorizo, food safety, microbiological quality, physicochemical attributes.

INTRODUCCIÓN

El chorizo es uno de los embutidos más populares en toda Latinoamérica, particularmente en México; además es ampliamente consumido en la dieta mexicana. Este producto es comúnmente elaborado con carne y grasa de cerdo además de la adición de diversas especias y chiles, siendo comercializado crudo (Becerril-Sánchez *et al.*, 2019). La receta y el proceso de elaboración puede variar dependiendo de la zona geográfica de México. La NOM-213-SSA1-2018 “productos cárnicos procesados y los establecimientos dedicados a su proceso. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba” categoriza como "productos cárnicos crudos no listos para el consumo humano”, para aquellos alimentos procesados que requieren un tratamiento térmico previo a su consumo, siendo el chorizo uno de ellos. En el 2023, tan sólo en México, el volumen anual de producción de carnes frías fue de: salchicha (50%), jamones (39%) y otros (11%), en este último grupo se incluyen el chorizo y la longaniza (su diferencia radica en la elaboración de la carne) (31%), el tocino (30%), chuleta ahumada (18%), mortadela (13%) y queso de puerco (8%) (Comecarne, 2023). De acuerdo con el Consejo Mexicano de la Carne (2022), los principales lugares de adquisición de productos cárnicos, particularmente carnes frías son: abarrotes (38%), supermercados (25%), charcuterías (23%), mercado (12%), minisúper (1%) y otros (2%), en el indicador de la compra de carnes frías el chorizo y la longaniza se posicionan en el 3er. lugar de producto que más se adquiere. El sitio de venta corresponde al tipo de productor: industrias que poseen marcas registradas de venta en supermercados, medianas empresas de venta regional en centrales de abasto, y pequeños productores con venta en ámbito rural y familiar, estos últimos elaboran los chorizos siguiendo procesos transmitidos por generaciones, que prácticamente evitan el uso de aditivos e ingredientes no cárnicos diferentes a la sal, especias y/o condimentos (Díaz-Ramírez *et al.*, 2018; González-Tenorio *et al.*, 2012); estos productos se categorizan como "alimentos artesanales", aunque no hay una definición clara, algunos autores lo consideran como "aquellos productos elaborados a mano" o "productos elaborados con conocimientos y métodos tradicionales", que se distinguen por una producción en pequeña escala, uso de insumos locales, excluyen aditivos y conservadores en su elaboración (Díaz-Ramírez *et al.*, 2018). Particularmente, los productos alimenticios artesanales en ocasiones no se elaboran siguiendo la regulación higiénica (debido al desconocimiento o pocos recursos de los productores artesanos, impactando en la calidad del producto; por ejemplo, el abuso de temperatura por no contar con la cadena de frío adecuada para su distribución y venta; además, que son escasos los estudios de las características fisicoquímicas, nutricionales y microbiológicas de este tipo de productos. Actualmente el consumidor es más consciente de lo que consume y busca alternativas de productos que han sido desarrollados artesanalmente, procurando un producto más sano mediante etiqueta "limpia", sin embargo esto no excluye a las exigencias en su calidad e inocuidad que han aumentado a través de los años y que aún con ello, se han presentado hechos lamentables recientes en la república mexicana (Tlaxcala, Sinaloa, Sonora) donde se presentaron brotes de Guillain Barré y en el norte del país diversas intoxicaciones reportando dos muertes de infantes derivadas del consumo de alimentos, atribuyendo estos hechos, al cambio climático (aumento en la temperatura ambiental hasta 44 °C) y al desconocimiento del manejo del producto en estas condiciones. Debido a esto, la evaluación de los atributos de calidad e higiene durante la elaboración de productos artesanales, cobra especial relevancia para evitar hechos como los anteriormente mencionados haciendo de conocimiento público los peligros asociados a la manufactura de alimentos, el impacto del tipo de empaque y la importancia de la higiene en la preparación de estos para evitar enfermedades transmitidas por alimentos (ETA). Derivado de los resultados presentados en este estudio, se establecen estrategias de calidad para el cumplimiento de buenas prácticas de manufactura (BPM) durante el desarrollo del producto artesanal, además de su ideal conservación para evitar la proliferación microbiana y los potenciales peligros asociados al tipo de empaque propuesto. Estas recomendaciones le permitirán al productor artesano, conocer los peligros asociados al producto, aplicar BPM en la cadena de elaboración para mejorar la calidad del producto final alargando su vida útil. Este conocimiento contribuirá al desarrollo de la cultura de inocuidad de los productores artesanales mexicanos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del producto y su evaluación inicial

El chorizo de puerco artesanal analizado en este estudio es un alimento cárnico crudo de cerdo con chiles y especias, empacado al vacío sin adición de conservantes, almacenado a temperatura de refrigeración; se desconoce su calidad sanitaria, así como sus parámetros fisicoquímicos intrínsecos (pH, A_w y color) por lo que la evaluación de la calidad sanitaria y sus características fisicoquímicas son esenciales para establecer sus peligros potenciales. Al conocer estos elementos, se establecerían condiciones adecuadas del manejo del producto como la cadena de frío y su impacto en la vida útil del mismo en el empaque propuesto. Por otra parte, se desconoce su contenido nutricional, lo cual es de suma importancia para dar el primer paso hacia el cumplimiento de la Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM 051 SCFI SSA1 2010 que especifica la reglamentación del etiquetado de alimentos en México. Adicionalmente se comparó el contenido nutricional del chorizo artesanal con marcas comerciales.

Elaboración del chorizo artesanal

El chorizo fue elaborado artesanalmente con carne de cerdo magra y otros ingredientes de proveedores locales de Monterrey, Nuevo León. Se empacó al vacío en porciones de 50 g y fueron donadas por el productor al Laboratorio de Alimentos Funcionales del Departamento de Alimentos de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), almacenándose a 3.5 ± 0.5 °C. Las muestras fueron monitoreadas durante 28 días. Se realizaron análisis fisicoquímicos (A_w , pH, color) y microbiológicos los días 0, 3, 7, 9, 14, 16, 21, 23 y 28.

Análisis fisicoquímicos

Se realizaron análisis de pH, actividad de agua (A_w) y color para cada muestra de chorizo en los intervalos señalados anteriormente. Para pH, se pesaron 10 g de muestra y se diluyó con 100 mL de agua destilada, tomando la lectura en un potenciómetro (HANNA mod. HI98128). Para la medición de A_w , 5 g de muestra se introdujeron en un equipo AquaLab 4TE (Meter Group) tomando la medición de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Finalmente, el color fue determinado en 5 g de muestra con el equipo HunterLab Colorimeter (mod. ColorFlex EZ). Se realizó la medición de L^* (luminosidad), a^* (coordenadas rojo-verde), b^* (coordenadas amarillo-azul) de acuerdo con las instrucciones del fabricante (Blumenthal-Rodríguez et al., 2025)

Análisis microbiológicos

Se realizaron análisis de microorganismos indicadores y se monitorearon a través del tiempo, para evaluar su comportamiento en el producto final; además se determinó la presencia de *Salmonella* spp. sólo al día cero, considerando que éste patógeno debe estar ausente. Los microorganismos indicadores analizados fueron mesófilos aerobios, coliformes totales, bacterias ácido lácticas (BAL), hongos y levaduras, bajo las Normas Oficiales Mexicanas que corresponden (Tabla 1). La determinación inició con la preparación de la muestra bajo la NOM-110-SSA-1994, se tomaron 25 g de muestra y 225 mL de agua peptonada bufferada para su dilución, se homogenizó en un stomacher durante 60 s; posteriormente se realizaron diluciones decimales adicionales (10^{-2} a 10^{-4}). Para mesofílicos aerobios y BAL, se tomó 1mL de cada dilución decimal y se inoculó en placas Petri, en seguida se vertió el agar de recuento estándar (DIFCO) para mesófilos aerobios o agar MRS (de Man Rogosa & Sharpe, DIFCO) para BAL, incubándose a 35 ± 1 °C durante 24-48 h según corresponda. Para el análisis de coliformes totales se tomó 1mL de cada dilución decimal, se colocó en las cajas de Petri y se vertió el medio de cultivo Agar Bilis Rojo Violeta (RUBVA, DIFCO), incubándose a 35 ± 1 °C por 24 h. Finalmente para el análisis de hongos y levaduras, se realizó el mismo procedimiento, pero se vertió medio de cultivo de agar papa dextrosa (PDA, DIFCO) acidificado (ácido tartárico al 10 % SIGMA-ALDRICH), incubándose a 25 °C durante 5 días. Para el caso de *Salmonella* spp. se aplicó la metodología de la NOM correspondiente (Tabla 1). La expresión de resultados se

reportó en LOG_{10} UFC/g para posteriormente realizar un modelado mediante el software Microrisk Lab V 1.2 con modelos de competencia de Jameson para la obtención de gráficos de interacción microbiana en el tiempo.

Tabla 1. Normativas oficiales mexicanas utilizadas para el análisis microbiológico del chorizo artesanal empacado al vacío.

Análisis	NOM aplicable
Mesofílicos aerobios y BAL	NOM-092-SSA1-1994. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa
Coliformes totales en placa	NOM-113-SSA1-1994. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa.
Mohos y levaduras	NOM-111-SSA1-1994. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos
<i>Salmonella</i> spp.	NOM-210-NOM-210-SSA1-2014. Métodos de prueba microbiológicos. Determinación de microorganismos indicadores. Determinación de microorganismos patógenos.

Composición química

La composición química del chorizo artesanal se realizó mediante los métodos estándar de la Asociación Oficial de Química Analítica (AOAC, 2006). El contenido de cenizas se evaluó gravimétricamente (AOAC 14.006). El nitrógeno se determinó mediante el método Kjeldahl (AOAC 930.29). La grasa se determinó por el método Soxhlet (AOAC 920.39), la fibra dietética total (AOAC 985.29); y el extracto libre de nitrógeno (carbohidratos disponibles) se midieron por la diferencia de valores al 100%. Una vez obtenidos los valores nutrimentales, se compararon con marcas comerciales.

Análisis estadístico

Las mediciones se realizaron por triplicado y se realizó ANOVA con un nivel de confianza del 95% ($p \leq 0.05$) utilizando el software SPSS Versión 20 (IBM, SPSS Inc., Chicago, IL, EE. UU.). Para determinar la diferencia estadísticamente significativa entre los valores, se realizó un análisis de varianza de una vía y una prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evaluación de los atributos fisicoquímicos y microbiológicos de chorizo artesanal empacado al vacío se monitoreó durante 28 días, almacenado a temperatura de refrigeración (3.5 ± 0.5 °C); además, la evaluación en su composición química el día 0.

Atributos Fisicoquímicos

Durante la medición de los parámetros fisicoquímicos, se observó una disminución del pH a través del tiempo (Tabla 2). El chorizo tuvo un pH inicial de 5.3 ± 0.1 , que fue disminuyendo, presentándose cambios significativos desde el día 14 y hasta el 28, en donde el valor de pH final fue de 4.7 ± 0.1 . En el caso del A_w presentó ligeras variaciones con cambios significativos entre el día 0 y 28 con valores entre 0.981 - 0.992. El color presentó variaciones mínimas a través del tiempo, presentando una coloración ligeramente más clara al final del almacenamiento (Tabla 2). Los parámetros cromáticos con más variaciones significativas fueron L^* y a^* , mientras que el b^* se mantuvo más estable.

Tabla 2. Parámetros fisicoquímicos y cromáticos del chorizo respecto al tiempo.

Día	Parámetro					Aspecto
	pH	A _w	Cromáticos			
			L*	a*	b*	
0	5.3±0.1 ^{ab}	0.986±0.002 ^b	22.38± 0.01 ⁱ	20.00±0.01 ^b	29.14±0.01 ^{ab}	
3	5.4±0.2 ^a	0.985±0.000 ^{bc}	22.77±0.01 ^h	19.47±0.02 ^e	28.12±0.01 ^{ab}	
7	5.2±0.1 ^{ab}	0.987±0.000 ^b	24.49±0.01 ^g	17.94±0.01 ⁱ	26.59±0.03 ^{bc}	
9	5.2±0.1 ^{ab}	0.986±0.000 ^b	23.37±0.03 ^f	18.82±0.01 ^h	26.17± 0.01 ^c	
14	5.1±0.1 ^b	0.981±0.003 ^c	24.64±0.02 ^e	19.57±0.00 ^d	29.35±0.02 ^a	
16	5.0±0.1 ^b	0.988±0.000 ^b	24.89±0.01 ^d	19.62±0.01 ^c	29.57±0.10 ^a	
21	4.8±0.1 ^{bc}	0.987±0.000 ^b	26.32±0.02 ^c	18.91±0.01 ^g	27.69±0.05 ^{ab}	
23	4.8±0.1 ^{bc}	0.989±0.000 ^{ab}	26.95±0.02 ^b	19.23±0.01 ^f	28.68±0.10 ^{ab}	
28	4.7±0.1 ^c	0.992±0.001 ^a	28.12±0.02 ^a	20.11±0.01 ^a	28.10±0.05 ^{ab}	

^{a-i} Diferentes letras en columna son significativamente diferentes.

En la elaboración artesanal de algún producto alimenticio, es importante conocer los atributos del producto final para conocer los peligros asociados a éste y tomarlo en cuenta para la presentación final del producto. De acuerdo con los valores de pH, los chorizos pueden clasificarse como embutidos de baja acidificación por presentar valores mayores a 4.6; en embutidos el pH es relevante debido a que valores mayores a 6.0 pueden favorecer el desarrollo de bacterias, mientras que pH inferiores a 4.5, pueden producir sabores ácidos y desagradables (Cobos-Velasco *et al.*, 2014). El chorizo artesanal presentó un valor de pH inicial de 5.3 (Tabla 2); según los reportes de FDA (2011), este valor está en el límite para evitar el crecimiento de algunos microorganismos esporulados como *Clostridium perfringens* y el tipo no proteolítico de *C. botulinum*; sin embargo, otros patógenos pueden proliferar desde pH 4.6 (Tabla 3). El A_w inicial del chorizo fue de 0.986 y aunque se presentaron cambios significativos en el A_w a través del tiempo (Tabla 2), este cambio no representa una diferencia discriminativa para el tipo de microorganismos que pudiesen desarrollarse en estos rangos, ya que desde valores de 0.92, se puede presentar *Listeria monocytogenes*, y en rangos mayores a este valor, pueden proliferar patógenos como *Salmonella* spp., *Clostridium perfringens*, *E. coli* (patógenas), entre otros (Services H, 2001). Los valores de A_w del chorizo analizado, estuvieron muy por encima de 0.92 con valores cercanos a 0.98, por lo que cualquier microorganismo mencionado podría proliferar si la cadena de frío (0 a 4 °C) o el pH no se mantuvieran controlados. De acuerdo con Cobos-Velasco *et al.* (2014), los embutidos que presenten un A_w con valores de humedad intermedia (0.90) o un pH igual o menor a 5.3 pueden ser estables a temperatura ambiente, teniendo en cuenta que, por considerarse de baja acidez, el A_w es decisivo para el control microbiano, por lo que el producto aquí analizado, no se consideraría estable y es recomendable considerar estrategias para disminuir el A_w. Becerril-Sánchez *et al.* (2019), investigaron la calidad sanitaria de chorizo rojo tradicional comercializado en la ciudad de Toluca, Estado de México, encontrando rangos de pH entre 4.47 y 4.78 y A_w de 0.959 a 0.970; estos valores de pH son más ácidos que el producto analizado, esto podría atribuirse al tipo de proceso (del chorizo rojo tradicional) de fermentación espontánea y oreo con el consecuente crecimiento de bacterias ácido lácticas y la generación de ácidos orgánicos, además de la naturaleza ácida de la formulación del

producto por sus ingredientes como vinagre, mezcla de chiles etc. (Becerril-Sánchez *et al.*, 2019). Considerando que la presentación final del chorizo analizado (al vacío), es anaeróbica y podría propiciar el crecimiento de *C. botulinum*, se recomienda alguna estrategia para mantener controlado este patógeno. Se han reportado estrategias de conservación para éste, mediante valores de A_w bajos (menores a 0.9), pH menores a 4.6 o congelación. Por tratarse de un alimento crudo, no listo para consumo y artesanal, se sugiere la congelación como una buena opción o en su defecto la acidificación del producto a pH 4.6 (Tabla 3), tratando de conservar el sabor y textura original del producto artesanal. El producto recibirá un tratamiento de cocción por el consumidor para poder ser ingerido; este tratamiento inactivaría patógenos y/o algunas toxinas presentes. A pesar de que la toxina botulínica es termolábil (≥ 85 °C/15 min), un simple caso de botulismo se considera de alta letalidad, por lo que se debe de erradicar cualquier posibilidad (Heredia *et al.*, 2008).

Tabla 3. Condiciones limitantes de los principales patógenos asociados a productos cárnicos.

Patógeno	A_w mínima	pH min/máx.	Temperatura °C min/máx.	Requerimiento de oxígeno
<i>Bacillus cereus</i>	0.92	4.3/9.3	4/55	AF
<i>Campylobacter jejuni</i>	0.987	4.9/9.5	30/45	MA
<i>Clostridium botulinum</i> (tipo A y proteolítico tipo B y F)	0.935	4.6/9.0	10/48	AN
<i>Clostridium botulinum</i> (tipo E y no-proteolítico tipo B y F)	0.97	5.0/9.0	3.3/45	AN
<i>Clostridium perfringens</i>	0.93	5.0/9.0	10/52	AN
Cepas patógenas de <i>Escherichia coli</i>	0.95	4.0/10.0	6.5/49.4	AF
<i>Listeria monocytogenes</i>	0.92	4.4/9.4	-0.4/45	AF
<i>Salmonella</i> spp.	0.94	3.7/9.5	5.2/46.2	AF
<i>Staphylococcus aureus</i> (proliferación)	0.83	4.0/10.0	7/50	AF
<i>Staphylococcus aureus</i> (producción de toxina)	0.85	4.0/9.8	10/48	AF
<i>Yersinia enterocolitica</i>	0.945	4.2/10	-1.3/42	AF

FDA. Fish and Fishery Products Hazards and Controls Guidance; AF (anaerobio facultativo), AN (anaerobio estricto), MA (microaerofílico).

Calidad Sanitaria

La calidad sanitaria fue evaluada mediante la determinación de microorganismos indicadores y deteriorantes: coliformes totales, mesófilos aerobios, bacterias ácido lácticas (BAL), mohos y levaduras y *Salmonella* spp. Al realizar los análisis al día cero, se encontró que la cantidad de inicial mesofílicos aerobios fue de 1×10^6 UFC/g (Tabla 4). La Norma aplicable no menciona un límite máximo para estos microorganismos en este tipo de producto, se conoce que cuentas muy altas ($\geq 1 \times 10^6$) pueden deteriorar rápidamente la vida útil del producto, además de

indicar malas prácticas en el proceso de elaboración (Gerber C., 2015). A pesar de encontrarse altas cantidades de bacterias mesófilas, la cantidad de coliformes totales se mantuvo debajo de $2.24 \pm 0.34 \text{ LOG}_{10} \text{ UFC/g}$ desde el primer día y durante el transcurso del tiempo de almacenamiento (Tabla 4). Aunque los límites permisibles en la NOM para cárnicos, están especificados para *E. coli* (Tabla 4), al no encontrarse una cantidad mayor a 5000 UFC/g ($3.69 \text{ LOG}_{10} \text{ UFC/g}$) de coliformes totales en nuestro estudio, se asume que la cantidad de *E. coli*, no rebasa los límites permisibles. Para el caso de la determinación de *Salmonella* spp. se encontró conformidad con la norma al estar ausentes en 25 g de muestra al día cero (Tabla 4).

Tabla 4. Especificaciones sanitarias para productos cárnicos curados crudos, no listos para consumo (NOM-213-SSA1-2018).

Microorganismo	Límite máximo	Resultados chorizo artesanal
Mesofílicos aerobios	-----	$1 \times 10^6 \text{ UFC/g}$
BAL	-----	$1 \times 10^3 \text{ UFC/g}$
<i>E. coli/coliformes</i>	$5 \times 10^3 \text{ UFC/g}$	$2 \times 10^2 \text{ UFC/g}$
<i>Salmonella</i> spp	Ausente en 25 g	Ausente en 25 g

Se realizó un monitoreo en el tiempo de microorganismos deteriorantes (BAL, mohos y levaduras) e indicadores (mesófilos aerobios y coliformes totales) para establecer su comportamiento en un ambiente al vacío y su relación con los atributos de pH y A_w determinados. Las BAL y mohos y levaduras, mostraron un aumento significativo de la población en el tiempo (3.15 y $3.95 \text{ LOG}_{10} \text{ UFC/g}$, respectivamente) mientras que los coliformes totales y los mesofílicos aerobios presentaron un decremento de 2.24 y $1.76 \text{ LOG}_{10} \text{ UFC/g}$ respectivamente (Tabla 5). Para observar la variación del valor de pH y su influencia sobre el crecimiento microbiano en el tiempo, se obtuvieron gráficos mediante el software Microrisk Lab V1.2 con modelos de competencia de Jameson.

Tabla 5. Evaluación microbiológica del chorizo respecto al tiempo en una temperatura de almacenamiento de $4 \text{ }^\circ\text{C}$

Día	$\text{LOG}_{10} \text{ UFC/g}$			
	Coliformes totales	Mesofílicos aerobios	Bacterias ácido lácticas	Hongos y Levaduras
0	2.24 ± 0.34^a	6.00 ± 0.01^a	3.02 ± 0.03^c	ND
3	1.41 ± 1.00^a	4.35 ± 0.01^b	3.56 ± 0.26^d	ND
7	1.75 ± 1.24^a	3.87 ± 0.38^b	4.15 ± 0.05^c	3.06 ± 0.03^b
9	ND	3.52 ± 0.74^b	4.62 ± 0.03^c	2.65 ± 0.21^c
14	ND	3.84 ± 0.09^b	5.70 ± 0.10^b	3.90 ± 0.02^a
16	ND	4.24 ± 0.34^b	6.15 ± 0.09^{ab}	3.95 ± 0.21^a
21	ND	4.54 ± 0.34^b	6.64 ± 0.16^a	3.94 ± 0.08^a
23	ND	3.72 ± 0.17^b	6.51 ± 0.14^a	3.95 ± 0.07^a
28	ND	3.23 ± 0.39^b	6.27 ± 0.08^a	3.97 ± 0.05^a

^{a-c} Diferentes letras en columna son significativamente diferentes. ND: No detectado.

En la Fig. 1 se muestra la interacción de la población de BAL con el pH durante el tiempo de almacenamiento, mientras que la Fig. 2 nos presenta las interacciones de crecimiento entre las poblaciones microbianas. Como se puede observar en la Fig. 1, a medida que aumenta la población de BAL el pH del sistema disminuye. Por otra parte,

las interacciones de la flora acompañante muestran que a medida que aumentan las BAL, los coliformes totales y mesófilos aerobios disminuyen, mientras que los mohos y levaduras aumentan (Fig. 2).

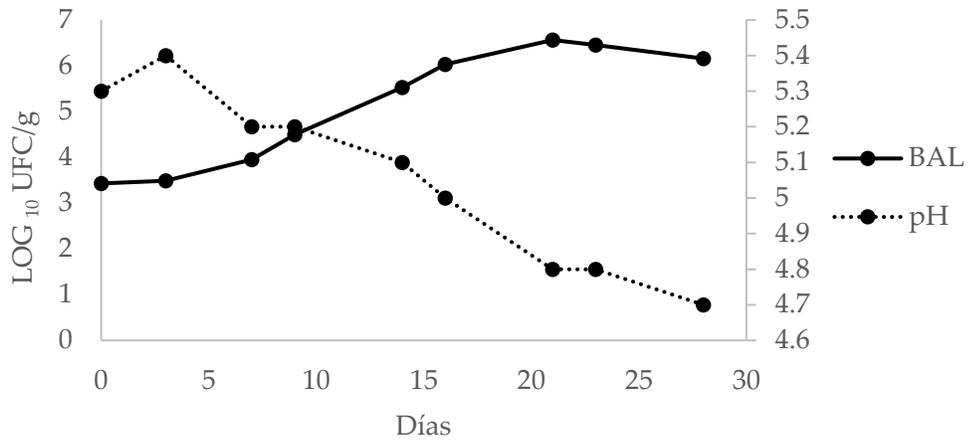


Figura 1. Evolución del pH y la población de BAL (LOG₁₀ UFC/g) en el tiempo. Nótese la disminución de pH y el aumento de la población de BAL, con un aumento total de 3 UFC-Log al final del crecimiento.

El comportamiento de los microorganismos indicadores (mesofílicos, BAL, mohos y levaduras) en el tiempo, es sumamente importante debido a que pueden causar un deterioro, tanto en sus propiedades organolépticas, así como en algunos parámetros fisicoquímicos como el color y el pH. El grupo mesofílico está conformado por aquellos microorganismos capaces de desarrollarse de manera aerobia entre 20 y 45 °C. Esta determinación refleja la calidad sanitaria, indicando las condiciones de higiene de la materia prima; así mismo pueden indicar una mala o buena manipulación durante la elaboración del alimento. La presencia elevada de mesófilos, pudiera indicar también la posibilidad de la presencia de patógenos, sin embargo, no significa con seguridad que estén presentes (Trinks, F. 2014). Este hecho fue corroborado con la ausencia de *Salmonella* spp., a pesar de haber encontrado una cantidad alta de mesofílicos, este patógeno estuvo ausente. La cantidad alta de mesofílicos aerobios, indica un mal manejo de la materia prima, o deficiencias durante la preparación y proceso del alimento; sin embargo, al encontrarse una baja cantidad de coliformes totales/fecales, se evidencia que esta contaminación no es de origen fecal o por ausencia de lavado de manos. Adicionalmente, se recomienda una revisión de proveedores de las especias adicionadas al producto, ya que dentro del grupo mesofílico se encuentran los microorganismos esporulados y, por lo tanto, la presencia de esporas en las especias adicionadas, podrían ocasionar un incumplimiento en el límite permisible. Es importante tener en cuenta que, a pesar de no encontrarse patógenos en el producto, es un riesgo latente, debido a la gran cantidad de bacterias mesófilas presentes y al desconocimiento del origen de esta contaminación. Por otra parte, al tratarse de un alimento ácido en este caso, la presencia de BAL es importante; el aumento puede alterar las propiedades organolépticas y/o fisicoquímicas del producto como el pH, y alterar la vida de anaquel debido a que, durante la producción de ácidos orgánicos, se genera también el ambiente apropiado para el desarrollo de mohos y levaduras, por lo que su control y monitoreo resulta importante (Mwove *et al.*, 2017).

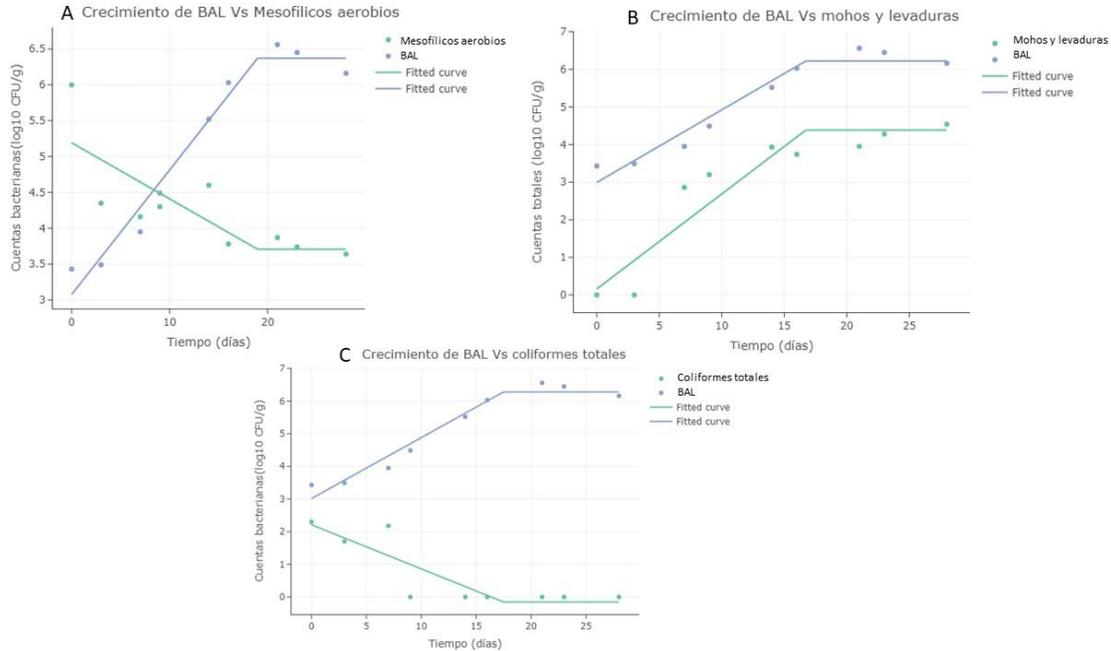


Figura 2. Interacciones de la flora acompañante durante el aumento de BAL. Los mesófilos y coliformes totales disminuyen al aumentar la población de BAL (A, C), mientras que los mohos y levaduras aumentan (B). Los gráficos fueron modelados con Microrisk Lab V 1.2 mediante los modelos de competencia de Jameson- No lag Buchanan model.

En la Tabla 5, se reporta la evolución de los microorganismos en el producto a través de su almacenamiento a 4 °C y en la Fig. 2, la interacción de las poblaciones bacterianas en el tiempo. Resulta importante observar la disminución de mesofílicos aerobios y coliformes totales durante el aumento de BAL; así mismo, el aumento de mohos y levaduras al aumentar la población de BAL. Esto podría deberse a la producción de ácidos orgánicos por parte de BAL, y por lo tanto la disminución de pH que permite que aquellos microorganismos acidófilos aumenten, mientras que los mesófilos y coliformes, disminuyan. La interacción y dependencia de todos estos factores nos proporcionan datos importantes para mejorar tanto las prácticas de manufactura como la formulación y controlar el crecimiento microbiano. Es importante recalcar que el objetivo de este estudio es establecer tanto los peligros asociados al producto como las interacciones microbianas en el producto empacado al vacío, y de esta forma, tomar acciones mediante estrategias que nos permitan mantener el producto con “etiqueta limpia” y evitar la adición de cualquier químico que pudiera afectar el estilo casero y artesanal del producto.

Composición química del chorizo artesanal

El análisis de composición química del chorizo artesanal se realizó para evaluar la calidad nutrimental que presenta y compararlo con productos comerciales. La Tabla 6, muestra los resultados obtenidos para el contenido de fibra, proteína, grasa y carbohidratos.

Tabla 6. Composición química del chorizo artesanal y comercial por 100g

	Porcentaje (%)					
	Humedad	Ceniza	Proteína	Grasa	Fibra	Carbohidratos
Chorizo artesanal	71.49±0.03	2.62±0.03	13.81±0.27	3.73±0.96	1.68±0.20	6.67±0.52
Chorizo comercial	-----	-----	10.20±0.50	35.80±0.95	3.30±0.20	9.00±0.52
INCMNSZ*	32.8**	3.50	13.30	41.20	----	9.10

* INCMNSZ: Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.

**Valores reportados en las tablas de composición de alimentos de INCMNSZ.

Finalmente, en la composición química, el chorizo artesanal evaluado presento valores de 13.81 %, 3.73 % y 6.67 % de proteína, grasa y carbohidratos respectivamente, en comparación de un chorizo de marca comercial, se obtuvo valores de 10.20 %, 35.80 % y 9.00 % de proteína, grasa y carbohidratos respectivamente; observando que el chorizo artesanal se obtuvo una mayor cantidad de proteína y menor cantidad de grasa y carbohidratos. De acuerdo a tablas de composición nutrimentales del INCMNSZ, el chorizo picante por cada 100 g, contiene aproximadamente 13.30 g de proteína, 41.20 g de grasa y 9.10 g de carbohidratos; en el producto artesanal analizado los valores de proteína y carbohidratos son similares, sin embargo, para la grasa hay gran diferencia en los valores obtenidos, esto podría estar relacionado con la formulación del producto. Pérez-Martínez *et al.*, (2020), realizaron una investigación de evaluación de la calidad de 10 marcas de chorizo, analizaron etiquetas nutrimentales e ingredientes del Estado de Hidalgo, encontrando que, por cada 100 g de producto, la cantidad de proteína fue de 11 a 24.10 g, de grasa de 9.6 a 41 g y de carbohidratos de 0.55 a 9 g, siendo que la variabilidad de la formulación del producto (especie de la carne, ingredientes y aditivos) se refleja en la información nutrimental. El chorizo artesanal analizado, contiene una cantidad de proteína alta (13.81%), esta característica permite contar con mejores propiedades funcionales como es el ligado de las grasas; de igual manera, la proporción de hidratos de carbono es baja, debido que provienen de los tejidos corporales del tipo de carne que se utiliza (Pérez-Martínez *et al.*, 2020); finalmente la cantidad de los grasa fue menor en el chorizo artesanal analizado (3.73g) en comparación de los productos comerciales (9.6 a 41 g) (Pérez-Martínez *et al.*, 2020). Uno de los nutrientes importantes en la calidad de chorizo es la grasa, debido a que puede aportar propiedades que afecten directamente el valor nutritivo, sabor, textura y la estabilidad oxidativa del producto (González-Tenorio *et al.*, 2013). Desde hace algunos años, la OPS ha referenciado que el consumo excesivo de “nutrientes críticos” (azúcares, grasas totales, saturadas y trans, y sodio) se considera un problema de salud pública, debido a una correlación con enfermedades crónicas como diabetes, sobrepeso u obesidad, hipertensión, enfermedades cardíacas, vasculares, renales y cerebrales. En la formulación del chorizo, al utilizar carne de cerdo puede contener cantidades de grasa saturada que está relacionadas con el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, algunos tipos de cáncer y enfermedades no transmisibles por lo que el consumo de estos alimentos sea moderado (Pérez-Martínez *et al.*, 2020). Actualmente, los consumidores tienen más conciencia de los alimentos que seleccionan, debido a esto, la industria cárnica busca fuentes alternas de bajo costo para ofrecer productos alimenticios altamente proteicos, con menor contenido de grasa y mejorar el rendimiento, pero manteniendo la calidad que el consumidor desea (Bravo Aguilar *et al.*, 2025). Los resultados muestran que el chorizo artesanal contiene mayor cantidad de proteína, menor cantidad de grasa y carbohidratos comparado con el chorizo comercial, por lo que sería un producto más saludable que los comerciales.

CONCLUSIONES

La evaluación de los atributos del chorizo artesanal permitió conocer el comportamiento que presentará el producto en refrigeración durante un tiempo de 28 días; los valores fisicoquímicos de pH, Aw y color muestran cambios significativos en el tiempo, así como el aumento de microorganismos deteriorantes (BAL). La calidad sanitaria del producto al tiempo cero no fue deseable para mesofílicos aerobios, mientras que los coliformes totales, y *Salmonella* spp., estuvieron de conformidad con las normas aplicables. Durante el aumento de BAL, se observó una disminución de crecimiento en mesofílicos aerobios y coliformes totales, mientras que los mohos y levaduras presentaron un aumento en la población. El peligro potencial asociado al tipo de empaque al vacío y al pH inicial, es *C. botulinum* por lo que se recomienda congelación del producto. El chorizo artesanal demostró ser más saludable que el producto comercial, debido a que presenta mayor contenido de proteína y menor cantidad de grasas y carbohidratos. Se recomienda una revisión sanitaria de la materia prima y una inspección *in situ* de proceso durante la preparación del producto.

Agradecimientos

A los productores artesanales del chorizo “Chabelita” (Sr. Alejandro Castillo Sánchez, Sra. Sandra Stella Hernández Leal) por habernos proporcionado la materia prima y las facilidades para la realización de este proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC. 2006. *Official methods of analysis of the association of official analytical chemists* (17th ed.)
- Becerril-Sánchez, A.L., Dublán-García, O., Domínguez-López, A., Arizmendi-Cotero, D., Quintero-Salazar, B. 2019. La calidad sanitaria del chorizo rojo tradicional que se comercializa en la ciudad de Toluca, Estado de México. *Rev Mex Cienc Pecu*; 10(1):172-185. DOI: <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i1.4344>
- Blumenthal-Rodríguez, J.; Amaya-Guerra, C.A.; Quintero-Ramos, A.; Castillo-Hernández, S.L.; Bautista-Villarreal, M.; Báez-González, J.G.; Elizondo-Luevano, J.H.; Torres-Alvarez, C. 2025. Eggplant Flour as a Functional Ingredient in Frankfurt-Type Sausages: Design, Preparation and Evaluation. *Foods*, 14, 624. <https://doi.org/10.3390/foods14040624>
- Bravo Aguilar, M. S., Sarmiento Ruiz, D. C., & Neira Silva, J. P. (2025). Uso de Plasma Sanguíneo Porcino en Productos Cárnicos Emulsificados Cocido para Mejorar la Retención de Agua. *Revista Veritas De Difusão Científica*, 6(1), 2081–2097. <https://doi.org/10.61616/rvdc.v6i1.500>
- Comecarne (Consejo Mexicano de la Carne). 2023. Compendio Estadístico de la Industria Cárnica Mexicana. <https://comecarne.org/compendio-estadistico-2023/>
- CMC, Consejo Mexicano de la Carne. Mercado consumidor de proteína cárnica en México. 2023. <https://comecarne.org/mercado-consumidor-de-proteina-carnica-en-mexico/>
- Cobos-Velasco, J. E., Soto-Simental, S., Alfaro-Rodríguez, R. H., Aguirre-Álvarez, G., Rodríguez-Pastrana, B. R., & 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(1), 50-64. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6031413>
- Díaz-Ramírez, M., Salgado-Cruz, M., Medellín-Cruz, L., Cruz-Monterrosa, R.G., Rayas-Amor, A.A., Jiménez-Guzmán, J., Cortés-Sánchez, A. 2018. Alimentos artesanales mexicanos: aspectos nutrimentales. *Agroproductividad*. 11 (11): 59-64. DOI: <https://doi.org/10.32854/agrop.v11i11.1284>
- FDA (Food and Drug Administration). *Fish and Fishery Products Hazards and Controls Guidance*; FDA: Silver Spring, MD, USA, 2011. <https://books.rsc.org/books/monograph/298/The-Food-Safety-Hazard-Guidebook>
- González-Tenorio R., Totosaus A., Caro I., Mateo J. 2012. Caracterización de Propiedades Químicas y Fisicoquímicas de Chorizos Comercializados en la Zona Centro de México. *Información Tecnológica*. 24(2), 3-14. DOI:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642013000200002>
- González-Tenorio, R., Caro, I., Soto, S., Rodríguez, B. R., & Mateo, J. 2012. Características microbiológicas de cuatro tipos de chorizo comercializados en el Estado de Hidalgo. *Nacameh*, 6(2), 25-32. <https://portalcientifico.unileon.es/documentos/5f94ccfc2999521ddf0b96a2?lang=en>
- Gerba C. 2015. Indicators microorganisms. *in* Environmental Microbiology. Pepper I.L., Gerba C.P., and Gentry, T.J., Editors. Elsevier, Third edition.
- Heredia, N., Wesley, I., & García, S. 2008. Microbiologically Safe Foods (1st Edition). John Wiley & Sons, Inc. DOI: <https://doi.org/10.1002/9780470439074>

- INCMNSZ. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. 2015. Tablas de composición de alimentos y productos alimenticios (versión condensada), Ciudad de México. ISBN: 978-607-7797-19-7
- Mwove, J. K., Mahungu, S. M., Gogo, L. A., Chikamai, B. N., & Omwamba, M. 2017. Microbial quality and shelf life prediction of vacuum-packaged ready to eat beef rounds containing gum Arabic. *International Journal of Food Studies*, 6(1), 24–33. <https://doi.org/10.7455/ijfs/6.1.2017.a3>
- Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. [Consultado 1 agosto 2023] Disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4886029&fecha=12/12/1995 - gsc.tab=0
- Norma Oficial Mexicana NOM-110-SSA1-1994 Bienes y servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico. [Consultado 1 agosto 2023] Disponible en: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69533.pdf>
- Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1- 1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos. [Consultado 1 agosto 2023] Disponible en: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4881226&fecha=13/09/1995#gsc.tab=0
- Norma Oficial Mexicana NOM-113-SSA1- 1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa. [Consultado 1 agosto 2023] Disponible en: http://diariooficial.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4869711&fecha=22/02/1995 - gsc.tab=0
- Norma Oficial Mexicana NOM-213-SSA1-2018, Productos y servicios. Productos cárnicos procesados y los establecimientos dedicados a su proceso. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba. [Consultado 1 agosto 2023] Disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5556645&fecha=03/04/2019#gsc.tab=0
- Norma Oficial Mexicana NOM-210-SSA1-2014, Productos y servicios. Métodos de prueba microbiológicos. Determinación de microorganismos indicadores. Determinación de microorganismos patógenos.
- OPS. Organización Panamericana de la Salud. Etiquetado frontal. Recuperado el 31 de julio del 2023 de <https://www.paho.org/es/temas/etiquetado-frontal>
- Pérez-Martínez, J. F., Pérez-Vargas, C., Pontaza-Ortíz, I., Torres-Mota, D. B., Ariza-Ortega, J. A., Valdez-Ibarra, I. D., & Ramírez-Moreno, E. 2020. Revisión de la composición nutrimental y aditivos de los chorizos comerciales. *Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, 8(16), 135-139. DOI: <https://doi.org/10.29057/icsa.v8i16.5356>
- Services, H. 2001. Evaluation and Definition of Potentially Hazardous a Report of the Institute of Food Technologists. 223.
- Trinks, F. 2014. Microorganismos indicadores. Ministerio de salud; ANMAT.