


La calidad sanitaria del chorizo rojo tradicional que se comercializa en la ciudad de Toluca, Estado de México



Ana Laura Becerril Sánchez^a

Octavio Dublán García^b

Aurelio Domínguez-López^c

Daniel Arizmendi Cotero^c

Baciliza Quintero-Salazar^{d*}

^a Universidad Autónoma del Estado de México. Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Químicas, Paseo Colón intersección Paseo Tollocan s/n. Col. Residencial Colón, 50120 Toluca, Estado de México, México.

^b Universidad Autónoma del Estado de México. Laboratorio de Toxicología Ambiental, Facultad de Química. México.

^c Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Ciencias Agrícolas, México.

^d Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Turismo y Gastronomía. México.

*Autor de correspondencia: bquinteros@uaemex.mx

Resumen:

El *chorizo rojo tradicional* que se comercializa en Toluca es un producto cárnico con gran fama pero, poco se sabe sobre su calidad. El objetivo de este estudio fue determinar la calidad sanitaria de este embutido en diversos puntos de venta. A partir de tres muestreos, se analizaron 75 muestras de los cuatro principales mercados de la ciudad de Toluca y 10 carnicerías especializadas. Con base en normas oficiales mexicanas se determinaron: a_w , humedad, pH, acidez y contenido de nitritos. Se realizó el conteo de bacterias mesófilas aerobias (BMA), bacterias ácido lácticas (BAL), coliformes totales y coliformes fecales; así

como la detección de *Salmonella* spp. y *Escherichia coli*. El chorizo rojo tradicional no presentó diferencias significativas ($P>0.05$) en la mayoría de las variables fisicoquímicas y microbiológicas analizadas. Mostró un a_w superior a 0.95; humedad entre 40 y 50 %; pH inferior a 5 y nitritos por debajo de los límites máximos (156 mg/kg) permitidos según normas oficiales mexicanas. El recuento de BMA fue entre 7.3 a 7.8 Log_{10} UFC/g y 7.8 a 8.1 Log_{10} UFC/g para BAL; coliformes totales entre 11.1 a 48.6 número más probable, NMP/g y coliformes fecales entre 4.9 a 9.7 NMP/g. La presencia de *Salmonella* spp. y *E.coli* spp. se detectó tanto en mercados como en carnicerías especializadas, independientemente de su naturaleza; y el porcentaje de incidencia varió entre 11.1 a 60 % y 16.7 a 43.3 %, respectivamente. El chorizo rojo tradicional de Toluca presenta características distintivas, pero es imperativo implementar programas de manejo higiénico-sanitario durante su producción, almacenamiento y comercialización, que garanticen la obtención de un embutido no sólo típico de la región, sino inocuo.

Palabras clave: Chorizo rojo toluqueño, Inocuidad, Embutidos tradicionales mexicanos, *Enterobacteriaceae*, Calidad.

Recibido: 14/12/2016

Aceptado: 08/02/2018

La creciente valoración y demanda de alimentos tradicionales cuya calidad y reputación está asociada a un origen territorial ha motivado la realización de estudios de caracterización (tipificación) y de determinación de su calidad. En Europa la caracterización de alimentos tradicionales, en especial de embutidos artesanales, es una práctica común en países como Francia⁽¹⁾, Alemania⁽²⁾, Italia⁽³⁾ y España^(4,5). Particularmente en España, destacan los estudios realizados en embutidos fermentados secos tales como el chorizo de Pamplona^(4,5) y de cebolla de Galicia⁽⁶⁾. En estos se ha determinado el color y la textura⁽⁴⁾, compuestos volátiles⁽⁴⁾, cambios bioquímicos durante el proceso de maduración^(6,7), así como el efecto de los cultivos iniciadores sobre el perfil de compuestos volátiles, recuentos microbianos, parámetros fisicoquímicos y sensoriales⁽⁸⁾.

En el caso de México, las técnicas para la elaboración de embutidos fueron traídas por los españoles durante la Conquista⁽⁹⁾. Posteriormente el ingenio, la creatividad y biodiversidad locales dieron origen a una gran variedad de embutidos, entre los que destaca el chorizo, un embutido que se popularizó desde épocas novohispanas⁽¹⁰⁾.

El chorizo es un producto cárnico curado que se elabora a partir de una mezcla de carne y grasa de cerdo troceadas, adicionada con sales tales como el cloruro de sodio, nitritos, nitratos y otros aditivos alimentarios permitidos⁽¹¹⁾. Los chorizos mexicanos se caracterizan por

contener en su formulación mezclas de chiles, y son muy importantes dentro de la gastronomía mexicana; actualmente se producen variedades de chorizos tradicionales en entidades tales como Hidalgo, Veracruz, Oaxaca y el Estado de México, principalmente. Sin embargo, a pesar de su importancia gastronómica y económica existen pocos estudios sobre su caracterización fisicoquímica⁽¹²⁾, sensorial⁽¹³⁾ y microbiológica⁽¹⁴⁾.

En el Valle de Toluca, en el Estado de México, existe un gran arraigo en la producción a pequeña escala de chorizos rojos y verdes, los cuales se comercializan en los principales tianguis y mercados de la localidad⁽¹⁵⁾. La fama de Toluca como ciudad choricera es tal que, para muchos, “Toluca” es sinónimo de chorizo⁽¹⁶⁾. No obstante, a pesar de que la elaboración de estos embutidos es de gran importancia económica para la región⁽¹⁵⁾, sólo existen estudios preliminares sobre la calidad fisicoquímica y morfológica de los chorizos verdes tradicionales⁽¹⁷⁾ y prácticamente no existen investigaciones sobre la calidad, en general, y mucho menos sobre la calidad sanitaria del chorizo rojo tradicional.

Con base en lo anterior, y sabiendo la importancia que significa evaluar la calidad microbiológica de los alimentos regionales, el objetivo de este estudio fue determinar la calidad sanitaria del chorizo rojo tradicional que se comercializa en los principales mercados y carnicerías especializadas en la venta de productos cárnicos derivados del cerdo, en la ciudad de Toluca.

Se adquirieron muestras de chorizo rojo tradicional en 25 puntos de venta, de los cuales 15 correspondieron a locales establecidos en los principales mercados fijos de la ciudad de Toluca y 10 a carnicerías especializadas en la producción y venta de productos cárnicos de cerdo. Se realizaron tres muestreos: octubre-noviembre de 2015, enero-febrero de 2016 y marzo-abril de 2016.

Se realizaron análisis fisicoquímicos. La determinación de actividad de agua (a_w) se realizó por el método expuesto por Decagon⁽¹⁸⁾. Las determinaciones de pH y acidez total titulable se efectuaron con base en los métodos reportados por Guerrero *et al*⁽¹⁹⁾. El contenido de humedad se determinó por secado en horno⁽²⁰⁾. Para la determinación de nitritos se empleó el método de Griess⁽¹¹⁾.

Se realizaron conteos microbianos para lo cual se realizaron diluciones hasta 10^{-7} . La determinación de mesófilos aerobios se realizó en agar PCA (BD Bioxon, México) incubado a 35 ± 1 °C por 48 h⁽²¹⁾. Para coliformes totales y fecales se efectuó la técnica del número más probable (NMP) de acuerdo a la NOM-112-SSA1⁽²²⁾. Se determinó presencia de *Escherichia coli*. a partir de tubos positivos de la prueba confirmativa de coliformes NMP, en de placas de agar EMB (BD Bioxon, México) a 35 ± 1 °C durante 24 h. Posteriormente se realizaron tinciones Gram para las colonias sospechosas. A las cepas con morfología de bacilos Gram negativos se les realizó la prueba bioquímica IMViC (BD Bioxon, México). Para la determinación de *Salmonella spp.* se siguió la metodología expuesta en la NOM-114-

SSA1-1994⁽²³⁾; como medios de enriquecimiento se emplearon tubos de caldo RVS (BD Difco, Estados Unidos) y caldo tetrionato (BD Bioxon, México); como medios selectivos se usó agar HE (BD Difco, United States), agar SB (BD Bioxon, México) y agar SS (BD Bioxon, México). Las colonias sospechosas se transfirieron a medios de identificación bioquímica TSI (BD Bioxon, México) y LIA (BD Bioxon, México). La determinación de bacterias ácido lácticas se realizó por inoculación por el método de doble capa⁽²⁴⁾ en agar MRS a 35 °C por 48 h.

Todas las muestras se analizaron por triplicado y los datos obtenidos se analizaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) y el método de Tukey para comparación de medias, empleando el programa Statgraphics Centurion XVI Version 16.1.03, Warrenton, Virginia.

La producción de alimentos con calidad sanitaria es primordial, ya que los microorganismos presentes en estos pueden ser causantes no sólo del deterioro, sino de enfermedades que podrían poner en riesgo la salud del consumidor⁽²⁵⁾.

En México actualmente se produce una gran cantidad de alimentos tradicionales de manera artesanal sin embargo, con frecuencia presentan deficiencias en su calidad, especialmente en lo que respecta a la calidad sanitaria⁽²⁶⁾. Ejemplo de lo anterior son los estudios realizados en el queso de aro de Oaxaca⁽²⁷⁾, los quesos de Zacazonapan en el Estado de México⁽²⁸⁾, en chorizos comercializados en Hidalgo⁽¹³⁾ y en chorizo verde comercializado en Toluca⁽²⁹⁾.

Es importante aclarar que, para este estudio, los grupos de establecimientos donde se obtuvieron las muestras analizadas responden a características particulares (Cuadro 1). Las carnicerías especializadas (C) son locales establecidos equipados con mostradores refrigerados y áreas de almacenamiento específicas; características similares se aprecian en los locales del mercado M_d; ambos atienden a un sector de la población medio-alto. En cambio, los mercados M_a, M_b y M_c cuentan con establecimientos que se caracterizan por presentar espacios reducidos; sin áreas específicas para la producción, almacenaje ni limpieza; los locales del mercado M_b atienden a sector medio-bajo, además del comercio de mayoreo. Los chorizos tradicionales mexicanos presentan características únicas; en principio, son frescos, no madurados, ligeramente acidificados, y reciben cocción previa a su consumo. Particularmente los chorizos rojos tradicionales de Toluca se caracterizan por incluir en su formulación mezclas de chiles (*Capsicum annum*) incluyendo chile puya y guajillo, ancho, entre otros y, dependiendo de la variedad, por incluir frutos secos tales como piñón (*Jatropha curcas*), pasas (*Vitis vinífera*) almendras (*Prunus dulcis*), nueces (*Carya illinoensis*), entre otros⁽³⁰⁾. Otros aspectos distintivos son el formato (longitud y diámetro del producto), además de los parámetros fisicoquímicos (ejemplo: aw, pH, acidez) que aquí se determinaron.

Cuadro 1: Características de los grupos de establecimientos donde se comercializa el chorizo rojo en la ciudad de Toluca

Grupo de establecimiento	Grado de tecnificación	Tipo de almacenamiento	Sector de comercio
M _a (n=15)	Artesanal	Intemperie	Medio-bajo
M _b (n=15)	Artesanal	Intemperie	Medio-bajo
M _c (n=6)	Artesanal	Intemperie	Medio-bajo
M _d (n=9)	Artesanal	Refrigeración	Medio-alto
C (n=30)	Semi-industrial	Refrigeración	Medio-alto

M= mercados; C= carnicerías especializadas.

Para poder entender la presencia de microorganismos indicadores primero fue necesario realizar las determinaciones fisicoquímicas que se muestran en el Cuadro 2. En términos generales, se puede observar que el valor de a_w del chorizo que se comercializa en los diferentes grupos de establecimientos analizados presentó un valor medio superior a 0.95, mostrando diferencia significativa ($P < 0.05$) entre el mercado M_a y las carnicerías especializadas (C). Dichos valores son coherentes por tratarse de embutido fresco; asimismo, son ligeramente mayores a los reportados para los chorizos del estado de Hidalgo (0.93-0.95)⁽¹³⁾ y el chorizo verde que se comercializa en Toluca (0.94-0.96)⁽¹⁷⁾. Cabe señalar que estos valores tan altos de a_w fueron un factor que, sin lugar a dudas, influyó en el desarrollo de bacterias, pero no de hongos y levaduras. Respecto al contenido de humedad, el producto presentó porcentajes entre 41.8 a 50.1 %; asimismo, se observó que aquellos grupos de establecimientos en donde los chorizos son almacenados en refrigeración presentaron un mayor porcentaje de humedad (M_d y C). Estos valores fueron mayores a los reportados para chorizos del estado Hidalgo (36 a 43 %)⁽¹³⁾. Los valores elevados de a_w en un alimento sugieren una mayor cantidad de agua disponible para el desarrollo de reacciones químicas, enzimáticas, así como un mayor crecimiento microbiano. Por otra parte, el contenido de humedad hace referencia al contenido total de agua sin especificar la porción de agua que está asociada a otras moléculas.

Cuadro 2: Parámetros fisicoquímicos del chorizo rojo tradicional que se comercializa en distintos grupos de establecimientos de la ciudad de Toluca

Grupo de establecimiento	a_w	Humedad (%)	pH	Acidez (% ácido láctico)	Nitritos (mg/kg)
M _a (n=15)	0.963±0.003 ^a	47.056±1.714 ^b	4.572±0.085 ^a	0.022±0.002 ^a	0.267±0.332 ^a
M _b (n=15)	0.959±0.003 ^{ab}	41.803±1.714 ^a	4.470±0.085 ^a	0.021±0.002 ^a	0.667±0.332 ^{ab}
M _c (n=6)	0.969±0.005 ^{ab}	46.515±2.710 ^{ab}	4.728±0.134 ^{ab}	0.022±0.003 ^{ab}	2.600±0.525 ^c
M _d (n=9)	0.964±0.004 ^{ab}	50.101±2.213 ^b	4.588±0.110 ^{ab}	0.028±0.002 ^{bc}	0.573±0.428 ^{ab}
C (n=30)	0.970±0.002 ^b	49.762±1.212 ^b	4.785±0.060 ^b	0.030±0.002 ^c	1.145±0.428 ^b

M= mercados; C= carnicerías especializadas.

a,b,c: Diferentes superíndices en la misma columna, indican diferencias significativas entre los establecimientos ($P<0.05$).

Respecto al pH, se presentaron valores inferiores a 4.8 y no hubo diferencia significativa ($P>0.05$) entre los chorizos procedentes de los diferentes mercados. Los chorizos de carnicerías especializadas (C) presentaron valores de pH significativamente mayores que los provenientes de los mercados M_a y M_b. Un comportamiento similar se observó en la acidez, donde el grupo de carnicerías especializadas presentó diferencias significativas ($P<0.05$) respecto a los mercados M_a, M_b y M_c. Estudios realizados en chorizo de Pamplona y de cebolla de Galicia han reportado valores de pH de 4.4 y pH 4.8 respectivamente^(4,6); dichos valores resultan comprensibles dado el proceso de maduración, el cual dura alrededor de 50 días. En el caso de chorizos que se comercializan en Tulancingo, México se han reportado valores de pH entre 4.41 a 5.15⁽³¹⁾, en tanto que para los chorizos verdes que se comercializan en Toluca entre 4.49 a 5.64⁽¹⁷⁾. El que los chorizos tradicionales que se comercializan en México, y particularmente en Toluca, presenten valores de pH cercanos al de los chorizos madurados españoles, podría deberse al efecto combinado de la fermentación espontánea durante el proceso de oreo con el consecuente desarrollo de bacterias lácticas y la producción de ácidos orgánicos, aunado a la naturaleza ácida de una cantidad importante de ingredientes como vinagre, vino tinto, vino blanco; además de chiles rojos secos como el guajillo, puya, ancho, chipotle y de árbol (*Capsicum annuum L.*) reportados en su formulación^(14,30).

En cuanto a los nitritos, se adicionan con fines antimicrobianos, antioxidantes, así como para fijar y contribuir al desarrollo de características organolépticas de algunos productos cárnicos⁽³²⁾. En este estudio se encontró que los chorizos de todos los grupos de establecimientos analizados presentaron valores de nitritos menores a 0.27 mg/kg, dicho valor se encuentra muy por debajo de los límites máximos permitidos (156 mg/kg) para embutidos por normas oficiales mexicanas⁽¹¹⁾. Estos resultados concuerdan con lo documentado con los productores tradicionales, quienes aseguran no adicionar nitritos a sus formulaciones⁽³⁰⁾. La presencia marginal de nitritos podría atribuirse a la oxidación biológica de las aminas o bien a la reducción anaeróbica del nitrato presente naturalmente en los

vegetales empleados en su producción, más que a la adición de manera intencional con fines de conservación del producto. La elaboración de chorizos sin la adición de nitritos es común en algunos lugares y es una disposición que debe cumplirse en productos como el chorizo de Cantimpalos, el cual cuenta con denominación de origen⁽³³⁾.

La determinación de microorganismos indicadores en alimentos permite determinar un manejo inadecuado o contaminación; un alto número de microorganismos indicadores, en la mayoría de los casos, podría incrementar el riesgo de presencia de microorganismos patógenos⁽³⁴⁾. Particularmente en el caso del chorizo rojo tradicional que se comercializa en Toluca se registraron valores de bacterias mesófilas aerobias entre 7.39 a 7.85 log₁₀ UFC/g (Cuadro 3). No se encontraron diferencias significativas ($P>0.05$) entre los diferentes grupos de establecimientos. La presencia de mesófilos aerobios generalmente indica el grado de contaminación de una muestra; sin embargo, esto no aplica en alimentos fermentados como el analizado aquí, ya que, por su naturaleza, es deseable una gran multiplicación bacteriana. Se ha observado que en embutidos como el chorizo tradicional de Galicia, la presencia de bacterias mesófilas aerobias y bacterias ácido lácticas se incrementa durante el proceso de fermentación, llegando a alcanzar valores de 8.55 log₁₀ UFC/g y 8.1 log₁₀ UFC/g, respectivamente al cabo de 30 días de maduración⁽⁷⁾.

Cuadro 3: Valores medios y desviación estándar de los recuentos de diversos grupos microbianos presentes en el chorizo rojo tradicional que se comercializa en Toluca

Grupo de establecimiento	Bacterias mesófilas aerobias (Log ₁₀ UFC/g)	Bacterias ácido lácticas (Log ₁₀ UFC/g)	Coliformes totales (NMP/g)	Coliformes fecales (NMP/g)
M _a (n=15)	7.76±0.48 ^a	7.90±0.36 ^a	48.56±57.29 ^b	7.85±6.11 ^a
M _b (n=15)	7.85±0.56 ^a	7.87±0.46 ^a	19.61±16.73 ^a	9.67±4.67 ^a
M _c (n=6)	7.60±0.44 ^a	7.84±0.47 ^a	14.33±10.87 ^a	5.73±3.44 ^a
M _d (n=9)	7.39±0.49 ^a	8.07±0.63 ^a	11.07± 8.49 ^a	4.87±3.38 ^a
C (n=30)	7.80±0.49 ^a	8.01±0.47 ^a	34.06± 56.30 ^b	7.36±5.59 ^a

M= mercados; C= carnicerías especializadas.

NMP= número mínimo permitido.

^{ab} Diferentes superíndices en la misma columna, indican diferencias significativas entre los mercados ($P<0.05$).

Para el caso de embutidos frescos, en estudios realizados a chorizos del estado de Hidalgo, México se documentaron recuentos de bacterias mesófilas aerobias en un rango entre 7.17 a 8.73 log₁₀ UFC/g⁽¹³⁾, mientras que en chorizos de la Ciudad de México se han reportado valores superiores a 8.0 log₁₀ UFC/g⁽³⁵⁾. Estas diferencias podrían deberse a la naturaleza de los ingredientes y procesos de producción.

En cuanto los coliformes (Cuadro 3), su presencia es un indicador de la eficiencia de los procesos de sanitización y desinfección de los alimentos⁽³⁴⁾. Al respecto, se encontraron valores de coliformes totales entre 11.07 a 48.56 NMP/g observando diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los grupos de establecimientos M_a y C respecto al resto de grupos de establecimientos. En cuanto a los coliformes fecales, se presentaron valores entre 4.87 a 9.67 NMP/g sin diferencia significativa ($P > 0.05$), independientemente del grupo de establecimientos. Lo anterior podría deberse, entre otras cosas, a la calidad deficiente de las materias primas utilizadas, fallas en la cadena de frío durante el proceso de elaboración y comercialización, así como a la falta de espacios específicos para el almacenamiento de las materias primas y a la inexistencia de un plan de limpieza para envases o contenedores⁽³¹⁾. La Norma Oficial Mexicana para productos cárnicos procesados (NOM-213-SSA1-2002)⁽¹¹⁾ no indica los límites máximos permitidos de coliformes fecales en productos crudos como el chorizo, únicamente se establece que para productos cocidos el límite debe ser < 3 NMP/g. No obstante, siendo el chorizo un ingrediente fundamental de la gastronomía toluqueña, es muy importante aplicar una cocción correcta en la que la temperatura mínima en el centro térmico del producto cárnico sea de $74\text{ }^{\circ}\text{C}$, según la NOM-251-SSA1-2009⁽³⁶⁾. Lo anterior, permitirá evitar la incidencia de infecciones alimentarias que pongan en riesgo la salud, tanto consumidores locales como de aquellos turistas que durante su visita a la ciudad de Toluca desean degustar a tan famoso embutido; especialmente cuando éste es adicionado a platillos tradicionales de preparación rápida tales como tacos, tortas, sopes entre otros.

En cuanto a las bacterias ácido lácticas (BAL), su presencia es inherente a los embutidos crudo-curados fermentados, ya sea porque éstas son adicionadas de manera intencional durante el proceso de elaboración o bien por su desarrollo durante la maduración. En los chorizos tradicionales madurados del Chato Murciano y Galicia se han reportado recuentos de BAL en el orden de 8.0 a $8.5 \log_{10}$ UFC/g y $8.6 \log_{10}$ UFC/g respectivamente^(7,37) dependiendo del tiempo de maduración. En contraste, en chorizos frescos y ligeramente acidificados del estado de Hidalgo se han reportado recuentos menores y en el orden de 7.4 a $9.0 \log_{10}$ UFC/g⁽¹³⁾. En este caso, se encontraron 7.84 a $8.07 \log_{10}$ UFC/g de BAL, sin diferencia significativa ($P > 0.05$) entre los grupos de establecimientos estudiados. La presencia de BAL favorece la fermentación espontánea durante el proceso de oreo o secado (1-3 días)⁽³¹⁾ y podría ser, en parte, la responsable tanto de la acidez del producto como de su estabilidad.

Salmonella es de las principales bacterias patógenas y su simple presencia, aún en bajas cantidades, representa un riesgo importante para la salud⁽³⁸⁾. De acuerdo a la NOM-213-SSA1-2002⁽¹¹⁾, la presencia de *Salmonella* spp. no está permitida en productos cárnicos cocidos, curados, marinados, en salmuera, o bien crudos como es el caso del chorizo; debe estar “ausente” en 25 g de producto. No obstante, de acuerdo a la literatura^(38,39,40), su presencia ha sido reportada en muestras de chorizos frescos en ciertas localidades en México. Lo anterior se atribuye, entre otras cosas, a un manejo higiénico deficiente del producto; a la

falta de un control constante de la temperatura a lo largo de cadena de suministro del embutido (cadena de frío) desde su producción, distribución, almacenamiento y exhibición en el punto de venta, comercialización y consumo. Lo anterior, derivado de la falta de inversión en equipo e infraestructura adecuados. Otro aspecto que también podría comprometer la inocuidad y propiciar la presencia de *Salmonella* del producto es la utilización de tripa natural, la cual es usada para embutir al producto⁽³⁸⁾. En el chorizo rojo tradicional analizado, la presencia de *Salmonella* fue positiva tanto en el producto proveniente de mercados, como de algunas carnicerías especializadas (Cuadro 4). El mayor porcentaje de incidencia se observó en el mercado M_b: 60 %, 15 muestras dieron positivo. El grupo de establecimientos agrupados en el mercado M_b está dirigido a un sector medio-bajo, y es de gran afluencia por su cercanía a la Central Camionera de Toluca. Por otro lado, el conjunto de locales agrupados en el mercado M_d fue en el que menor porcentaje de pruebas fueron positivas a *Salmonella* 11.11 % (9 muestras); este mercado está dirigido a un sector medio-alto y cuenta con instalaciones de seguridad e higiene. En el caso de las carnicerías especializadas, dada su infraestructura, se esperaba encontrar una menor incidencia de *Salmonella* sin embargo, no fue así. La presencia de *Salmonella* spp en este tipo de establecimientos podría deberse a la contaminación cruzada propiciada por la manipulación de otros productos cárnicos (ejemplo: queso de puerco, carne fresca, carne enchilada, entre otros), que con frecuencia se comercializan y exhiben junto con el chorizo.

Cuadro 4: Porcentaje de muestras de chorizo rojo tradicional de Toluca positivas para *Salmonella* spp. y *Escherichia coli* por grupo de establecimiento

Grupo de establecimiento	<i>Salmonella</i> spp.	<i>E. coli</i>
M _a (n=15)	20.0	40.0
M _b (n=15)	60.0	40.0
M _c (n=6)	33.3	16.7
M _d (n=9)	11.1	22.2
C (n=30)	30.0	43.33

M= mercados; C= carnicerías especializadas.

Con base en lo anterior, el chorizo rojo que se comercializa en Toluca podría representar un riesgo latente para la salud de los consumidores; de ahí que resulta necesaria la implementación de un control y monitoreo de temperaturas, así como un manejo higiénico adecuado a lo largo de la cadena de suministro, para eliminar la posibilidad del desarrollo de microorganismos patógenos. Asimismo, es muy conveniente la sensibilización de los consumidores y encargados de establecimientos de alimentos y bebidas sobre la manipulación y cocción adecuada del producto; recordando que esta última debe realizarse a

temperaturas por arriba de los 74 °C (en el centro del producto) y por tiempos adecuados, ya que ello eliminará el potencial peligro que representan las infecciones alimentarias por el desarrollo de *Salmonella* y otros microorganismos patógenos en el producto.

Por otra parte, *E. coli* es una bacteria generalmente inofensiva; sin embargo, cepas patógenas pueden intercambiar genes y generar variaciones de enfermedades⁽³⁴⁾. Se encontró que en todos los grupos de establecimientos hubo muestras que dieron positivo a *E. coli*. El grupo de establecimientos con mayor incidencia fueron las carnicerías especializadas (C) con 43.33 % (30 muestras positivas) (Cuadro 4). Curiosamente, el grupo de establecimientos que presentó menor porcentaje de pruebas positivas fue M_c con 17 % de muestras positivas (6 muestras) cuyo comercio está dirigido a sector medio-bajo de la población.

El chorizo rojo tradicional que se comercializa en Toluca, a pesar de ser elaborado por diferentes productores a partir de recetas propias, presenta grandes similitudes en cuanto a sus características fisicoquímicas e incluso microbiológicas, especialmente en cuanto al número de BAL se refiere.

El hecho de haber encontrado muestras de chorizo rojo tradicional positivas a *Salmonella* spp. y *E. coli* spp. representa un llamado de atención para los productores y comercializadores, al tiempo que sugiere la necesidad de trabajar en la implementación de programas que permitan la selección de materias primas de mayor calidad; mejorar el manejo higiénico del producto, así como el mantenimiento de la cadena de frío. Lo anterior, podría contribuir a mantener o mejorar la reputación e incrementar las ventas de este embutido tan tradicional y emblemático más allá del local, derivando en una mejor calidad de vida para quienes por siglos, y de generación en generación, han resguardado el *saber hacer* en torno a su elaboración.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT-México) por la beca de estudios de posgrado otorgada a Ana Laura Becerril Sánchez; así como a la Secretaría de Investigación y Estudios Avanzados (SIEA-UAEMéx) por el financiamiento otorgado a través del proyecto “Determinación de las características de calidad del chorizo rojo toluqueño y su percepción por parte de consumidores y productores”, clave 3744/2014CID.

Literatura citada:

1. Rason J, Martin JF, Dufour E, Lebecque A. Diversity of the sensory characteristics of traditional dry sausages from the Centre of France: Relation with regional manufacturing practice. *Food Qual Prefer* 2007;18(3):517-530.
2. Lücke FK, Vogeley I. Traditional 'air-dried' fermented sausages from Central Germany. *Food Microbiol* 2012;29(2):242-246.
3. Di Gagno R, Chaves LC, Tofalo R, Gallo G, De Angelis M, Paparella A, Hammes PW, Gobetti M. Comparison of the compositional, microbiological, biochemical and volatile profile characteristics of three Italian PDO fermented sausages. *Meat Sci* 2008;79(2):224-235.
4. Gimeno O, Ansorena D, Astiasaran I, Bello J. Characterization of chorizo de Pamplona: instrumental measurements of color and texture. *Food Chem* 2000;69 (2):195-200.
5. Ansorena D, Gimeno O, Astiasarán I, Bello J. Analysis of volatile compounds by GC-MS of a dry fermented sausage: chorizo de Pamplona. *Food Res Int* 2001;34(1):67-75.
6. Salgado A, García-Fontán MC, Franco I, Lóez M, Carballo J. Biochemical changes during the ripening of Chorizo de cebolla a Spanish traditional sausage. Effect if system of manufacture (homemade or industrial). *Food Chem* 2005;92(3):413-424.
7. Fonseca S, Cachaldora A, Gómez M, Franco I, Carballo J. Monitoring the bacterial population dynamics during the ripening of Galician chorizo, a traditional dry fermented Spanish sausage. *Food Microbiol* 2013;33(1):77-84.
8. Fonseca S, Cachaldora A, Gómez M, Franco I, Carballo J. Effect of different autochthonous starter cultures on the volatile compounds profile and sensory properties of Galician chorizo, a traditional Spanish dry fermented sausage. *Food Control* 2013;33(1):6-14.
9. León GM. La distinción alimentaria de Toluca: el delicioso valle y los tiempos de escases, 1700-1800, 1a ed. México, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social; 2002.
10. Romero CAT, Viesca GFC, Hernández TM. Formación del patrimonio gastronómico del Valle de Toluca, México, *Ciencia Ergo Sum* 2010;7(3):239-252.
11. SSA. Secretaría de Salud. Productos y Servicios. Productos cárnicos procesados. Especificaciones sanitarias. Métodos de prueba. NOM-213-SSA1-2002, México. 2005.

12. Austria MV, Tipificación de chorizos producidos en la región Huasteca del estado de Hidalgo [tesis licenciatura]. Hidalgo, México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; 2007.
13. González TR. Evaluación de diversas características responsables de la calidad de los chorizos elaborados en México [tesis doctorado]. España, León: Universidad de León; 2011.
14. González-Tenorio R, Caro I, Soto-Simental S, Rodríguez-Pastrana B, Mateo J. Características microbiológicas de cuatro tipos de chorizo comercializados en el Estado de Hidalgo, México, Nacameh 2012;6 (2):25-32.
15. Fernández M, Quintero B, Dublán O, Viesca F. Distribución geográfica de la producción y comercialización del chorizo verde en el Valle de Toluca. En: Cavallotti AB, Ramírez MB, Francisco E, Marcof FC, Cesín A. La ganadería ante el agotamiento de los paradigmas dominantes. Vol. 1. México. 2011.
16. Sánchez A, Toluca del chorizo: apuntes gastronómicos, México, Gobierno del Estado de México. 1976.
17. Quintero SB, Santillán AA, Dublán GO, Viesca GF, Castellón JJ. Tipificación parcial de embutidos artesanales de la ciudad de Toluca: Chorizo verde. Nacameh 2011;5(1):10-26.
18. Decagon Devices, Inc. Aqualab Water Activity Meter for Serie 4, 4TE, 4TEV, (version 09/05/15) USA: Decagon Dev. Inc. 2015.
19. Guerrero LI, Ponce AE, Pérez CML. Curso práctico de tecnología de carnes y pescado. México, UAM-I. 2002.
20. SSA. Secretaría de Salud. Determinación de humedad en alimentos por tratamiento térmico. NOM-116-SSA1-1994, México. 1994.
21. SSA. Secretaría de Salud. Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. NOM-092-SSA1-1994, México. 1994.
22. SSA. Secretaría de Salud. Bienes y servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable. NOM-112-SSA1-1994. México, 1994.
23. SSA. Secretaría de Salud. Bienes y servicios. Método para la determinación de Salmonella en alimentos. NOM-114-SSA1-1994. México. 1994.
24. Santos EM, González-Fernández C, Jaime I, Rovira J. Identificación y caracterización de bacterias ácido lácticas aisladas de chorizos tradicionales elaborados en Castilla-León, Food Sci Technol Int 1997;3(1):21-29.

25. FAO. Food and Agriculture Organization of United Nations. Enfermedades transmitidas por alimentos y su impacto socioeconómico: Informe técnico sobre ingeniería agrícola y alimentaria. 2009.
26. Díaz RM, García GM, Jiménez GJ, Villanueva CA. Inocuidad en alimentos tradicionales: el queso de Poro de Balancán como un caso de estudio, *Estud Soc* 2015;25(47):89-111.
27. González-Montiel L, Franco-Fernández M. Perfil microbiológico del queso de aro consumido en la Cañada Oaxaqueña. *Braz J Food Technol* 2015;18(3):250-257.
28. Sánchez VJJ, Colín NV, López GF, Avilés NF, Castelán OO, Estrada FJ. Diagnóstico de la calidad sanitaria en las queserías artesanales del municipio de Zacazonapan, Estado de México. *Salud Pública Mex* 2016;58:461-467.
29. Moreno-Terrazas R, De la Rosa M, Peña Y, Vázquez-Quñones CR, Vázquez-Salinas C, Lappe P. Microorganismos involucrados en la calidad e inocuidad de chorizo verde. Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica, X Jornadas Científicas de Biomedicina y Biotecnología Molecular. México. 2012.
30. Jiménez VM. Propuesta de un plan de mejora y control higiénico para productores de chorizo artesanal del valle de Toluca en busca de una marca colectiva [tesis maestría], Estado de México, México, Universidad Autónoma del Estado de México; 2013.
31. Mateo OJ, Mota ML, Soto SS, Caro CI, González-Tenorio R. Estudio del pH y la composición proximal de los chorizos elaborados en Tulancingo Hidalgo. *Memorias Coloquio Nacional de Ciencia y Tecnología de la Carne*. México. 2007.
32. Galignani M, Castellanos L, Valero M, Brunetto M. Determinación de nitritos en chorizos por espectrofotometría derivativa, utilizando un sistema de análisis en flujo. *Ciencia* 2008;16(2):241-250
33. JCYL. Boletín Oficial: Reglamento de la Indicación Geográfica Protegida ‘Chorizo de Cantimpalos’. No. 48. Castilla y León, España. 2008.
34. Ray B, Bhunia A. Fundamentos de microbiología en alimentos, 4a ed, México: McGraw-Hill Interamericana; 2010.
35. Kuri V, Madden HR, Collins AM. Hygienic quality of raw pork and chorizo (raw pork sausage) on retail sale in Mexico City. *J Food Prot* 1995;59(2):141-145.
36. SSA. Secretaría de Salud. Bienes y servicios. Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios. NOM NOM-251-SSA1-2009. México. 2009.

37. Bañón S, Martínez A, López AM. Maduración de chorizos y salchichón de Chato Murciano con diferentes cultivos iniciadores (bacterias ácido lácticas y estafilococos), Ann Vet 2011;27:101-108.
38. Escartin EF, Castillo A, Hinojosa-Puga A, Saldaña-Lozano J. Prevalence of *Salmonella* in chorizo and its survival under different storage temperature. Food Microbiol 1999;16:479-486.
39. Hew CM, Hajmeer MH, Farver TB, Glover JM, Cliver DO. Survival of *Salmonella* and *Escherichia coli* O157:H7 in Chorizos. J Food Prot 2005;68(10):2039-2046.
40. Bello L, Abarca C. Incidencia de *Salmonella* en chorizos que se expenden en Acapulco, Guerrero. Salud Pública Méx 1991;33(2)178-183.