



Caracterización de mataderos ovinos para la producción de barbacoa en un municipio del altiplano central de México



Enrique Daniel Archundia Velarde ^a

Gisela Velázquez Garduño ^a

Jorge Osorio Avalos ^b

Jesús Terreros Mecalco ^a

María Antonia Mariezcurrena Berasain ^{b*}

^a Universidad Tecnológica del Valle de Toluca. Carretera del Departamento del D.F. km 7.5. 52044. Santa María Atarasquillo, México.

^b Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Toluca, México.

* Autora para correspondencia: maria.mariezcurrena@yahoo.com.mx

Resumen:

Asegurar la calidad e inocuidad de la carne de animales de abasto es tema de preocupación mundial. De los factores que se deben cuidar están las actividades que generan estrés al animal durante el manejo *ante-mortem* (transporte, descanso y aturdimiento) y el manejo de la canal *post-mortem* (maduración y almacenamiento), aunado a las prácticas de higiene en instalaciones y personal. El objetivo del trabajo fue caracterizar unidades de matanza ovina con base a la normatividad mexicana vigente dentro del municipio de Capulhuac de Mirafuentes, Estado de México. Para lo cual, se realizó un análisis de componentes principales (CP), destacando que los que representaron mayor variabilidad en los centros de matanza fueron el precio de las canales y sus productos, lugar de comercialización, volumen de matanza, sexo del animal e inocuidad de las canales, los cuales representaron el 50.4 % de la varianza explicada. Así mismo se realizó un análisis de conglomerados el cual representó la integración de cuatro grupos de descriptores de matanza ($P < 0.05$). Como

resultados se encontró que 65 % de animales son faenados en locales comerciales y casas habitación, los cuales no cumplen con la tecnificación descrita en la normatividad; además de que presentan manejos deficientes *ante-mortem* y *post-mortem* de animales; también se observó que el 98.3 % de los establecimientos utiliza un método de matanza denominado descabellado, no reportado en la NOM-033-SAG/ZOO/ 2014, aunado al desconocimiento del personal en temas de bienestar animal. Afectando la calidad e inocuidad de la carne y poniendo en riesgo la salud de los consumidores.

Palabras clave: Mataderos, Inocuidad, Bienestar animal, Calidad de la carne, Clúster.

Recibido: 19/01/2024

Aceptado: 15/05/2024

Introducción

La matanza de un animal constituye el cambio fisicoquímico de músculo a carne⁽¹⁾, en esta práctica se debe asegurar la muerte humanitaria, profesional e indolora del mismo, además de cuidar que el animal sea expuesto a un nivel bajo de estrés, garantizando el bienestar animal y la calidad del producto final denominado carne⁽²⁾.

Las características más importantes de la carne fresca que determinan la calidad, inocuidad y aceptación por parte del consumidor son las propiedades físico-químicas (pH, capacidad de retención de agua, color y textura), organolépticas (suavidad, consistencia, olor, sabor y color) y microbiológicas (ausencia de bacterias enteropatógenas y hongos)⁽³⁾.

Estas propiedades están influenciadas por factores como el sistema de producción (tipo de alimentación, manejos animales, cuidado sanitario, así como reproductivo y genético), factores *ante-mortem* (transporte, descanso, ayuno y manejo del animal)⁽⁴⁾ y *post-mortem* (tiempo de maduración y temperatura de almacenamiento)^(2,3). Así como el manejo de animales durante la matanza por parte de los operarios⁽⁵⁾.

La carne ovina es considerada uno de los alimentos más completos desde el punto de vista nutricional dentro de la dieta de consumo humano⁽⁶⁾, debido a que proveen ácidos grasos esenciales, proteínas y grasas de alto valor biológico⁽⁷⁾ además de ser rica en vitaminas y minerales⁽⁸⁾.

En México el 95 % del consumo de esta carne es a través del platillo típico denominado barbacoa, producto obtenido de la cocción al vapor de la carne ovina en un hoyo bajo tierra

cubierto de ladrillos, envuelta en pencas de maguey pulquero (*Agave salmiana* Otto) adicionado con condimentos y especias y el resto 5 % en cortes finos^(9,10).

En el municipio de Capulhuac de Mirafuentes, Estado de México se matan alrededor de 400,000 cabezas de ganado ovino al año para abastecer la demanda de la zona centro del país⁽¹¹⁾. En este municipio se comercializan alrededor de 8 mil canales de ovinos por semana, por lo cual es considerado el productor y comercializador número uno a nivel nacional de carne fresca de la especie ovina. Este municipio si bien cuenta actualmente cuenta con un rastro municipal con una capacidad instalada para albergar el 67 % de las matanzas, se ve rebasado, lo que ha orillado a los productores a generar sus propias unidades de matanza, desconociendo si cumplen con la normatividad vigente, lo cual pone en riesgo el bienestar animal, la calidad de la carne y la salud de los consumidores. Por tal motivo el objetivo del trabajo fue caracterizar unidades de matanza ovina con base a la normatividad mexicana vigente, dentro del municipio de Capulhuac de Mirafuentes, Estado de México.

Material y métodos

El presente estudio se definió como una investigación cualitativa y descriptiva y fue realizado en el mes de julio de 2022. En el municipio de Capulhuac de Mirafuentes (19°12'N 99°28'W; 2700 msnm) Estado de México (altiplano central de México).

Elaboración de la encuesta

Para la elaboración de la encuesta, se consultaron las normas NOM-008-ZOO-1994 (Especificaciones zoosanitarias para la construcción y equipamiento de establecimientos para la matanza de animales y los dedicados a la industrialización de productos cárnicos, en aquellos puntos que resultaron procedentes)⁽¹²⁾, NOM-033-SAG/ZOO/ 2014 (Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres)⁽¹³⁾, NOM-213 SSA-1 2018 (Productos y servicios. Productos cárnicos procesados y los establecimientos dedicados a su proceso. disposiciones y especificaciones sanitarias)⁽¹⁴⁾ y NOM 194-SSA1-2004 (Especificaciones sanitarias en los establecimientos dedicados al sacrificio y faenado de animales para abasto, almacenamiento, transporte y expendio)⁽¹⁵⁾, NOM-120-SSA1-1994 (Prácticas de higiene y sanidad para el proceso de alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas)⁽¹⁶⁾, NOM-051-ZOO-1995 (Trato humanitario en la movilización de animales)⁽¹⁷⁾. También se obtuvo información primaria y secundaria con visitas de campo y entrevistas no estructuradas con dueños y empleados de mataderos y personal del rastro municipal.

En primera instancia la encuesta fue validada por expertos académicos y médicos veterinarios zootecnistas que realizan la inspección sanitaria por parte del Instituto de Salud del Estado

de México (ISEM) y con ella, se realizó una prueba piloto, la cual fue aplicada a 10 productores, mismos que no se incluyeron en los resultados de la investigación.

Con los datos recopilados en una segunda instancia se generó una nueva final que fue estructurada mediante preguntas abiertas, cerradas y de opción múltiple con la finalidad de facilitar su aplicación y que integró 74 preguntas acordes a las especificaciones más importantes referidas por los expertos universitarios y productores ovinos como se muestra en el Cuadro 1.

Tamaño de muestra

El número de establecimientos evaluados se calculó con base en un muestreo simple aleatorio, considerando una población finita. Los componentes de la fórmula fueron un valor de confianza del 95% ($Z = 1.96$), precisión del 5%, un estimador de varianza igual a 0.25 [$\sigma^2 = \pi(1-\pi)$] y un valor de $N = 65$ a partir de la base de los establecimientos inscritos en el padrón de funcionamiento del Ayuntamiento Municipal de Capulhuac. El tamaño de muestra obtenido fue de $n = 57$.

Descripción del estudio

En la aplicación de encuestas se utilizó un método de muestro probabilístico completamente al azar de manera deliberada por su alto número de matanzas ovinas que se realizan.

Para minimizar el error se informó que la participación sería voluntaria y se aseguró que los dueños y encargados de los establecimientos no conocieran el día de muestreo, además de no ofrecer alguna remuneración económica a los establecimientos participantes e indicando que toda la información sería confidencial y sólo con fines de la investigación.

Análisis estadístico

Fueron utilizadas dos técnicas estadísticas multivariadas, análisis de componentes principales y análisis conglomerados (clúster). Con la información de la encuesta, la cual fue aplicada a 57 unidades de matanza ovina (UMO), en primera instancia se realizó un análisis discriminante con la finalidad de eliminar aquellas variables que no permitían la diferenciación de las unidades de matanza ovina. Posteriormente con las variables que permitieron la diferenciación se realizó el método de componentes principales para la extracción de factores, además del índice de Kaiser-Mayer-Olkin (KMO) y la prueba de esfericidad de Bartlett para medir la correlación entre variables. Aquellas variables con una comunalidad ($h < 0.9$) no fueron incluidas en el factor de análisis factorial porque indican que estas variables no fueron correlacionadas con los nuevos factores. Los factores seleccionados

fueron los que presentaron valores propios ≥ 1 . Para obtener una mejor comprensión de los factores obtenidos, se llevó a cabo un método de rotación ortogonal (Varimax) y, en consecuencia, las puntuaciones de los factores en el análisis se estimaron mediante el método de regresión y se guardaron como nuevas variables. Posteriormente se realizó un análisis jerárquico de conglomerados para identificar semejanzas y a su vez diferencias en las salas de matanza. La distancia utilizada fue la euclidiana cuadrada como medida de similitud y aglomeración, se realizó por el método de Ward. Para seleccionar las variables más significativas que permitirían la diferenciación entre los grupos obtenidos, se realizaron las pruebas no paramétricas de Kruskal Wallis y pruebas de Mann Whitney, teniendo en cuenta las características del estudio y las variables.

Resultados

Análisis discriminante

Los resultados del análisis discriminante permitieron descartar 28 variables que no presentaban diferencia significativa ($P > 0.05$). Por tanto, finalmente fueron consideradas solo 46 variables para los análisis posteriores, que permitieron la explicación de variabilidad de los descriptores de matanza ovina (Cuadro 2).

Cuadro 2: Resultados análisis discriminante

VARIABLES O DESCRIPTORES DE MATANZA SELECCIONADOS	VARIABLES O DESCRIPTORES DE MATANZA DISCRIMINADOS
1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 54, 55, 57, 58, 59, 65, 67, 69	2, 16, 21, 22, 23, 25, 31, 35, 40, 41, 42, 49, 51, 52, 53, 56, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 68, 70, 71, 72, 73, 74

Se obtuvieron 13 componentes principales (CP) que explicaron el 78.64 % variabilidad de los datos (Cuadro 3), mismos que fueron renombrados de acuerdo con las variables que se correlacionaron. Se conformaron tres grupos, donde se pueden observar que las variables de estudio, el precio de canales y subproductos representó el 22.58 % y el lugar de comercialización de productos el 9.96 %, estos fueron las que generaron los mayores valores. Posteriormente como segundo componente, fueron integradas por las variables: volumen de matanza, sexo del animal, factores que afectan la inocuidad de las canales, generación desechos, afectaciones sociales y práctica de higiene del personal y como tercer componente de importancia, fue tan solo la variable capacitación de personal, que integrados estos tres componentes principales representaron el 46.14 % de la variabilidad.

Cuadro 3: Componentes principales en matanza ovina en el municipio de Capulhuac de Mirafuentes

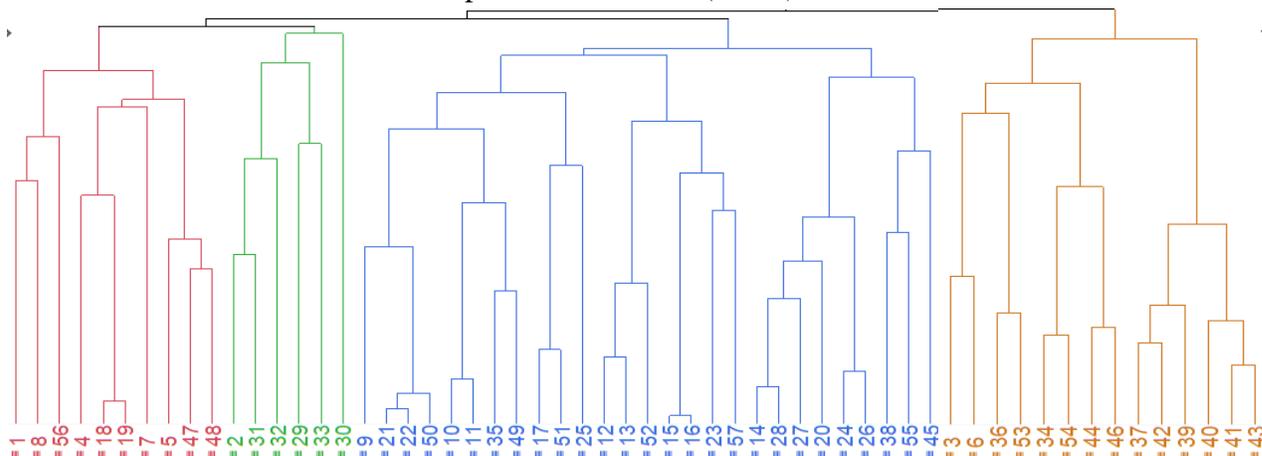
CP	Nombre	VC	Autovalor	Porcentaje 1	Porcentaje 2
CP1	Precio de canales y subproductos	7, 8, 9, 10, 11, 12	9.71	22.58	22.58
CP2	Lugar de comercialización	5, 6	4.28	9.96	32.54
CP3	Volumen de matanza	3, 4	2.81	6.54	39.09
CP4	Sexo del animal	13, 14	2.53	5.89	44.99
CP5	Factores que afectan la inocuidad de las canales	32, 34, 50, 55, 69	2.32	5.39	50.38
CP6	Generación desechos y afectaciones sociales	20, 57, 59	2.16	5.03	55.42
CP7	Práctica de higiene del personal	45, 46, 47, 48, 54, 58	1.94	4.51	59.92
CP8	Capacitación de personal	54	1.61	3.75	63.67
CP9	Infraestructura del matadero	15, 17, 26, 27, 29, 30, 65	1.61	3.63	67.30
CP10	Factores que afectan la calidad de la carne	33, 37	1.41	3.29	70.59
CP11	Tipo de matadero	1	1.28	2.98	73.58
CP12	Método de aturdimiento	55	1.14	2.65	76.24
CP13	Periodo descanso antes de la matanza	19	1.05	2.40	78.64

CP= componente principal; VC= variables correlacionadas; Porcentaje 1=% de la varianza total explicada; Porcentaje 2= % acumulado de la varianza explicada.

Análisis de clúster

En la Figura 1. Se muestra el dendograma de los clústers formados de los ambientes de matanza.

Figura 1: Clústers jerárquico (dendograma) del análisis de agrupamiento a partir de los descriptores de matanza (N=46)



Descripción de los agrupamientos (clúster) por similitudes en ambientes de matanza

Clúster 1

Conformado por 10 UMO (unidades de matanza ovina), se caracteriza por estar conformado sólo de establecimientos privados que matan un promedio de 31 animales por semana (ovinos machos en 84 %), para venta de carne en el municipio de Capulhuac y la comercialización de barbacoa en la zona metropolitana de México. En cuanto a canales se comercializan dos tipos: recia (animales adultos) en un precio de \$91.00 y canal tierna (animales menores de 9 meses de edad) en un precio de \$97.00, también comercializan subproductos como vísceras en (\$163.00), patas (\$34.00), cabeza (\$53.00) y el platillo denominado barbacoa y panza de ovino en un precio de \$391.00 el kilo; en cuanto a las condiciones de infraestructura de los establecimientos que cumplen la normatividad vigente es que cuentan con una área de desembarque de animales y área de carga de canales y vísceras, contando con corrales de descanso donde les dan un tiempo de 12 a 24 h, las uniones de los pisos y paredes son de fácil limpieza.

En el área de matanza cuenta con tapetes sanitarios con solución desinfectante. Todas las áreas de la unidad de matanza se mantienen libres de plagas y se impide la entrada a animales domésticos, y en su totalidad todos los empleados usan cubrebocas, así cómo se les prohíbe entrar al área de matanza con algún tipo de accesorio. En cuanto al manejo *post-mortem*, los establecimientos cuentan con congeladores, dándoles un tiempo de maduración de 1 a 6 h, separando e identificando las vísceras por animal. Sin embargo, no cuentan con corrales de identificación de animales enfermos. No cuentan con plan de control de plagas, ni protecciones en ventanas y ventilas que ayuden a reducir la entrada de polvo, lluvia e insectos

y en general la sangre que se desecha es composteada; en cuanto a los litros de agua que se gastan por animal está en un rango de 7 a 12 L (Cuadro 4).

Clúster 2

Conformado por 6 UMO, está conformado por los tres tipos de mataderos: rastro municipal, instalación de rastro con personal privado y unidades de matanza privados, en general son unidades con grandes volúmenes de matanza (promedio de 86 animales por semana). Su principal destino es la venta de carne y subproductos, así como barbacoa en el municipio de Capulhuac y principalmente para reventa. Comercializan dos tipos de canales: tierna en un precio de \$99.00 y canal recia en \$89.00, también se caracterizan por la comercialización de subproductos como vísceras: \$151.00, patas: \$35.00, cabeza: \$53.00 y la comercialización de platillo denominado barbacoa y panza de ovino en un precio de \$360.00/kg. En cuanto a preferencia de matanza por sexo de los animales, no le dan importancia. La infraestructura cumple con área de desembarque y área de carga de canales y vísceras, también cuentan con corrales para animales enfermos, así como corrales de descanso dando un periodo de entre 13 y 24 h. Cumplen con materiales en uniones de pisos y paredes que facilitan la limpieza. La limpieza de corrales, rampas, mangas, baño *ante mortem* y área de secado y escurrimiento, se realiza todos los días por los altos volúmenes de matanza, cumpliendo con la identificación de vísceras por animal. Existe nulo cumplimiento con el control de plagas y tapete sanitario. Las protecciones en ventanas y ventilas no se encuentran en buen estado para reducir la entrada de polvo, lluvia y fauna nociva. No existe rótulos que indique al personal lavarse las manos después de usar los sanitarios. No existen medidas que impidan la entrada de animales domésticos a las áreas de matanza, canales y vísceras. Tampoco se asegura que todas las áreas de la planta se mantengan libres de insectos, pájaros o roedores. El personal cumple muy poco con la existencia de ropa u objetos personales en el área de matanza. No existe prohibición a los empleados de entrar a las áreas de matanza o proceso de canal con joyas, pinzas, aretes, anillos, relojes o pulseras. El destino de la sangre es vertido al drenaje público. El gasto de agua para el procesado del animal va desde los 25 a los 48 L.

Cluster 3

Este grupo está conformado por 26 UMO el cual se compone por mataderos privados e instalaciones del rastro con personal privado, los cuales tienen un volumen de matanza promedio de 60 animales por semana (65 % machos). Son ovinos introducidos de diferentes estados de la república, quienes sacrifican, y comercializan su carne y sus subproductos solo en el municipio de Capulhuac, con dos tipos de canales recia en un precio promedio de \$88.00 y tierna en \$97.00. También comercializan subproductos como vísceras: \$159.00, patas: \$36.00, cabeza \$53.00. La normatividad que cumple, es que cuentan con un plan de control de plagas, las uniones de piso y pared son de fácil limpieza, se impide la entrada a animales domésticos al área de matanza y tiene un tiempo de maduración de canales (7 a 12 h). Todas

las áreas de la planta se mantienen libres de insectos, pájaros y roedores, también se identifican las vísceras de cada canal para ser inspeccionadas y cuenta con congeladores. En cuanto a los empleados todos usan cubrebocas y medianamente cumple con la existencia de ropa o objetos personales en el área de matanza. La normatividad que no se cumple es que no existen tapetes sanitarios a la entrada de los establecimientos. La sangre se comercializa dentro del municipio para la realización del platillo tipo moronga. El agua que gastan en el procesado por animal es de 13 a los 24 L.

Clúster 4

Conformado por 14 UMO, solo matanzas en instalaciones del rastro con personal privado que matan y procesan la menor cantidad de animales (27/semana). Destinan totalmente los animales para la producción de barbacoa y panza (\$379.00/kg), sólo se comercializan en la zona metropolitana de la Ciudad de México, procesan 76 % de ovinos machos para la elaboración del platillo de la barbacoa. La normatividad que cumplen es que el establecimiento tiene área de desembarque de animales y área de carga de canales y vísceras. Cuentan con corrales para animales enfermos o sospechosos, dan un tiempo de descanso antes de la matanza de entre 13 y 24 h, tienen un plan de control de plagas, las uniones de piso y pared son de fácil limpieza, se impide la entrada a animales domésticos al área de matanza, permiten un tiempo de maduración de canales entre 7 a 12 h, todos cuentan con congeladores, todos los empleados usan cubrebocas y cumple con la nula existencia de ropa o objetos personales en el área de matanza, la normatividad que no cumple es que no existen tapetes sanitarios, ni tampoco un plan de control de plagas, ni cuentan con uniones de fácil limpieza entre pisos y paredes, no se impide la entrada de animales domésticos en las áreas de matanza, canales y vísceras, dan un tiempo deficiente de maduración de entre 7 y 12 h, no mantienen las áreas de la empresa libres de insectos, pájaros y roedores; no se prohíbe a los empleados entrar a las áreas de matanza y procesado de canales con joyas, pinzas, aretes, anillos, relojes o pulseras y tampoco se identifican las vísceras de cada animal y gastan en promedio de 7 a 12 L.

Cuadro 5: Principales diferencias en fortalezas y debilidades entre clústers

	Clúster 1	Clúster 2	Clúster 3	Clúster 4
Fortalezas en matanza ovina	Dan un periodo adecuado de descanso antes de la matanza de 13 a 24 h ⁽⁴⁾	El establecimiento cuenta con corrales para animales enfermos o sospechosos ⁽⁴⁾	Cuentan con un control de plagas ⁽⁴⁾	Dan un periodo aceptado de descanso antes de la matanza de 13 a 24 h ⁽⁴⁾
	Cumple con la existencia de tapete sanitario con solución desinfectante como lo indica la norma ⁽⁴⁾	Dan un periodo adecuado de descanso antes de la matanza de 13 a 24 h ⁽⁴⁾	Cumple en impedir la entrada de animales domésticos en las	Dan un tiempo de maduración como lo indica NOM 194-SSA1-2004) el cual es de 7 a 12 h ⁽⁴⁾

		áreas de matanza, canales y vísceras ⁽⁴⁾	
Cumple en tener uniones de pisos y paredes de fácil limpieza ⁽¹⁾	Cumple con lavado diario de corrales, rampas, mangas, baño <i>ante-mortem</i> y área de secado y escurrimiento diariamente ⁽⁴⁾	Dan un tiempo de maduración adecuado (7 a 12 h) ⁽⁴⁾	
Cumple en impedir la entrada de animales domésticos en las áreas de matanza, canales y vísceras ⁽⁴⁾	Cumple en tener uniones de pisos y paredes de fácil limpieza como lo indica la norma	Cumplen en su totalidad en el uso de cubrebocas en el personal de producción ⁽³⁾	Cumplen en su totalidad en el uso de cubrebocas en el personal de producción ⁽³⁾
Cumplen mucho en el uso de cubrebocas en el personal de producción ⁽³⁾	Cumple en impedir la entrada de animales domésticos en las áreas de matanza, canales y vísceras como lo indica la norma ⁽⁴⁾	Dan un manejo adecuado a la sangre (venta) ⁽⁴⁾	Gastan entre 7 a 12 L de agua por matanza de animal
Dan un manejo adecuado a la sangre (composta) ⁽⁴⁾	Cumplen en su totalidad en el uso de cubrebocas en el personal de producción, como se indica en la norma ⁽³⁾	Dan un periodo de descanso antes de la matanza muy largo de 24 a 48 h ⁽⁴⁾	Lavan semanalmente rampas, mangas, baño <i>ante-mortem</i> y área de secado y escurrimiento por tal motivo no cumple ⁽⁴⁾
Cumple en su totalidad en la identificación de vísceras de cada canal ⁽⁴⁾	Los establecimientos no cuentan con un plan de control de plagas ⁽⁴⁾	Lavan semanalmente rampas, mangas, baño <i>ante-mortem</i> y área de secado y escurrimiento por tal motivo no cumple ⁽⁴⁾	Los establecimientos no cuentan con un plan de control de plagas ⁽⁴⁾
Gastan entre 7 a 12 L de agua por matanza de animal	No cumplen en tener en la entrada del área de matanza un tapete sanitario con solución desinfectante ⁽⁴⁾	No cumplen en tener en la entrada del área de matanza un tapete sanitario con solución desinfectante ⁽⁴⁾	No cumplen en tener en la entrada del área de matanza un tapete sanitario con solución desinfectante ⁽⁴⁾
Lavan semanalmente rampas, mangas, baño	No cumplen en impedir la entrada	No cumple en la identificación de	Las uniones de pisos y paredes no

Debilidades en matanza ovina	<i>ante-mortem</i> y área de secado y escurrimiento por tal motivo no cumple con la norma ⁽⁴⁾	de animales domésticos en las áreas de matanza, canales y vísceras ⁽⁴⁾	vísceras de cada canal ⁽⁴⁾	son de fácil limpieza ⁽⁴⁾
	El establecimiento cuenta con un plan de control de plagas ⁽⁴⁾	Dan un tiempo de maduración de canales muy corto de 1 a 6 h ⁽⁴⁾	Gastan entre 13-24 L por animal	No cumplen en impedir la entrada de animales domésticos en las áreas de matanza, canales y vísceras ⁽⁴⁾
	Dan un tiempo de maduración de canales muy corto de 1 a 6 h	No se cuenta con congeladores ⁽⁴⁾		No se cuenta con congeladores ⁽⁴⁾
		No dan un destino adecuado de la sangre (drenaje) ⁽⁴⁾		No dan un destino adecuado de la sangre ⁽⁴⁾
		No se identifican las vísceras de cada canal ⁽⁴⁾		No se identifican las vísceras de cada canal ⁽⁴⁾
			Gastan entre 25-48 L por animal	

* Variable cualitativa, ** Variable cuantitativa, Escala de Likert (no cumple, cumple muy poco, medianamente cumple, cumple mucho, cumple en su totalidad), ¹(NOM-008-ZOO-1994), ²(NOM-033-SAG/ZOO/ 2014), ³(NOM-213 SSA-1 2018), ⁴(NOM 194-SSA1-2004), ⁵(NOM-120-SSA1-1994), ⁶(NOM-051-ZOO-1995).

Discusión

En México existen pocos estudios que han documentado las condiciones en las que se realiza la matanza de ovinos en las diferentes zonas del país y su efecto a la salud de los consumidores. Los resultados del presente estudio describen las condiciones de matanza de más de 400 mil ovinos al año en Capulhuac, los cuales son destinados para consumo humano a través de la venta de carne en cortes finos y barbacoa, platillo muy popular para consumir especialmente los días sábados y domingos en diferentes zonas de la zona metropolitana de la Ciudad de México, además de su ocupación en eventos sociales⁽¹⁸⁾. Se lograron caracterizar tres tipos de establecimientos de matanza ovina: el primero corresponde a todos los animales faenados en el rastro municipal de Capulhuac con personal contratado. El segundo a todos los animales faenados en área alterna al aire libre con corrales, piletas y mesas de concreto, que el rastro renta al público en general para realizar el faenado de ovinos y la tercera que corresponde a mataderos con establecimientos privados de los cuales, el 35 % cuenta con la infraestructura adecuada e instalaciones para realizar la matanza de ovinos y el 65 % corresponde a locales y casas habitación acondicionadas para realizar estas actividades.

También se encontró que los tres tipos de UMO cuentan con corrales para el periodo de descanso *ante-mortem* de los animales. Sin embargo, tienen un manejo deficiente en tiempo de descanso y ayunos prolongados, factores relacionados con generaciones de periodos de estrés al animal; esto puede ser explicado por las largas distancias que recorren los animales. Capulhuac se caracteriza por ser un introductor de animales, los cuales provienen principalmente de estados de Coahuila, Zacatecas y Jalisco, e incluso se ha llegado a importar de otros países como Nueva Zelanda^(19,20). Sin embargo, los productores de carne dan los mismos tiempos de descanso, sin tomar en cuenta, infraestructura de camiones, distancias o tiempos de traslado; factores de suma importancia que pueden desencadenar en la formación de carnes oscuras, duras y secas (DFD), y con ello afectar el rendimiento de la canal y la preferencia por los consumidores⁽²¹⁻²⁵⁾. Cuentan entre uno y cinco empleados siendo su vestimenta habitual ropa de calle cubiertos con un mandil y botas de plástico, estando fuera de la normativa.

Los hábitos de higiene que cumplen en su totalidad son el lavado y desinfección de manos, antebrazos y uñas antes de ingresar a las áreas de matanza, así como en la prohibición a los empleados de fumar, beber, comer y escupir en áreas de matanza y procesamiento de canales. En cuanto al método de insensibilización, menos del 2 % utilizan un método aprobado por la norma NOM-033-ZOO/SAG-2014 como lo es el uso de pistola de perno cautivo de penetración y electro insensibilización, métodos que garantizan la inconciencia del animal y la nula generación de sufrimiento, mientras que el resto (98 %) utilizan un método que denominan de manera local “descabellado” y hace referencia a un método de matanza reportado por SADER conocido como “puntilla” que consiste en un proceso de destrucción del tejido nervioso en la región del tallo cerebral para asegurar la muerte del animal; se realiza insertando una puntilla que lesiona el bulbo raquídeo al introducirse en la articulación occipito-atlantoidea, ocasionando parálisis motora pero no hay pérdida inmediata de la conciencia, quedando íntegras las facultades cerebrales⁽²⁶⁾. Este método a pesar de ser recomendado en emergencias sanitarias podría violar la norma de métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres (NOM-033-SAG/ZOO-2014), al desconocerse si nulifique la generación de estrés y dolor al animal. Factores determinantes como lo reportan algunos investigadores⁽⁶⁾, quienes observaron que un método deficiente de matanza puede resultar en carnes de mala calidad con vida útil más corta.

En cuanto al manejo *post-mortem* se puede observar que ninguno de los establecimientos de matanza cuenta con cámaras de refrigeración para la correcta maduración de carne y solo el 12 % le da un tiempo de entre 12 y 48 h, el resto se caracterizan por comercializar las canales calientes, factor perjudicial para la terneza de la carne, como lo mencionaron en una investigación⁽²⁷⁾ donde evaluaron diferentes tiempos de maduración de carne ovino concluyendo que la terneza de la carne se incrementa a medida que aumenta el tiempo de maduración de las canales. Se señala⁽²⁸⁾, que el manejo pre-matanza y el tiempo de maduración, así como las condiciones de almacenamiento de la carne ejercen un papel

determinante sobre la calidad del producto final, lo cual concuerda con lo reportado⁽²⁹⁾, quien indica que el estrés generado por el mal manejo de animales aunado a las condiciones deficientes de maduración y almacenamiento de canales afecta la pérdida de peso en canal, la terneza y genera cortes con coloraciones oscuras, afectando directamente las características sensoriales de la carne y con ello la decisión de compra o condicionando su venta a menores precios⁽³⁰⁾.

En cuanto a los empleados, ningún establecimiento les proporciona ropa de trabajo adecuada, ni se exige desinfectar el calzado antes de entrar al área de matanza. En el 50 % de mataderos se encontraron problemas de plagas como roedores, pájaros, insectos o animales domésticos en las áreas de matanza, coincidiendo con lo observado por otros⁽³¹⁾, quienes mencionan que la presencia de plagas son un reflejo de las malas condiciones de limpieza en mesas de trabajo, vehículos, utensilios e indumentaria de trabajo. Por otra parte el personal carece de capacitación, al encontrar que más del 90 % desconoce cuáles son las buenas prácticas de matanza y bienestar animal, elementos de suma importancia; y que coinciden con un estudio en donde se evaluó la eficacia de capacitar al personal en cuanto al manejo y matanza de animales, como su efecto en la calidad de la carne, concluyendo que un equipamiento apropiado y la capacitación del personal mejoran significativamente la eficacia del proceso, asegurando el bienestar animal y la calidad de la carne⁽³²⁾.

En el 93 % del manejo de las canales de los establecimientos no se realizan exámenes *ante-mortem*, además de no realizar el baño de animales el cual tiene la finalidad de disminuir la carga microbiológica que trae el animal como son restos de excremento, orina o tierra⁽³³⁾, resultados que coinciden con un trabajo en donde se encontraron irregularidades en la inspección veterinaria, comprometiendo la recepción segura de animales e incrementando los riesgos de introducción de agentes causales de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA's) desde las explotaciones hasta el matadero⁽³⁴⁾.

Conclusiones e implicaciones

Los tres tipos de establecimiento conformados no cuentan con el conocimiento básico sobre las normas del bienestar animal, faltando una adecuada capacitación del personal. Las condiciones de infraestructura, del personal y el manejo de residuos no son las adecuadas de acuerdo con la normatividad vigente para asegurar la inocuidad y calidad de la matanza. Particularmente de los tres tipos de establecimientos para realizar la matanza, el rastro municipal es el que en cierta medida se apega a un nivel de cumplimiento más alto en la normatividad vigente. Sin embargo, las instalaciones ya son viejas, carentes de tecnología que lo amerita para la cantidad de animales que se faenan, aunado a el limitado personal con el que cuenta, ocasionando con ello prolongados lapsos de tiempo en el proceso de la matanza. Se sugiere implementar programas de capacitación por parte de autoridades

oficiales competentes, con la finalidad de mejorar las condiciones en el proceso de la matanza apegados a la normatividad vigente. Así como acondicionar y tecnificar las instalaciones del rastro municipal de Capulhuac de Mirafuentes para garantizar las buenas prácticas de matanza e inocuidad de la carne comercializada, así como hacer eficiente la capacidad instalada a la actual demanda en el procesado de matanza de este municipio.

Agradecimientos

Al Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología por la beca de estancia de investigación otorgada, para la realización de esta investigación, así mismo al Ayuntamiento Municipal de Capulhuac de Mirafuentes, Estado de México, por las facilidades otorgadas en poder desarrollar esta investigación en el municipio.

Cuadro 1: Preguntas de la encuesta

(1) ¿Tipo de matadero?*	(26) ¿Los pisos de las instalaciones de matanza son impermeables, homogéneos y de características que permitan su fácil limpieza y desinfección? (Si, No)* ⁽⁵⁾	(51) ¿Se realiza la inspección <i>ante-mortem</i> ? (Si, No)* ⁽⁴⁾
(2) ¿Origen de los animales?*	(27) ¿A la entrada del área de matanza existe un tapete sanitario con solución desinfectante? (Si, No)* ⁽⁴⁾	(52) ¿Quién realiza la inspección sanitaria <i>ante-mortem</i> ?* ⁽⁴⁾
(3) ¿Cuántos animales matan a la semana? (N)**	(28) ¿Las uniones del piso y la pared son de fácil limpieza? (Si, No)* ⁽¹⁾	(53) ¿Realizan baño <i>ante-mortem</i> ? (Si, No)* ⁽⁴⁾
(4) ¿Con que frecuencia se matan ovinos? (N)**	(29) ¿Las ventanas y ventilas están provistas de protecciones en buen estado de conservación para reducir la entrada de polvo, lluvia y fauna nociva? (Si, No)* ⁽¹⁾	(54) ¿Se capacita al personal para realizar su trabajo? (Escala de Likert)* ⁽⁵⁾
(5) ¿Destino de las canales?*	(30) ¿Existen rótulos en los que se indique al personal que debe lavarse las manos después de usar los sanitarios? (Si, No)* ⁽⁴⁾	(55) ¿Método de aturdimiento?*(²)
(6) ¿Lugar de comercialización?*	(31) ¿El establecimiento cuenta con una área exclusiva para el depósito temporal de desechos y basura, delimitada y fuera del área de producción? (Si, No)* ⁽⁴⁾	(56) ¿Se cuenta con rieles o ganchos para el manejo de las canales? (Si, No)* ⁽⁴⁾
(7) ¿Precio canal tierna? (\$/kg)**	(32) ¿Se impide la entrada de animales domésticos en las áreas de matanza, canales y vísceras? (Si, No)* ⁽⁴⁾	(57) ¿Destino de la sangre?*(⁴)
(8) ¿Precio canal recia? (\$/kg)**	(33) ¿Tiempo de maduración de canales? (horas)* ⁽⁴⁾	(58) ¿Cuenta con recipientes para desinfección de cuchillos? (Si, No)* ⁽¹⁾
(9) ¿Precio vísceras? (\$/kg)**	(34) ¿Todas las áreas de la planta se mantienen libres de insectos, roedores, pájaros u otros animales? (Si, No)* ⁽⁴⁾	(59) ¿Se identifican las vísceras de cada canal? (Escala de Likert)* ⁽⁴⁾
(10) ¿Precio patas? (\$/kg)**	(35) ¿El agua que se emplea para lavar los equipos y utensilios es potable? (Si, No)* ⁽⁴⁾	(60) ¿En qué se depositan las vísceras?*(¹)
(11) ¿Precio cabeza? (\$/kg?)**	(36) ¿Cuenta con cámara de refrigeración? (Si, No)* ⁽⁴⁾	(61) ¿Existen salas separadas para el manejo de vísceras verdes y rojas? (Si, No)* ⁽¹⁾
(12) ¿Precio de barbacoa? (\$/kg)**	(37) ¿Cuenta con congeladores? (Si, No)* ⁽⁴⁾	(62) ¿Se realiza inspección <i>post-mortem</i> ? (Si, No)* ⁽⁴⁾
(13) Porcentaje de ovinos vendidos (%)**	(38) ¿Cuántos empleados trabajan en el establecimiento? (N)** ⁽⁵⁾	(63) ¿Quién realiza la inspección sanitaria <i>post-mortem</i> ?** ⁽⁴⁾
(14) Porcentaje de ovejas vendidas (%)**	(39) ¿No existe presencia de ropa u objetos personales en el área de matanza? (Escala de Likert)* ⁽⁵⁾	(64) ¿Se cuenta con incineradores? (Si, No)* ⁽¹⁾⁽⁴⁾
(15) ¿El establecimiento cuenta con un área de desembarque para animales y área de carga de canales y vísceras? (Si, No)* ⁽⁴⁾	(40) ¿Existen casilleros donde los empleados puedan guardar sus pertenencias? (Si, No)* ⁽³⁾	(65) ¿Cuál es el destino de las vísceras y canales decomisadas* ⁽⁴⁾

(16) ¿El establecimiento cuenta con un área identificada, con toma de agua y drenaje para el lavado y desinfección del transporte? (Si, No)* ⁽⁴⁾	(41) ¿Los empleados se presentan aseados a trabajar? (Si, No)* ⁽⁵⁾	(66) ¿Se lavan las canales después de remover la piel? (Si, No)* ⁽⁴⁾
(17) ¿El establecimiento cuenta con corrales para animales enfermos o sospechosos? (Si, No)* ⁽⁴⁾	(42) ¿Usan cofia? (Escala de Likert)* ⁽⁵⁾	(67) ¿Cuántos litros de agua se gastan por animal? (L)**
(18) ¿El establecimiento cuenta con corrales para el periodo de descanso antes de la matanza? (Si, No)* ⁽⁴⁾	(43) ¿Usan cubrebocas? (Escala de Likert)* ⁽³⁾	(68) ¿Dónde se vierten las aguas residuales?*(⁴⁾
(19) ¿Periodo de descanso antes de la matanza? (horas)***(⁴⁾	(44) ¿El calzado es desinfectado antes de entrar al área de matanza? (Escala de Likert)* ⁽³⁾	(69) ¿Existe señalización de áreas peligrosas? (Escala de Likert)* ⁽⁵⁾
(20) ¿Con que frecuencia se lavan los corrales, rampas, mangas, baño <i>ante-mortem</i> y área de secado y escurrimiento?*(⁴⁾	(45) ¿El establecimiento proporciona ropa adecuada para trabajar? (Escala de Likert)* ⁽³⁾	(70) ¿Tiene algún programa de promoción de la salud?*, (Si, No)* ⁽⁵⁾
(21) El establecimiento cuenta con drenaje? (Si, No)* ⁽⁴⁾	(46) ¿Se prohíbe a los empleados entrar a las áreas de matanza o proceso de canal con joyas, pinzas, aretes, anillos, relojes o pulseras? (Escala de Likert)* ⁽⁵⁾	(71) ¿Saben qué son las buenas prácticas de matanza? (Si, No)***(⁵⁾
(22) El establecimiento cuenta con baños? (Si, No)* ⁽⁴⁾	(47) ¿Se prohíbe a los empleados fumar, beber, comer, escupir en áreas de matanza y procesamiento de canales? (Escala de Likert)* ⁽⁵⁾	(72) ¿Se capacita al personal en BPM? (Si, No)* ⁽⁵⁾
(23) ¿Los baños se encuentran fuera de las instalaciones de matanza y procesamiento de la canal? (Si, No)* ⁽⁴⁾	(48) ¿Con que tipo de vestimenta se presentan a trabajar los empleados?*(⁵⁾	(73) ¿Sabe que es el bienestar animal? (Si, No)* ⁽⁶⁾
(24) ¿El establecimiento cuenta con un plan de control de plagas? (Si, No)* ⁽⁴⁾	(49) ¿Se restringe el acceso a las salas de matanza a personal enfermo? (Escala de Likert)* ⁽⁵⁾	(74) ¿Realizan prácticas de bienestar animal? (Si, No)* ⁽⁶⁾
(25) ¿Material de construcción de pisos y paredes?*(¹⁾	(50) ¿El personal debe lavarse y desinfectarse las manos y antebrazos, así como cepillarse las uñas antes de ingresar a las áreas de proceso? (Escala de Likert)* ⁽³⁾⁽⁵⁾	

N (número), * Variable cualitativa, ** Variable cuantitativa, Escala de Likert (no cumple, cumple muy poco, medianamente cumple, cumple mucho, cumple en su totalidad), ¹(NOM-008-ZOO-1994), ²(NOM-033-SAG/ZOO/ 2014, ³(NOM-213 SSA-1 2018), ⁴(NOM 194-SSA1-2004), ⁵(NOM-120-SSA1-1994), ⁶(NOM-051-ZOO-1995).

Cuadro 4. Características relevantes y de importancia de los cuatro clústers conformados en los mataderos ovinos en el municipio de Capulhuac de Mirafuentes

No	Variable o descriptor de matanza	Clúster 1	Clúster 2	Clúster 3	Clúster 4	Valor de (P)
1	Número de UMO	10	6	26	14	
2	Tipo de matadero	Mataderos privados (100%)	Mataderos privados (33.4%), Rastro Municipal (16.6%), Instalaciones de rastro con personal privado (50%)	Mataderos privados (84.6%), Instalaciones del rastro con personal privado (15.4%)	Instalaciones del rastro con personal privado (100%)	0.0001
3	Cuántos animales matan a la semana	31±26.8	86±114.0	60±58.0	27±30.0	0.1078
4	Con que frecuencia se mata ovinos	Cada semana	Cada semana	Cada semana	Cada semana	0.2285
5	Destino de las canales	Venta de carne y barbacoa	Venta de carne y barbacoa	Venta de carne	barbacoa	0.0001
6	Lugar de comercialización	Capulhuac y Zona Metropolitana Ciudad México	Capulhuac	Capulhuac	Zona Metropolitana Ciudad México	0.0001
7	Precio canal tierna/kg	96.9±4.03	99.4±8.00	97.0±6.25	N/C	0.0001
8	Precio canal recia/kg	91.50±4.03	89±8.00	88±6.50	N/C	0.0001
9	Precio vísceras/kg	163±10.59	151±18.60	159±13.20	N/C	0.0001
10	Precio patas/pza	34±5.27	35±5.00	36.30±4.05	N/C	0.0001
11	Precio cabeza/pza	53±4.40	50±0.00	53.04±5.50	N/C	0.0001
12	Precio de barbacoa/kg	391±16.93	360±28.28	N/C	379±24.66	0.0001
13	% de ovinos vendidos	84.44±7.26	50±20.54	65.83±20.14	76.5±22.11	0.0001
14	% de ovejas vendidas	16.67±5.47	50±20.54	34.2±16.32	23.5±14.12	0.0001
15	El establecimiento cuenta con un área de desembarque de animales y área de carga de canales y vísceras	Si (100%)	Si (100%)	No (100%)	Si (100%)	0.0001
16	El establecimiento cuenta con corrales para animales enfermos o sospechosos	No	Si	No	Si	0.0001
17	El establecimiento cuenta con corrales para el periodo de descanso antes de la matanza	Si	Si	Si	Si	0.3930
18	Periodo de descanso antes de la matanza	13- 24 h	13-24 h	24-48 h	13-24 h	0.0490
19	Con que frecuencia se lavan los corrales, rampas, mangas, baño <i>ante-mortem</i> y área de secado y escurrimiento	Semanalmente	Diario	Semanalmente	Semanalmente	0.0172
20	El establecimiento cuenta con un plan de control de plagas	No	No	Si	No	0.0053
21	A la entrada del área de matanza existe un tapete sanitario con solución desinfectante	Si	No	No	No	0.0012
22	Las uniones del piso y la pared son de fácil limpieza	Si	Si	Si	No	0.0001

23	Las ventanas y ventilas están provistas de protecciones en buen estado de conservación para reducir la entrada de polvo, lluvia y fauna nociva	No	No	No	No	0.0580
24	Existen rótulos en los que se indique al personal que debe lavarse las manos después de usar los sanitarios	No	No	No	No	0.8340
25	Se impide la entrada de animales domésticos en las áreas de matanza, canales y vísceras	Si	No	Si	No	0.0001
26	Tiempo de maduración de canales	1-6 h	1-6 h	7- 12 h	7- 12 h	0.0470
27	Cuenta con cámara de refrigeración	No	No	No	No	0.3643
28	Cuenta con congeladores	Si	Si	Si	Si	0.0253
29	Cuántos empleados trabajan en el establecimiento	1-5	1-5	1-5	1-5	0.9080
30	Todas las áreas de la planta se mantienen libres de insectos, pájaros y roedores	Si	No	Si	No	0.0001
31	No existe presencia de ropa u objetos personales en el área de matanza	Cumple en su totalidad	Cumple muy poco	Medianamente cumple	Cumple en su Totalidad	0.0164
32	Los responsables de los establecimientos de productos cárnicos, proporcionan ropa de trabajo limpia a los trabajadores	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	0.7601
33	Usan cubre bocas	Cumple mucho	Cumple en su totalidad	Cumple en su totalidad	Cumple en su totalidad	0.0035
34	El calzado es desinfectado antes de entrar al establecimiento	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	0.0980
35	Se les prohíbe a los empleados entrar a las áreas de matanza o proceso de canal con joyas, pinzas, aretes, anillos, relojes o pulseras	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	0.0481
36	Se les prohíbe a los empleados fumar, beber, comer, escupir en áreas de matanza y procesamiento de canales	Cumple en su totalidad	0.4727			
37	Con que tipo de vestimenta se presentan a trabajar los empleados	Mandil de plástico y botas de hule	0.0708			
38	El personal debe lavarse y desinfectarse las manos y antebrazos, así como cepillarse las uñas antes de ingresar a las áreas de proceso	Cumple en su totalidad	0.0766			
39	Se capacita al personal para realizar su trabajo	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	0.0609
40	Método de aturdimiento	Descabellado	Descabellado	Descabellado	Descabellado	0.0609
41	Destino de la sangre	Composta	Drenaje	Se vende	Drenaje	0.0193
42	Cuenta con recipientes para desinfección de cuchillos	Cumple en su totalidad	No cumple	Cumple en su totalidad	No cumple	0.1743
43	Se identifican las vísceras de cada canal	Cumple en su totalidad	Cumple en su totalidad	Cumple en su totalidad	No cumple	0.0041
44	Cuál es el destino de las vísceras y canales decomisadas	Incineran	Incineran	Incineran	Incineran	0.0697
45	Cuántos litros de agua se gastan por animal	7-12 L	25-48 L	13-24 L	7-12 L	0.0238
46	Existe señalización de áreas peligrosas	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	0.1245

Literatura citada:

1. Chacón A. La suavidad de la carne: implicaciones físicas y bioquímicas asociadas al manejo y proceso agroindustrial. *Agron Mesoam* 2004;15(2):225-243.
2. Albarracín HW, Sánchez BI. Caracterización del sacrificio de corderos de pelo a partir de cruces con razas criollas. *Rev MVZ Córdoba* 2013;18(1):3370-3378.
3. Hernández BJ, Jesica ALL, Ríos RFG. Efecto del manejo pre-mortem en la calidad de la carne. *Nacameh* 2007;7(2):41-64.
4. Aguayo-Ulloa L, Perdomo-Ayola SC. Bienestar animal y calidad de la canal en ovinos de pelo beneficiados en un frigorífico de Córdoba, Colombia. *C&TA* 2021;22(1):1-20. https://doi.org/10.21930/rcta.vol22_num1_art:1836.
5. Delgado DH, Roque PE, Cedeño PCA, Villoch CA. Análisis del cumplimiento de las Buenas Prácticas de faenado en cinco mataderos municipales de Manabí, Ecuador. *Salud Anim* 2015;37(2):69-78.
6. Mahros MA, Elshebrawy HA, Abd-Elghany SM, Elgazzar MM, Imre K, Mora A, Herman, Khalid IS. The physicochemical and microbiological quality of meat produced in a traditional slaughterhouse in Mansoura City. Egypt. *J Infect Dev Ctries* 2022;16(3):507-515.
7. Cruz-González MI, Sánchez-Machado DI, López-Cervantes J, Munguia-Xochihua JA, Molina-Barrios RM, Rivera-Acuña F, Hernández-Chávez JF. Caracterización del perfil de ácidos grasos en carne de ovino de engorda utilizando cromatografía de gases. *NACAMEH* 2014;8(1):39-49.
8. Santaliestra-Pasías AM, Mesana GMI, Moreno ALA. La carne en la alimentación española: importancia de la carne de cordero. *Nutr Clín Diet Hosp* 2010;30(3):42-48.
9. Cruz-Sánchez OE, Herrera-Camacho JR, García-Herrera A, Aguayo-Ulloa L, Moo-Huchin VM, Cruz-Hernández A, *et al.* Effects of genotype, litter size and sex on carcass characteristics and fatty acid profile in hair lambs. *Rev Mex Cienc Pecu* 2022;13(1):1-18.
10. Mondragón-Ancelmo J, García-Hernández P, Rojas-Sandoval L, Domínguez Vara I, Gómez-Tenorio G, Rebollar-Rebollar S. Caracterización de consumidores agroindustriales de carne de pequeños rumiantes del Estado de México. *Investigación y Ciencia* 2018;74 (1):17-24.
11. Pillado AL, Romero CA, Viesca GF, Villareal LZ. Desarrollo económico de un pueblo lacustre: Capulhuac, Estado de México. *Terra* 2017;3(1):8-100.

12. NOM-008-ZOO-1994, Norma Oficial Mexicana NOM-008-ZOO-1994, Especificaciones zoosanitarias para la construcción y equipamiento de establecimientos para el sacrificio de animales y los dedicados a la industrialización de productos cárnicos. Diario Oficial de la Federación; 1999.
13. NOM-033-SAG/ZOO-2014. Norma Oficial Mexicana NOM-033-SAG/ZOO-2014, Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres. Diario Oficial de la Federación; 2015.
14. NOM-213-SSA1-2018, Norma Oficial Mexicana NOM-213-SSA1-2018, Productos y servicios. Productos cárnicos procesados y los establecimientos dedicados a su proceso. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Diario Oficial de la Federación; 2019.
15. NOM-194-SSA1-2004, Norma Oficial Mexicana, Productos y servicios. Especificaciones sanitarias en los establecimientos dedicados al sacrificio y faenado de animales para abasto, almacenamiento, transporte y expendio. Especificaciones sanitarias de productos. Diario Oficial de la Federación.
16. NOM-120-SSA1-1994, NORMA Oficial Mexicana NOM-120-SSA1-1994, Bienes y servicios. Prácticas de higiene y sanidad para el proceso de alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas. Diario Oficial de la Federación.
17. NOM-051-ZOO-1995, NORMA Oficial Mexicana NOM-051-ZOO-1995, Trato humanitario en la movilización de animales.
18. Hernández-Martínez J, Ortiz-Rivera MI, Rebollar-Rebollar S, Guzmán-Soria E, González-Razo FJ. Comercialización de ovinos de pelo en los municipios de Tejupilco y Amatepec del Estado de México, Agron Mesoam 2013;24(1):195-201 ISSN: 1021-7444.
19. Bobadilla-Soto EE, Ochoa-Ambriz F, Perea-Peña M. Dinámica de la producción y consumo de carne ovina en México 1970 a 2019. Agron Mesoam 2021;32(3): 963-984.
20. Pulido MA, Mariezcurrena-Berasain MA, Sepúlveda W, Rayas-Amor A, Salme AZM, Miranda-de la Lama GC. Hauliers. Perceptions and attitudes towards farm animal welfare could influence the operational and logistics practices in sheep transport. J Vet Behav 2018;23(1):25-32.
21. Quiroz OK, Restrepo MD, Barahona RR. Efecto del tiempo de ayuno sobre el rendimiento en canal y el pH en canales bovinas. Rev Lasallista de Investig 2016;13(2):80-84.
22. Koscinczuk P. Ambiente, adaptación y estrés. Rev Vet 2014;25(1):67-76.

23. Pérez-Linares C, Sánchez-López E, Ríos-Rincón FG, Olivas-Valdéz JA, Figueroa-Saavedra F, Barreras-Serrano A. Factores de manejo pre y post sacrificio asociados a la presencia de carne DFD en ganado bovino durante la época cálida. *Rev Mex Cienc Pecu* 2013;4(2):149-160.
24. Romero-peñuela MH, Uribe-Velásquez LF, Sánchez Valencia JA. Biomarcadores de estrés como indicadores de bienestar animal en ganado de carne. *Biosalud* 2011;10(1):71–87.
25. Adzitey F. Effect of pre-slaughter animal handling on carcass and meat quality. *Int Food Res J* 2011;18(1):485-491.
26. SADER. Secretaria de Desarrollo Rural. Manual de procedimientos para el sacrificio humanitario y la disposición sanitaria en emergencias zoonosológicas. 2011.
27. Civit D, Díaz MD, Rodríguez E, González CA. Características de la canal y efecto de la maduración sobre la calidad de la carne de ovejas de desvieje de raza Corriedale. *TEA* 2014;110(2):160-170.
28. Bianchi G, Garibotto G, Feed O, Bentancur O, Franco J. Effect of live weight at slaughter on carcass and meat quality in pure Corriedale and crossbred lambs. *Arch Med Vet* 2006;38(2):161-165.
29. Odeón MM, Romera SA. Estrés en ganado: causas y consecuencias. *Rev Vet* 2017;28(1):69-77.
30. Hermosillo GC, Kaplan JC, López Vidaurry JM, Molina JY. Factores que influyen en la decisión de compra de carne de bovino por parte de los comercializadores en Navojoa, Sonora. (*RIASF*) 2020;32(13):1-29.
31. Signorini M. Evaluación de riesgos de los rastros y mataderos municipales. *NACAMEH* 2007;1(2):118-141.
32. Signorini M. Rastros municipales y su impacto en la salud pública. *NACAMEH* 2008; 2(1):1-24.
33. Gallo C, Teuber C, Cartes M. Mejoras en la insensibilización de bovinos con pistola neumática de proyectil retenido tras cambios de equipamiento y capacitación del personal. *Arch Med Vet* 2003;35(2):159-170.
34. Fernández YE, Suasnavas N, Calzadilla C, Cepero O, César CJ. Procedimientos evaluativos de algunos prerrequisitos para la aplicación del Sistema de análisis de Peligros y puntos críticos de control (HACCP) en mataderos. *Rev Electron Vet* 2007;8(1):1695-7504 ISSN 1695-7504.