

Caracterización del procedimiento de lavado y desinfección de canales bovinas
para consumo humano en las Plantas de Beneficio Animal del Departamento de
Antioquia, Colombia

Estudiante

Mauricio Sánchez Acevedo

Director

Jorge Arturo Fernández Silva

Comité asesor

Carolina Peña Serna

Francisco J. Garay Pineda

Maestría en Ciencias Veterinarias - profundización

Facultad de Ciencias Agrarias

Universidad de Antioquia

2021

AGRADECIMIENTOS

Al grupo de investigación Centauro por el apoyo financiero al estudio,
al Invima por el tiempo de dedicación, el acceso a la información y el acceso para
apoyo financiero,
a las PBA que aceptaron abrir sus puertas para las visitas y brindaron información,
a mis amigos por su apoyo moral,
y a mi familia por su paciencia y su tiempo.

DEDICATORIA

A mi familia y amigos, por el apoyo moral e incondicional para lograr mis metas.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	2
DEDICATORIA	3
CONTENIDO.....	4
LISTA DE TABLAS.....	6
LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE ABREVIATURAS	8
RESUMEN.....	9
Palabras clave:	10
SUMMARY	11
Keywords	12
INTRODUCCION.....	13
OBJETIVOS	18
Objetivo general.....	18
Objetivos específicos	18
MARCO TEORICO.....	19
ETA.....	19
Carne.....	21
Prevalencia de patógenos implicados en ETA	22
Planta de Beneficio Animal y sus categorías	23
Contaminación cruzada en la PBA.....	24
Control de la contaminación cruzada con microorganismos patógenos en la PBA.....	26
Intervenciones físicas como alternativa para el control de la contaminación cruzada en PBA	28
Ácidos orgánicos como alternativa para el control de contaminación cruzada en PBA	29
Múltiples obstáculos para el control de la contaminación cruzada en las PBA.....	32
MATERIALES Y MÉTODOS	34
Consideraciones éticas	34
Tipo de estudio	34
Plantas de beneficio animal (PBA)	34
Revisión documental sobre PBA en Antioquia del repositorio del Invima.....	37

Visita presencial a las PBA	37
Diseño y validación del cuestionario usado para coleccionar información de las PBA visitadas en Antioquia.....	38
Observación del proceso de lavado y desinfección de canales	38
Análisis estadístico.....	39
RESULTADOS.....	40
Características de las PBA	40
Caracterización de los procedimientos de lavado y desinfección de canales bovinas ...	42
a) Según información registrada en el GTT occidente 1 del Invima en 2019.....	42
b) Según información obtenida en la visita en 2020 - 2021.	45
Factores que determinan la elección del procedimiento de lavado y desinfección de canales	50
DISCUSIÓN.....	52
CONCLUSIONES.....	58
ANEXOS	59
ANEXO 1: Formato para la revisión de información documental	59
ANEXO 2: Carta de invitación a participar en el estudio.....	63
ANEXO 3: Cuestionario para aplicar en las PBA para la caracterización del procedimiento.....	66
ANEXO 4: Lista de chequeo de la observación no cooperativa	70
BIBLIOGRAFIA.....	72

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Plantas de Beneficio Animal (PBA) inscritas, abiertas y con autorización sanitaria ante el INVIMA en el departamento de Antioquia entre julio de 2019 y abril de 2021.....	41
Tabla 2. Información registrada del procedimiento de lavado y desinfección (LyD) de canales bovinas en el Grupo de trabajo territorial (GTT) occidente 1 del Invima en 2019 de 12 Plantas de Beneficio Animal (PBA).....	44
Tabla 3. Plantas de Beneficio Animal (PBA) visitadas para la caracterización del procedimiento de lavado y desinfección (LyD) de canales entre noviembre de 2020 y abril de 2021.	46
Tabla 4. Información técnica, intervención, y verificación del procedimiento de LyD, recolectada a partir de la observación (incluidos registros), en 12 PBA visitadas entre noviembre de 2020 y abril de 2021.....	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mecanismo de acción bactericida de los ácidos orgánicos	32
Figura 2. Información general del diseño del estudio para la caracterización del procedimiento de lavado y desinfección de canales bovinas para consumo humano en las plantas de beneficio animal (PBA) del departamento de Antioquia, Colombia.....	36
Figura 3. Productos utilizados en el procedimiento de LyD de canales identificado en 12 PBA visitadas.....	47
Figura 4. Microorganismos, indicadores y patógenos, muestreados en canales bovinas de las 12 PBA visitadas.....	50

LISTA DE ABREVIATURAS

aw	Actividad acuosa
BPM	Buenas prácticas de manufactura
ETA	Enfermedades transmitidas por alimentos
FSIS	Servicio de seguridad e inspección alimentaria (por sus siglas en inglés)
GTT	Grupo de trabajo territorial
GTT Occ1	Grupo de trabajo territorial occidente 1
HACCP	Análisis de peligros y puntos críticos de control (por sus siglas en inglés Hazard Analysis and Critical Control Point)
INS	Instituto Nacional de Salud
Invima	Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos
LyD	Lavado y desinfección
OIA	Objetivo de inocuidad alimentaria
NAP	Nivel adecuado de protección
PBA	Planta de beneficio animal
WHO/OMS	World Health Organization/Organización mundial de la salud

RESUMEN

Las plantas de beneficio animal deben utilizar un procedimiento de lavado y desinfección de canales para el control de patógenos y con ello, prevenir la aparición de enfermedades transmitidas por el consumo de carne. El objetivo de este estudio fue caracterizar el procedimiento de lavado y desinfección de canales bovinas en las plantas de beneficio animal del Departamento de Antioquia, Colombia, que se encontraban abiertas, inscritas y autorizadas por el Invima. Este estudio descriptivo recolectó información a partir de diferentes fuentes primarias y secundarias sobre 23 plantas de beneficio animal de la especie bovina en el Departamento de Antioquia, entre julio de 2019 y abril de 2021. El estudio permitió conocer los procedimientos y técnicas de lavado y desinfección de canales de la especie bovina que utilizan las plantas de beneficio animal del Departamento de Antioquia, donde al menos el 73,9% de estas utilizan la desinfección química para el control de microorganismos. A partir de las fuentes secundarias, se encontró que 10 plantas de beneficio animal utilizan productos de desinfección de canales, tales como el ácido cítrico, ácido láctico, ácido peracético y mezcla de ácidos orgánicos en concentraciones entre 900 y 1200 ppm, 1,5 y 1,7%, 180 y 190 ppm y 900 y 1200 ppm respectivamente; y estos son utilizados de acuerdo con las recomendaciones de la respectiva ficha técnica del producto. Por otro lado, y según información obtenida en la visita mediante la aplicación del cuestionario, se encontró que las 12 plantas de beneficio animal visitadas utilizan la desinfección química como estrategia de intervención para el control de microorganismos. Es decir, según lo encontrado, la mayoría de las plantas de beneficio animal en el Departamento de Antioquia son muy pequeñas, y han implementado la desinfección química como método de intervención para el control de patógenos, realizando su aplicación mediante dispositivos manuales, no obstante, estas prácticas no están fundamentadas científicamente. De igual manera, se evidenció la necesidad de realizar estudios en condiciones comerciales para validar la efectividad del procedimiento de lavado y desinfección de canales en las diferentes plantas de beneficio animal. Por tanto, es necesario fortalecer la capacitación y entrenamiento

del personal, en temas asociados al procedimiento de lavado y desinfección de canales y otros métodos de intervención para el control de patógenos, para realizar la actividad de forma efectiva, porque las mejoras en el conocimiento del evento estudiado pueden llevar a mejorías en la inocuidad alimentaria.

Palabras clave:

Planta de beneficio animal (PBA), Canales de res, Descontaminación de canales, Intervenciones de procesamiento, Ácidos orgánicos

SUMMARY

Slaughterhouses must use a decontamination procedure of finished beef carcasses to prevent or reduce pathogenic microorganisms and prevent foodborne illness outbreaks related to beef meat. The purpose of this study was to characterize the finished beef carcass decontamination procedure in the slaughterhouses of Antioquia, Colombia, that were opened, registered and authorized by the Invima. This survey collected information from various primary and secondary data sources from 23 cattle slaughterhouses at Department of Antioquia, between July 2019 and April 2021. The survey allowed to characterized the practices and techniques of washing and disinfection of finished beef carcasses used by cattle slaughterhouses at the Department of Antioquia. From secondary data sources it was found that 10 cattle slaughterhouses used chemical disinfection products, and these are used according to the technical data sheet of the product, nevertheless only two slaughterhouses used chemical disinfection products in concentrations determined to be effective and scientifically supported. On the other hand, and based on the information obtained during the visit using the questionnaire, it was found that the 12 visited slaughterhouses used chemical disinfection to control microorganisms on beef carcasses. Namely and based on the results, most slaughterhouses in Antioquia are very small and have implemented chemical disinfection to control pathogenic microorganisms using a handheld compressed-air sprayer; however, these practices are not scientifically supported. In the same way, further investigations under commercial conditions are required to validate the effectiveness of the carcass washing and disinfection procedure in the different slaughterhouses. Finally, it is necessary to strengthen food safety training of personnel on topics related to carcass washing and disinfection procedure and other intervention methods for the control of pathogens, in order to increase effectiveness of this procedure because improvements in its knowledge can lead to improvements in food safety.

Keywords

Slaughterhouse, Beef carcasses, Carcass decontamination, Processing interventions, Organic acids

INTRODUCCION

Las Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA) son el síndrome originado por la ingestión de alimentos y/o agua contaminados con agentes patógenos en cantidades tales que afecten la salud del consumidor ya sea a nivel individual o a grupos de población (Instituto Nacional de Salud INS, 2017; OMS & OPS División de prevención y control de enfermedades - Programa de salud pública veterinaria, 1993). Es por este motivo que las ETA son consideradas un problema en salud pública. La Organización Mundial de la Salud (OMS) reportó para el 2010, que casi el 10% de la población mundial se enfermó por consumir alimentos contaminados, y que 420.000 personas mueren producto de estos eventos cada año (Instituto Nacional de Salud INS, 2018). La misma organización reportó que en la región de las Américas, 77 millones de personas se enferman por consumir alimentos contaminados y alrededor de 9000 personas mueren cada año (Instituto Nacional de Salud INS, 2018). En Colombia, el Instituto Nacional de Salud (INS) en su último reporte para el año 2018 notificó 11.502 casos involucrados en 881 brotes de ETA al Sistema de vigilancia epidemiológica - Sivigila (Instituto Nacional de Salud INS & Dirección general de salud y seguridad Alimentaria, 2018). Sin embargo, esta misma entidad reportó 583 brotes de ETA para el año 2020, la disminución se asocia probablemente por las medidas de control implementadas para evitar la propagación de la Covid 19, como el cierre de restaurantes, instituciones educativas y ventas ambulantes, y el lavado de manos frecuente (Instituto Nacional de Salud & Dirección de Vigilancia y Análisis del Riesgo en Salud Pública, 2021).

Según el INS, las carnes y productos cárnicos estuvieron presentes en el 14,8% de los brotes de ETA en Colombia (Santos Blanco, M. C., Grupo de Gestión del Riesgo Respuesta y Comunicación del Riesgo, Subdirección de Prevención, V. y C. en S. P., 2019). La carne es un alimento básico en la dieta de las personas, debido a que se compone de diferentes sustancias nutritivas que aportan a la ingesta diaria y que son requeridas para mantener efectos beneficiosos para la salud (Instituto Colombiano de Bienestar Familiar ICBF, 2015; Taheri-Garavand, Fatahi, Omid, & Makino, 2019). Sin embargo, la manipulación de la carne requiere de prácticas

adecuadas porque se considera como un alimento de mayor riesgo en salud pública (Organización Mundial de la Salud OMS & FAO, 2011; República de Colombia & Ministerio de la Protección Social, 2007; República de Colombia & Ministerio de Salud y Protección Social, 2013b), ya que por sus características físicas y químicas, puede favorecer el crecimiento de microorganismos patógenos como *Salmonella spp* o *E. coli* O157:H7 que son generadores potenciales de ETA o la formación de toxinas (Instituto Nacional de Salud INS, 2018; República de Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Ministerio de Salud y Protección Social, 2015; República de Colombia & Ministerio de Salud y Protección Social, 2013a). En Colombia, algunos estudios han reportado la presencia de *E. coli* productora de toxina Shiga y *E. coli* enteroagregativa en carnes, y sugieren que la carne contaminada contribuye a la transmisión de estos patógenos (Gómez-Duarte, 2014; Rúgeles, Bai, Martínez, Vanegas, & Gómez-Duarte, 2010).

La carne se obtiene en las plantas de beneficio animal (PBA) por medio del proceso de beneficio de los animales, es decir, el conjunto de actividades que comprenden el sacrificio y faenado de animales para consumo humano. Uno de los mayores riesgos en dicho proceso es la contaminación microbiana de la carne, que ocurre inevitablemente en la transformación de animales vivos a carne. La mayoría de esta contaminación proviene de la suciedad, el polvo y la materia fecal asociada con la piel del animal, la cual entra en contacto con la canal cuando se retira (Asakura, Masuda, Yamamoto, & Igimi, 2014; Bosilevac, Nou, Barkocy-Gallagher, Arthur, & Koohmaraie, 2006; Duffy et al., 2005; Ellebracht et al., 2005; Greig et al., 2012; Rhoades, Duffy, & Koutsoumanis, 2009).

La normatividad sanitaria vigente en Colombia, sugiere un sistema de aseguramiento de la inocuidad de la carne (República de Colombia & Ministerio de la Protección Social, 2007; República de Colombia & Ministerio de Salud y Protección Social, 2013a). Las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), y el Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP por sus siglas

en inglés) son herramientas útiles para contribuir con el propósito de garantizar que los productos cárnicos se obtengan en condiciones sanitarias adecuadas, disminuir riesgos inherentes a su producción y controlar peligros significativos para la inocuidad de los alimentos (Organización Mundial de la Salud OMS & FAO, 2011). Particularmente, el control de los peligros biológicos se puede realizar en la etapa de lavado y desinfección de la canal. Para garantizar la inocuidad de la carne el procedimiento que haya sido elegido por la PBA, para reducir el riesgo generado por peligros biológicos, debe ser validado (Andreoletti, Budka, Buncic, Hald, & Nørrung, 2011; Greig et al., 2012). Sin embargo, hay factores técnicos y socioeconómicos como la escasez de recursos, la capacitación de las personas responsables del procedimiento o el desconocimiento de aspectos técnicos del procedimiento en sí mismo que podrían estar interviniendo en la elección del procedimiento para el control de peligros biológicos y su validación.

Para reducir estos peligros biológicos de la carne se han estudiado diferentes métodos de intervención en la canal como el lavado con agua caliente, la aspersion de ácidos orgánicos, el aspirado y la pasteurización con vapor, los cuales han demostrado su efectividad, en forma separada o en combinación (FAO, 2007). Una de las prácticas más comunes para el control de patógenos para reducir el riesgo de ETA por consumo de carne es la desinfección de la canal en la PBA. Sin embargo, en Colombia, son escasos los estudios donde se aborda este tema (Javid Corpas-Iguarán & Sebastián Arcila-Henao, 2014; Valencia Montero & Acero Plazas, 2013), así que el desconocer cómo se están realizando los procedimientos de lavado y desinfección de canales bovinas en las PBA y los factores que influyen en la manipulación durante el proceso de transformación, e información inadecuada de los procedimientos, son riesgos indeseables en el proceso de obtención de la carne, lo cual supone un riesgo respecto al control de la contaminación de la canal bovina por microorganismos patógenos de interés en Salud Pública. (Pan American Health Organization & World Health Organization - PAHO, 1997).

Por consiguiente, un adecuado procedimiento de lavado y desinfección de la canal reduce la concentración de microorganismos patógenos en la misma, aunque no garantiza que se eliminan por completo; no obstante, si es implementado adecuadamente puede ser un medio eficaz para reducir la transmisión de patógenos potenciales generadores de ETA (Karmali, 2017). Además del impacto en la salud pública mundial, la producción de alimentos inseguros también afecta la productividad (Vipham, Chaves, & Trinetta, 2018), porque la inefectividad en el control de riesgos microbiológicos, conduce a desventajas comerciales y económicas para los establecimientos (Vipham et al., 2018; Zhilyaev, Cadavez, Gonzales-Barron, Phetxumphou, & Gallagher, 2017). Por lo tanto, ante la necesidad de la industria de alimentos del sector cárnico de suplir a la población con alimentos inocuos, es necesario contar con procedimientos que garanticen al menos la reducción y control de patógenos en los alimentos destinados al consumo humano.

Considerando que en Colombia el consumo per cápita de carne de res, para el año 2019, fue de 18,6 kg (DANE, 2020; Federación Colombiana de Ganaderos - FEDEGAN, n.d.), y que durante el mismo año se sacrificaron 3.407.750 cabezas de ganado bovino, de las cuales 3.285.731 cabezas fueron para consumo interno a nivel nacional, y donde Antioquia fue el departamento que participó en mayor proporción (15,88%) en el sacrificio de ganado con 541.003 cabezas (DANE, 2020), conocer como se hace el procedimiento de lavado y desinfección de canales bovinas en Antioquia permitiría mejorarlo, para mitigar el riesgo de contaminación de la canal con microorganismos patógenos. El uso del conocimiento generado a partir de este estudio puede conducir a identificar factores que pueden afectar el procedimiento de lavado y desinfección de la canal (intervención); asimismo, contribuir a mejoras potenciales de los métodos habitualmente utilizados para mitigar frecuencia, presencia o prevalencia de microorganismos patógenos en la canal, procedentes de la contaminación de las canales bovinas procesadas en PBA del Departamento de Antioquia, y que abastecen de carne y productos cárnicos

comestibles la población de acuerdo al destino aprobado en la autorización sanitaria, y contribuir a la prevención de ETA.

Además, aunado al conocimiento producto de investigaciones a nivel internacional que han demostrado ser efectivas en el control de patógenos (Andreoletti et al., 2011; Castillo, Lucia, Goodson, Savell, & Acuff, 1998; Castillo et al., 2001; Ellebracht et al., 2005; Greig et al., 2012; Hardin, Acuff, Lucia, Oman, & Savell, 1995; Huffman, 2002; Iezzi, Sallovitz, & Purslow P, 2016; Laury et al., 2009; Mani-López, García, & López-Malo, 2012; Reyes Carranza et al., 2013; Signorini et al., 2018; Van Ba et al., 2018), puede mejorar la comprensión de cómo se están desarrollando los procedimientos de lavado y desinfección de canales, fundamental para el éxito de la prevención, y fortalecer la competitividad del sector.

OBJETIVOS

Objetivo general

Caracterizar el procedimiento de lavado y desinfección de canales bovinas para consumo humano en las Plantas de Beneficio Animal (PBA) del Departamento de Antioquia, Colombia

Objetivos específicos

1. Determinar los procedimientos de lavado y desinfección de canales bovinas, implementados en las PBA del departamento de Antioquia, Colombia.
2. Identificar los factores que determinan la elección del procedimiento de lavado y desinfección de las canales bovinas por parte de las PBA del departamento de Antioquia, Colombia.

MARCO TEORICO

ETA

La Enfermedad Transmitida por Alimentos (ETA) es el síndrome originado por la ingestión de alimentos o agua, que contengan agentes etiológicos en cantidades tales que afecten la salud del consumidor a nivel individual o grupos de población. (Organización Panamericana de la Salud & Organización Mundial de la Salud OPS/OMS, 2015). La incidencia de ETA es un indicador directo de la calidad higiénico-sanitaria de los alimentos. Aunque la contaminación de estos se puede dar en cualquier etapa desde la producción hasta el consumo, la principal responsabilidad recae en la etapa de producción durante su procesamiento (Instituto Nacional de Salud INS & Dirección general de salud y seguridad Alimentaria, 2018; World Health Organization (WHO) Centro de prensa, 2019).

Las PBA, como agentes involucrados en la industria alimentaria, tienen la responsabilidad de entregar a los consumidores, alimentos inocuos que no pongan en riesgo su salud. De lo contrario, podrían estar entregando productos que desencadenan en ETA (República de Colombia & Ministerio de la Protección Social, 2007; República de Colombia & Ministerio de Salud y Protección Social, 2013a), afectando negativamente las metas de protección a la población como son el Nivel Adecuado de Protección (NAP) y el Objetivo de Inocuidad Alimentaria (OIA).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) señala en el primer informe de ETA a nivel mundial que en el 2010 casi una (1) de cada diez (10) personas enfermaron por este evento, y 420.000 personas murieron cada año por consumo de alimentos contaminados (Organización Mundial de la Salud OMS, 2015). Este informe también reporta que en la región de América 77 millones de personas se enferman anualmente por consumir alimentos contaminados y en consecuencia, mueren alrededor de 9.000 (Organización Mundial de la Salud OMS, 2015). Para el año 2018, el Instituto Nacional de Salud (INS) de Colombia reportó 11.502 casos en 881 brotes, relacionados con ETA, siendo que la carne de res y cerdo estuvieron presentes en el 6% de dichos brotes (Instituto Nacional de Salud INS, 2018; Instituto

Nacional de Salud INS & Dirección general de salud y seguridad Alimentaria, 2018). Y durante el año 2020, Antioquia, continuó estando entre los departamentos con el mayor número de brotes de ETA (Instituto Nacional de Salud & Dirección de Vigilancia y Análisis del Riesgo en Salud Pública, 2021). La limitada información en Colombia respecto a los costos directos de las ETA, por el uso de los servicios de salud, concluyó que estos costos son altos (Polo, Cabarcas, Díaz Vargas, & Marrugo-Arnedo, 2019). Por lo tanto, es fundamental trabajar para garantizar inocuidad en los alimentos.

Los agentes etiológicos de las ETA incluyen virus, bacterias, parásitos, protozoos, toxinas y productos químicos (Organización Mundial de la Salud OMS, 2015). La mayoría de las ETA se manifiestan como enfermedad diarreica y usualmente se debe al consumo de alimentos contaminados por norovirus, *Campylobacter*, *Salmonella* no tifoídica y *E. coli* patógena (Organización Mundial de la Salud OMS, 2015). Además, otros autores también reportaron al *S. aureus*, *C. perfringens*, *V. parahemolyticus* y *Shigella spp* como agentes bacterianos de las ETA (Pires et al., 2012). En la región de Centro y Suramérica, los países que reportan el mayor número de brotes con identificación del agente son Cuba, Chile y México (Pires et al., 2012), en Colombia, para el año 2020, se alcanzó la identificación del agente etiológico en el 35,2% de los brotes de ETA, indicando que la gestión y cumplimiento de las actividades de vigilancia es insuficiente a nivel departamental, distrital y nacional (Instituto Nacional de Salud & Dirección de Vigilancia y Análisis del Riesgo en Salud Pública, 2021). La región de América está en mejor posición que otras regiones del mundo, como África y Asia, sin embargo, las subregiones de América central y Suramérica aun padecen seriamente el fenómeno de las ETA (Pires et al., 2012).

De los brotes de ETA en los cuales se identificó el agente que generó el evento, las bacterias participaron con la mayor proporción (Instituto Nacional de Salud INS & Dirección general de salud y seguridad Alimentaria, 2018; Pires et al., 2012). De acuerdo con una revisión reciente que incluyó diferentes países de Suramérica (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú, Uruguay y

Venezuela), se reportó que los principales patógenos bacterianos que causaron la mayoría de los casos de enfermedades transmitidas por el agua y los alimentos fueron *Salmonella spp.*, *E. coli* shigatoxigénica (STEC), *Campylobacter spp.*, y *L. monocytogenes* (Adell et al., 2018). En Colombia, hasta el 30 de enero de 2021, del total de brotes notificados se logró la identificación del agente etiológico en menos de 170 brotes. Los agentes etiológicos más frecuentemente identificados fueron *E. coli*, *S. aureus*, Coliformes fecales y *Salmonella spp.* (Instituto Nacional de Salud & Dirección de Vigilancia y Análisis del Riesgo en Salud Pública, 2021). De la variedad de agentes patógenos indicados anteriormente, los que fueron asociados a la carne como fuente importante de ETA fueron *Samonella*, *E. coli*, *Shigella*, *C. perfringens*, y *S. aureus* (Garvey, 2019; Pires et al., 2012).

Algunos microorganismos como coliformes totales y *E. coli* genérica son usados como indicadores de la potencial contaminación con agentes patógenos de la carne y evidencia posibles problemas de procedimientos de limpieza y desinfección del producto, higiene del personal manipulador, superficies en contacto con el alimento y problemas de calidad del agua en la PBA. Monitorear, evaluar y controlar su presencia, impacta la higiene y la calidad sanitaria de la carne y el ambiente de procesamiento (Castillo et al., 1998; Garvey, 2019). Por lo tanto, el control microbiológico de la carne por parte de las PBA es de alta sensibilidad para la prevención de ETA, y la salud pública (Garvey, 2019).

Carne

De acuerdo con lo señalado en la reglamentación sanitaria colombiana, la carne: “Es la parte muscular y tejidos blandos que rodean al esqueleto de los animales de las diferentes especies, incluyendo su cobertura de grasa, tendones, vasos, nervios, aponeurosis y que ha sido declarada inocua y apta para el consumo humano” (República de Colombia & Ministerio de la Protección Social, 2007). La carne está compuesta de proteínas, lípidos, vitaminas (Tiamina, Rivo flavina, Niacina) y minerales (Calcio, Hierro, Fosforo, Sodio); sustancias nutritivas que aportan a la ingesta diaria y que son requeridas para mantener efectos beneficiosos para la salud (Instituto Colombiano de Bienestar Familiar ICBF, 2015; Taheri-Garavand et

al., 2019). La carne es una buena fuente de proteínas y amino ácidos esenciales, posee baja proporción de carbohidratos y sustancias solubles de menor peso molecular, y una actividad acuosa alta (*aw*). Este último aspecto se relaciona con condiciones favorables para el crecimiento de microorganismos (Audisio, 2007), por tanto, puede deteriorarse rápidamente y cualquier deficiencia durante su proceso o manipulación puede ocasionar trastornos a la salud del consumidor (Taheri-Garavand et al., 2019). Por tanto, los alimentos que por su naturaleza permiten un rápido crecimiento de microorganismos indeseables son considerados alimentos de alto riesgo en salud pública (Organización Mundial de la Salud OMS & FAO, 2011; República de Colombia. Ministerio de Salud., 1997; República de Colombia & Ministerio de la Protección Social, 2007; República de Colombia & Ministerio de Salud y Protección Social, 2013b), por consiguiente, la carne se considera dentro de esta categoría.

Prevalencia de patógenos implicados en ETA

Hasta la fecha en Colombia, no existen estudios que informen sobre la prevalencia de patógenos en las canales bovinas en las PBA; es pertinente señalar que la canal por definición es el cuerpo de un animal después de sacrificado, degollado, desollado, eviscerado quedando sólo la estructura ósea y la carne adherida a la misma sin extremidades (República de Colombia & Ministerio de la Protección Social, 2007). No obstante, el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (Invima), como agencia sanitaria nacional, realiza el programa nacional de vigilancia y control de microorganismos patógenos y calidad microbiológica y fisicoquímica en alimentos y bebidas, del cual hace parte el proyecto de monitoreo de microorganismos patógenos e indicadores. Para los años 2009, 2010 - 2011, y 2012 - 2013 el Invima determinó la proporción de muestras positivas de *Salmonella* spp. en carne de canales de bovinos en 2,8%; 2,7% (Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos, 2014b), y 2,7% (Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos, 2014a) respectivamente. Para el periodo comprendido entre 2013 y 2015, el Invima determinó la proporción de muestras positivas con *E. coli* O157:H7 en los establecimientos que despostan, reciben, muelen y/o procesan

productos de carne de res cruda destinada a ser molida, a nivel nacional (Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos, 2014b). El Invima informó que, entre 2013 y 2014 la frecuencia de muestras positivas a *E. coli* O157:H7 en carne molida y recortes de carne para moler, a nivel nacional fue 4,2% (información reportada por el Invima mediante derecho de petición) (Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos, 2021). Para el año 2018, las muestras positivas a STEC en recortes de carne bovina fue 4,16% (Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos, 2021). Escasos estudios reportan la prevalencia de patógenos en carne cruda en Colombia (Herrera Arias, Santos Buelga, Villamizar Gallardo, & para la correspondencia, 2019; Murcia, L. Sangama & K., 2012; Soto Varela, Pérez Lavalle, & Estrada Alvarado, 2016), sin embargo, un estudio realizado en Canadá en PBA de características similares a las del presente estudio, encontró prevalencias de 5.2% para *E. coli* O157:H7, y 0.2% para *Salmonella* (Essendoubi et al., 2019), y otro estudio (Martínez et al., 2015), en Jalisco – México, reportó en canales de res frecuencias para *E. coli* y *Salmonella* spp. de 97% y 18% respectivamente, pero en canales de res que fueron lavadas con agua al final del proceso, sin intervenciones antimicrobiales y que no fueron objeto de inspección federal.

Planta de Beneficio Animal y sus categorías

La PBA es el establecimiento en donde se sacrifican y faenan los animales de especies que han sido declaradas como aptas para el consumo humano y que ha sido registrado y autorizado para este fin por el Invima. El Invima clasifica las PBA entre las categorías nacional o para autoconsumo, entendiendo que las PBA categoría nacional son las autorizadas por el Invima para comercializar la carne a nivel nacional, pero si requiere destinar su producto para exportación, la PBA debe ser autorizada por el Invima, y tener el sistema HACCP implementado y certificado por el Invima. En cambio, las PBA categoría autoconsumo son las autorizadas por el Invima para abastecer de carnes al respectivo municipio en el cual se encuentra ubicada, estas PBA de autoconsumo deben estar ubicadas en municipios categoría 5 y 6; es decir, municipios clasificados en estas categorías de acuerdo con su

población, recursos fiscales, importancia económica y situación geográfica, para lograr una racional distribución de recursos desde el estado (Perea Gómez & Delúquez Medina, 2020; República de Colombia, 1991), y en el municipio no debe haber PBA categoría nacional. Para ambas categorías, el Invima como ente rector y articulador de la operación del sistema oficial de inspección, vigilancia y control de carnes, dependiendo de la verificación de las condiciones sanitarias, mediante acto administrativo de autorización sanitaria, define la distribución local como autorización para distribución de la carne y productos cárnicos comestibles a otro u otros municipios limítrofes por razones de abastecimiento para la comunidad (Ministerio de Salud y Protección social., 2019; República de Colombia. Ministerio de Salud y Protección Social, 2012).

Contaminación cruzada en la PBA

El proceso de sacrificio y faenado, también conocido como beneficio, consiste en la transformación del animal en pie a carne, en las PBA comprende diferentes etapas, las cuales incluyen recepción del animal en pie, insensibilización y sangría, desollado, eviscerado, lavado y desinfección de la canal, y almacenamiento (República de Colombia & Ministerio de Salud y Protección Social, 2013a). El músculo del interior del animal es estéril, a menos que exista una enfermedad (Brashears & Chaves, 2017). Sin embargo, varias publicaciones han indicado que la etapa de desollado es la principal fuente de contaminación cruzada de la canal durante el proceso de sacrificio, y es difícil de evitar, pues proviene del polvo, suciedad, y materia fecal adherida a la piel (Asakura et al., 2014; Buege & Ingham, 2003; Ellebracht et al., 2005; Greig et al., 2012; Huffman, 2002; Kanankege et al., 2017; Van Ba et al., 2018). Dicha contaminación, también puede presentarse como consecuencia de la ruptura del intestino durante la etapa de evisceración (Greig et al., 2012; Reyes Carranza et al., 2013).

El sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP por sus siglas en inglés) tiene como propósito prevenir, reducir o eliminar los peligros presentes en los alimentos y que pueden poner en riesgo la salud del consumidor final (Food

and Drug Administration, 1997; OPS/OMS, 2016). Este sistema permite identificar peligros y determinar las medidas de control necesarias para garantizar la inocuidad de los alimentos (INN, 2011). En Colombia, el Invima señala que el gobierno nacional busca reducir las ETA asociadas a la carne a través de la implementación de la última fase de la reglamentación sanitaria que consiste en la implementación del sistema HACCP en las PBA (Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos, 2017).

Toda PBA debe implementar un plan de muestreo de microorganismos, el cual se determinará con base en los riesgos microbiológicos para la salud pública (República de Colombia. Ministerio de Salud y Protección Social, 2012). De acuerdo con los requerimientos sanitarios de Colombia (República de Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Ministerio de Salud y Protección Social, 2015), se establece como plan de muestreo:

1. *E. coli* genérico con el objeto de evaluar la eficacia de la limpieza y desinfección y como criterio de verificación del control de procesos.
2. *E. coli* O157:H7 como control de microorganismos patógenos
3. *E. coli* no O157 (STEC) productores de toxina shiga como control de microorganismos patógenos
4. *Salmonella spp.* como cumplimiento de Estándar de Desempeño
5. *Campylobacter spp.* como cumplimiento de Estándar de Desempeño

Las PBA de categoría nacional deberán cumplir con los estándares de desempeño, “frecuencia y/o concentración máxima de un peligro en un alimento, establecido para una determinada etapa de la cadena productiva”, una vez sea exigible el sistema HACCP. Los patógenos para evaluar el estándar de desempeño son *Salmonella spp* y *Campylobacter spp.* (República de Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Ministerio de Salud y Protección Social, 2015).

Para aumentar el nivel de confianza del propio establecimiento, las PBA deben realizar la verificación microbiológica como criterio de control del proceso, “Criterio que indica el funcionamiento aceptable del proceso de producción; este criterio, que

no es aplicable a los productos comercializados, establece un valor de contaminación indicativo por encima del cual se requieren medidas correctivas para mantener la higiene del proceso” (República de Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Ministerio de Salud y Protección Social, 2015). Para realizar este control microbiológico lo pueden realizar mediante la *E. coli* genérica como microorganismo indicador, o con la *E. coli* O157:H7 o No O157, como microorganismos patógenos (República de Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Ministerio de Salud y Protección Social, 2015).

Control de la contaminación cruzada con microorganismos patógenos en la PBA
Para cumplir con los criterios de control del proceso, las PBA deben implementar las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), principios básicos y prácticas generales de higiene en la manipulación, procesamiento, preparación, elaboración, envasado, almacenamiento, transporte y distribución de alimentos para el consumo humano (República de Colombia & Ministerio de la Protección Social, 2007). A través del proceso las PBA deben garantizar la inocuidad del producto, para ello se han desarrollado e investigado diferentes medidas de control que se conocen como intervenciones. Estas intervenciones son procedimientos físicos o químicos, aplicados al producto durante el proceso que reducen la carga de patógenos, probablemente presentes en la canal por la contaminación cruzada (Algino, Ingham, & Zhu, 2007; Buege & Ingham, 2003; Kalchayanand et al., 2012; Mohan & Pohlman, 2016; Signorini et al., 2018). En Colombia, la normatividad sanitaria sugiere que esta intervención sea un procedimiento de lavado y desinfección de canales (República de Colombia & Ministerio de Salud y Protección Social, 2013a). El procedimiento de intervención seleccionado debe basarse en el producto elaborado, el patógeno que se busca controlar y las alternativas disponibles para prevenir, mitigar o contrarlar el peligro (Pires et al., 2012). Además del procedimiento de lavado y desinfección, la literatura (Brashears & Chaves, 2017; Buncic et al., 2014; FAO/WHO, 2015; Huffman, 2002; Loretz, Stephan, & Zweifel, 2011; Pollari et al., 2017) refiere diferentes procedimientos de intervención para el control de microorganismos patógenos en las canales bovinas, lavado con agua caliente (Bosilevac et al., 2006;

Dorsa, Cutter, Siragusa, & Koohmaraie, 1996; Gill & Bryant, 2000), pasteurización con vapor (Phebus et al., 1997), aspersión con ácidos orgánicos (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico) (Castillo et al., 2001; Cutter & Siragusa, 1994; Dormedy, Brashears, Cutter, & Burson, 2000; Signorini et al., 2018) previo a la etapa de refrigeración. Además, algunas publicaciones señalan que al analizar diferentes estudios, los resultados son contradictorios (Akhtar, Maserati, Diez-Gonzalez, & Sampedro, 2016; Greig et al., 2012; Zhilyaev et al., 2017), debido a esto, es importante para el responsable de la PBA saber cuál de los diferentes procedimientos es el que mejor resultado le puede ofrecer.

Este tipo de intervenciones, físicas y químicas, se pueden realizar en gabinetes automatizados o mediante aplicación manual. Esta última consiste en el uso de dispositivos portátiles de aire comprimido como rociadores manuales o rociador de bomba manual (Castillo et al., 2001). Mientras la intervención automatizada puede estar más estandarizada, en la aplicación manual se deben controlar diferentes variables como el manipulador responsable del procedimiento, el volumen aplicado de la sustancia, las condiciones del producto a aplicar (temperatura, concentración), la homogeneidad de la aplicación, la velocidad del proceso, y la presión y estado de mantenimiento del equipo manual (Van Ba et al., 2018), con el fin de lograr los resultados deseados.

Aún cuando existen diferentes procedimientos de intervención para el control de peligros biológicos en las PBA, cada una debe determinar el mejor procedimiento basado en sus condiciones particulares de producción, y además dicho procedimiento debe ser validado. Los resultados de ensayos experimentales en condiciones de laboratorio pueden ser diferentes a los resultados en condiciones comerciales reales. Por consiguiente, el método de intervención debe tener la evidencia que lo respalde (Greig et al., 2012; Young et al., 2016).

La carga de contaminación inoculada en estudios experimentales generalmente es más alta que en condiciones comerciales en PBA, cuando la contaminación cruzada

ocurre naturalmente (Greig et al., 2012; Signorini et al., 2018; Zhilyaev et al., 2017). Por lo tanto, el método de intervención seleccionado debe evaluarse en condiciones reales de campo, ajustado a las características de cada PBA para no sobreestimar los resultados obtenidos en ensayos de laboratorio (Greig et al., 2012; Signorini et al., 2018). De lo contrario, puede conllevar a efectos negativos como baja reducción de microorganismos y no asegurar la inocuidad del producto (Zhilyaev et al., 2017). Las PBA al igual que las instituciones responsables de la vigilancia y control de dichos establecimientos, deben conocer detalles precisos de los procedimientos de intervención para garantizar su adecuada implementación y efectividad, asegurar la inocuidad del producto y verificar el control del proceso en condiciones reales (Greig et al., 2012).

Intervenciones físicas como alternativa para el control de la contaminación cruzada en PBA

Existen otros métodos de intervención para el control de microorganismos patógenos de canales bovinas, de los cuales no se tiene referencia que sean utilizados en Colombia. La pasteurización es un método de intervención físico, puede ser con agua caliente, la cual consiste en lavar la canal con agua caliente a temperatura mayor a 85°C (Barco, Belluco, Roccatto, & Ricci, 2015; Bosilevac et al., 2006; Gill & Bryant, 2000; Kiermeier et al., 2006). Además, puede ser por vapor, intervención que consiste en pasos secuenciales: eliminación de agua, aplicación de vapor y frío. Este método de pasteurización con vapor es posterior al lavado final de la canal (Brashears & Chaves, 2017; Nutsch et al., 1998; Phebus et al., 1997). Diferentes estudios reportan temperaturas promedio (temperatura atmosférica dentro de la cámara de vapor) de 82.2 °C (Nutsch et al., 1998), 87°C (McCann, Sheridan, McDowell, & Blair, 2006), y 92°C (Phebus et al., 1997). Este método requiere de un equipo o cabina con características específicas para garantizar otras variables como condiciones de presión y tiempo. Los resultados de estos métodos de intervención presentan variación en resultados en la reducción de microorganismos patógenos (McCann et al., 2006; Nutsch et al., 1998; Phebus et al., 1997). Sin embargo, algunos estudios señalan desventajas como cambios en la

coloración de la canal (Castillo et al., 1998; Dorsa et al., 1996), y altos costos de implementación (Viator, Cates, Karns, & Muth, 2017).

Adicionalmente, el aspirado de vapor consiste en la aplicación de vapor de agua. El sistema de vacío o aspirado de vapor está diseñado para eliminar manchas visibles de contaminación de áreas pequeñas y localizadas en la canal, suministrando vapor de agua a una temperatura mayor a 82.2 °C directamente a la superficie de la carcasa, mientras elimina físicamente la contaminación a través del vacío o aspirado (Brashears & Chaves, 2017; Dorsa et al., 1996). No obstante, se ha encontrado que este método es más efectivo en estudios experimentales que en condiciones comerciales (Phebus et al., 1997), porque en un estudio experimental, el sitio de contaminación es conocido por el trabajador. En condiciones comerciales se reportó reducciones de patógenos de 0,6 a 1,2 logaritmos (Hochreutener, Zweifel, Corti, & Stephan, 2017). Además, el vacío de vapor se centra en las contaminaciones visibles y, por lo tanto, su efecto no es uniforme en toda la superficie (Ahmadi, Velthuis, Hogeveen, & Huirne, 2006). Las unidades de aspirado de vapor utilizadas incorrectamente pueden diseminar la contaminación bacteriana a áreas previamente no contaminadas de la canal (Phebus et al., 1997).

Un estudio realizado en EEUU identificó que el uso de estas tecnologías de seguridad alimentaria (sistemas de pasteurización de vapor y el uso de unidades de vacío de vapor) disminuyó en los últimos años (Viator et al., 2017).

Ácidos orgánicos como alternativa para el control de contaminación cruzada en PBA
Por su solubilidad, sabor y baja toxicidad los ácidos orgánicos de cadena corta, son muy utilizados en la industria de alimentos como procedimiento de intervención para reducir la carga de patógenos. Los ácidos orgánicos son sustancias químicas naturales capaces de reducir microorganismos presentes en el alimento ya que tienen efecto sobre el mantenimiento del potencial de membrana celular de las bacterias interfiriendo así con el transporte de metabolitos. En la actualidad estos ácidos poseen estatus GRAS (Generally Recognized As Safe) que significa que son

compuestos químicos que en general son reconocidos como seguros para el consumo humano (Asakura et al., 2014). Esto proporciona confianza y por ello, la industria cárnica los ha venido utilizando para la desinfección de canales (Andreoletti et al., 2011). Además, varios estudios han demostrado la efectividad del uso de ácidos orgánicos para el control de microorganismos (Bosilevac et al., 2006; Castillo et al., 2001; Ellebracht et al., 2005; Greig et al., 2012; Hardin et al., 1995; Mani-López et al., 2012; Van Ba et al., 2018; Zhilyaev et al., 2017).

Los ácidos orgánicos más investigados y referenciados como métodos de intervención química en canales son el ácido láctico, ácido acético y ácido cítrico. Estas sustancias también son declaradas por el FSIS como sustancia que pueden utilizarse en la producción de productos de carnes (FSIS, 2015).

El lavado con agua potable es un procedimiento aceptado para las superficies de la canal, pero deben implementarse antes de cualquier agente antimicrobiano, respetando el tiempo prudente que permita escurrir el exceso de agua de la canal, para no diluir la concentración del agente desinfectante al momento de la aplicación, la cual debe estar estandarizada (Signorini et al., 2018). Además, al aumentar la temperatura del agua para lavar la canal se pueden obtener reducciones microbianas adicionales, la descontaminación de canales mediante la aplicación de ácido láctico y agua caliente reduciría los riesgos para la salud pública asociados con la contaminación por STEC (Castillo et al., 2001; Signorini et al., 2018; Zhilyaev et al., 2017). Es decir, la utilización de ácidos orgánicos combinado con otros procedimientos, físicos por ejemplo, poseen un efecto sinérgico, mostrando mayor efectividad en el control de patógenos. De hecho, existen estudios en los cuales describen combinación de intervenciones inclusive desde la etapa de desollado (Greig et al., 2012).

Mecanismo de acción de los ácidos orgánicos

Las bacterias generalmente mantienen un pH interno cercano a la neutralidad para evitar cambios conformacionales de las proteínas estructurales, enzimas, ácidos

nucleicos y fosfolípidos. Por tanto, la multiplicación de las bacterias (por ejemplo: *E. coli*) puede ser inhibido por la concentración de ácidos débiles y el pH (Roe, McLaggan, Davidson, O'Byrne, & Booth, 1998). Por otra parte, los ácidos orgánicos son considerados ácidos débiles, es decir, no se disocian totalmente en el agua, y su forma en solución dependerá del pH de ésta. Debido a estas características los ácidos orgánicos pueden atravesar fácilmente la membrana celular. Al ingresar al citoplasma bacteriano estos ácidos orgánicos se disocian en iones H^+ y OH^- , y en esta forma disociada no son permeables a través de la membrana celular y se van acumulando al interior de la célula. Esto hace que cambie el pH intracelular, destruyendo los aminoácidos que están enlazados con los ácidos nucleicos y afectando sistemas enzimáticos, necesarios por ejemplo, para la multiplicación del material genético, aumenta el consumo de energía por parte de la célula y la debilita, aumenta la presión osmótica de la célula y finalmente ocasiona la muerte celular, efectuando su actividad bactericida (Akhtar et al., 2016; Algino et al., 2007; Huffman, 2002; Mani-López et al., 2012; Signorini et al., 2018; Wheeler, Kalchayanand, & Bosilevac, 2014). En resumen, al bajar el pH en el medio, aumenta la permeabilidad de la bacteria, esta requiere mayor consumo de energía celular, cambia la osmolaridad, aumenta la presión intracelular. Además, este medio ácido afecta negativamente el flujo metabólico e induce daño en el DNA celular, y la bacteria finalmente muere (Algino et al., 2007; Mani-López et al., 2012; Roe et al., 1998).



Figura 1. Mecanismo de acción bactericida de los ácidos orgánicos.

Múltiples obstáculos para el control de la contaminación cruzada en las PBA

Además de las medidas que incluyen el sacrificio y faenado higiénico, el saneamiento eficaz y el uso potencial de tratamientos de descontaminación de la piel y/o la canal, son prácticas que contribuyen a la reducción de la contaminación cruzada (Buncic et al., 2014). Estos procedimientos secuenciales y sistemáticos hacen que intervenciones aplicadas posteriormente en la cadena parezcan menos efectivas, porque la contaminación que se debe controlar, reducir o eliminar, cada vez es menor (Greig et al., 2012). Pero estas intervenciones han demostrado reducir significativamente la contaminación microbiana de las superficies de la carne. La estrategia de múltiples obstáculos consiste en la combinación deliberada y secuencial, de al menos dos intervenciones, entre procedimientos físicos y químicos, antes descritas (Ahmadi et al., 2006; Brashears & Chaves, 2017; Mani-López et al., 2012). Se ha establecido que la estrategia de múltiples obstáculos es más efectiva que cuando se implementan procedimientos de intervención de manera individual, alcanzando mayores reducciones logarítmicas de patógenos (Ahmadi et al., 2006; Bacon et al., 2000; FAO/WHO, 2015; Huffman, 2002; Young et al., 2016). Por lo tanto, se recomienda la implementación de esta estrategia para

el control de patógenos (Ahmadi et al., 2006; Mani-López et al., 2012) y contribuir a controlar el riesgo de ETA.

Además, la información escasa acerca de la identificación de fuentes y agentes etiológicos de las ETA en Colombia (Franco Anaya, Ramírez Medina, Orozco Ugarriza, & López Gutiérrez, 2013; Instituto Nacional de Salud & Dirección de Vigilancia y Análisis del Riesgo en Salud Pública, 2021; Instituto Nacional de Salud INS & Dirección general de salud y seguridad Alimentaria, 2018; Organización Mundial de la Salud OMS, 2015), hace que tome más importancia las medidas preventivas como los procedimientos de intervención durante el proceso de producción, para minimizar o controlar los microorganismos patógenos que pueden generar las ETA (Pires et al., 2012). Por lo tanto, la elección de un buen procedimiento de intervención es importante, asimismo, las buenas condiciones microbiológicas de la PBA son básicas (Signorini et al., 2018). Por consiguiente, los procedimientos de lavado y desinfección junto con las BPM durante el proceso de producción, deben considerarse medidas complementarias para aumentar la seguridad de la carne (Signorini et al., 2018).

MATERIALES Y MÉTODOS

Consideraciones éticas

El presente estudio fue avalado por el Comité de Ética para la Experimentación con Animales (CEEA), según acta de sesión número 133 del 2 de junio de 2020, y por el Comité de Bioética de la Sede Investigación Universitaria (CBE-SIU), según acta de aprobación 20-110-905 del 26 de junio de 2020.

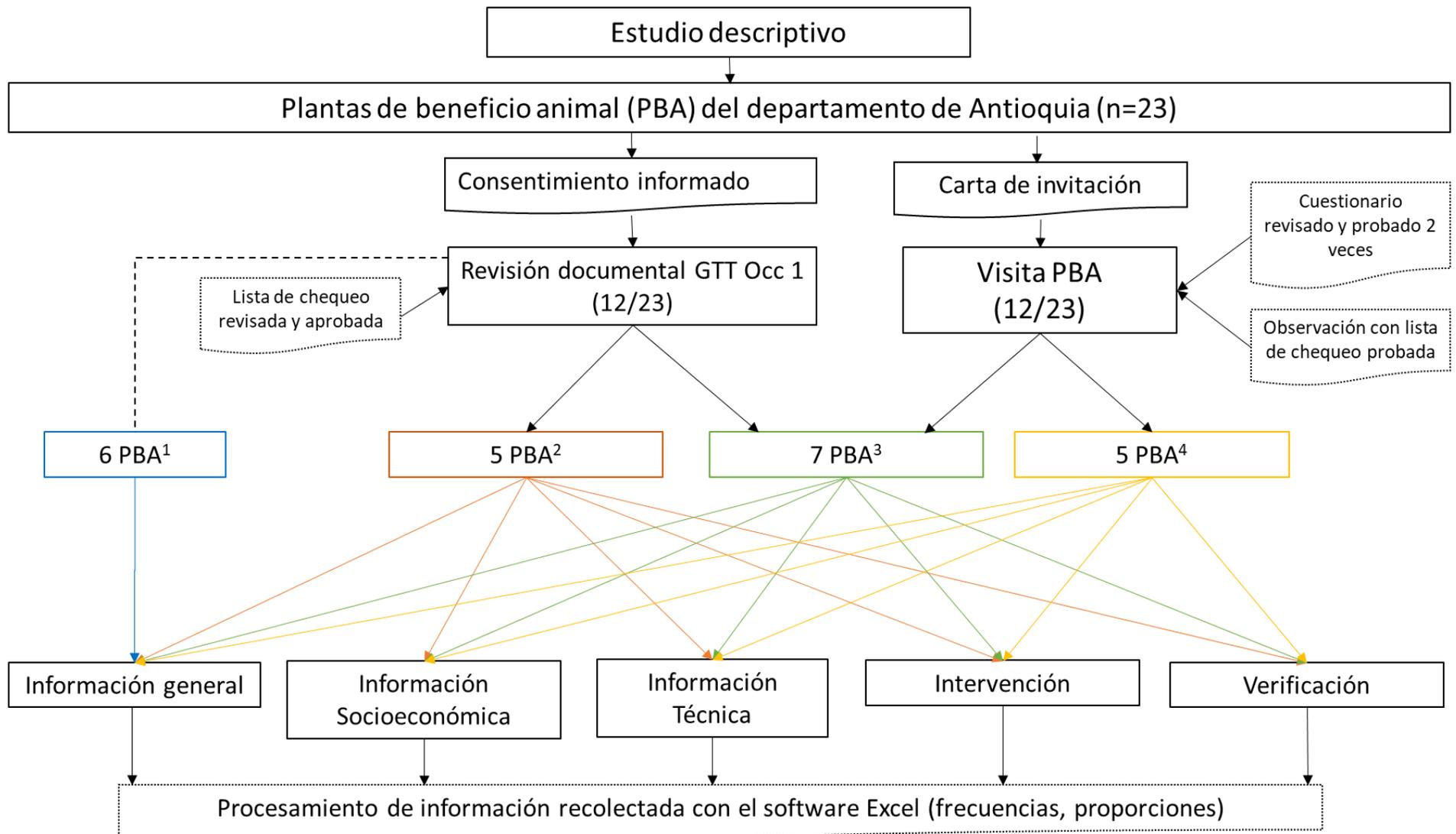
Tipo de estudio

El estudio realizado fue de tipo descriptivo tal como se puede observar en el diagrama del diseño del estudio (Figura 1).

Plantas de beneficio animal (PBA)

Para realizar la caracterización del procedimiento de lavado y desinfección de canales bovinas para consumo humano en las PBA del departamento de Antioquia, Colombia, el estudio consideró las 23 PBA de la especie bovina, inscritas y autorizadas por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (Invima) en dicho Departamento. Con el fin de aumentar la probabilidad de participación voluntaria del mayor número posible de estas 23 PBA, se implementaron diferentes estrategias. En primera instancia, se recolectó información acerca del representante legal del establecimiento, correo electrónico y teléfono en la base de datos del Invima, y en páginas comerciales para establecer el contacto inicial. Posterior a esto, las PBA fueron contactadas a través de un correo electrónico, en el cual se describía el objetivo y metodología del estudio. Posteriormente, si no se recibía confirmación de recibido del correo, las PBA fueron contactadas telefónicamente para confirmar la recepción del correo de contacto con la invitación a participar en el estudio, y para identificar la persona que pudiera brindar la información para el mismo, en caso que la persona del contacto inicial no correspondiera al gerente o representante legal de la PBA. Finalmente, se realizaron varias llamadas telefónicas y reenvíos del correo electrónico de invitación, a aquellas PBA que no respondieron al primer correo de contacto o a las llamadas telefónicas posteriores. El proceso de contacto inicial por correo electrónico, llamadas telefónicas directamente a las PBA para confirmar la recepción del correo, y el reenvío de correos subsiguientes y de llamadas adicionales se extendió por

cinco meses, después de los cuales se cerró el proceso de identificación y selección de las 12 PBA que finalmente aceptaron y estuvieron disponibles para atender la visita, y se continuó con el desarrollo de las etapas del estudio.



¹ Información general; ² Revisión documental; ³ Revisión documental y visitadas; ⁴ Visitadas; GTT Occ 1: Grupo de trabajo territorial occidente 1; LyD Lavado y desinfección

Figura 2. Información general del diseño del estudio para la caracterización del procedimiento de lavado y desinfección de canales bovinas para consumo humano en las plantas de beneficio animal (PBA) del departamento de Antioquia, Colombia.

Revisión documental sobre PBA en Antioquia del repositorio del Invima

Previo a la visita presencial en las PBA de Antioquia, se procedió a recopilar y revisar la información documental disponible en el Grupo de Trabajo Territorial Occidente 1 (GTT Occ 1) del Invima sobre las 23 PBA, de la especie bovina, inscritas y autorizadas por el Invima en Antioquia. Con esta información se buscaba identificar las características de cada PBA previamente a la visita, inclusive antes de recibir confirmación definitiva de que dicha visita se llevaría a cabo en algunas de las PBA. Para alcanzar adecuadamente el objetivo de esta etapa, se diseñó un formato (Anexo 1) de recolección de la información general, sociocultural, y técnica, así como las características del procedimiento de lavado y desinfección de canales de las 23 PBA. Los registros que fueron revisados incluyeron el consolidado mensual de decomisos, actas de inspección sanitaria para verificar las condiciones de las PBA y emitir un concepto para su funcionamiento, actas de tomas de muestras, actas de diligencia, y documentos asociados a las PBA, en los cuales se puede revisar información sobre clasificación del establecimiento, volumen de producción e información de contacto. Este formato fue revisado por tres médicos veterinarios con experiencia en PBA, quienes realizaron observaciones sobre la relevancia del contenido y la claridad de conceptos. Finalmente, el formato fue aprobado por el comité asesor del estudio. Para el acceso y realización de esta revisión documental se gestionó y obtuvo aprobación por parte de la coordinación del GTT Occ 1, cuyo aval consta en el consentimiento informado firmado (Anexo 2).

Visita presencial a las PBA

En la segunda etapa, las 12 PBA que finalmente aceptaron fueron visitadas una única vez en el periodo comprendido entre noviembre de 2020 y abril de 2021. Esta visita fue anunciada previamente mediante carta dirigida al representante legal de la PBA, en la cual se informó que el objetivo de la visita era responder una encuesta y observar el procedimiento de lavado y desinfección de canales que se realiza rutinariamente en la PBA. Durante la visita se recolectó información mediante un cuestionario (Anexo 3) y cuyas características se describen más adelante. El cuestionario se aplicó a la persona que atendió la visita, quien podía ser el gerente, el representante legal o una persona diferente. En la visita también se llevó a cabo

la observación del procedimiento de lavado y desinfección de canales, tal como se realiza rutinariamente, y la recopilación de información disponible sobre dicho proceso mediante revisión de registros, como se describe más adelante.

Diseño y validación del cuestionario usado para coleccionar información de las PBA visitadas en Antioquia

El cuestionario aplicado en la visita a cada una de las 12 PBA fue diseñado y revisado previamente para su validación. El cuestionario incluyó cinco secciones: 1). información general, 2) información sociocultural, 3) información técnica, 4) características de la desinfección, y 5) verificación del procedimiento de lavado y desinfección de canales (Anexo 3). En la revisión, las preguntas del cuestionario fueron evaluadas en términos técnicos y de claridad de conceptos por tres médicos veterinarios con experiencia en PBA. De la misma manera, el cuestionario y sus preguntas se evaluaron en cuanto a su estructura y claridad para la obtención de la información deseada, para lo cual el cuestionario fue revisado y aprobado por el comité asesor del estudio. Posteriormente, el cuestionario fue aplicado en dos pruebas piloto, una realizada el 29 de enero de 2020 y una segunda prueba el 11 de marzo de 2020, a un experto de calidad del sector de la industria cárnica, que no perteneciera al censo de establecimientos PBA del estudio, con el fin de evaluar la claridad de las preguntas, y que presentara condiciones similares a las PBA a ser analizadas en el presente trabajo. Los diferentes expertos proporcionaron sugerencias para mejorar el cuestionario, que posteriormente fueron revisadas por el comité asesor. El cuestionario y la información recopilada en él, se utilizó exclusivamente para los objetivos del presente estudio.

Observación del proceso de lavado y desinfección de canales

Durante la visita a las 12 PBA y para complementar y verificar la información recopilada por medio del cuestionario aplicado en la visita a la PBA, se realizó la observación no cooperativa abierta (Varkevisser, Pathmanathan, & Brownlee, 1995) del procedimiento de lavado y desinfección de canales tal como este se realiza rutinariamente, utilizando un formato para el registro de la información (Anexo 4). Similar al cuestionario, el proceso de observación no cooperativa y el formato para registrar la información obtenida a través de esta técnica, fue aplicado previamente en una prueba piloto llevada a cabo en un establecimiento del sector de la industria

cárnica, que no perteneciera al censo de establecimientos PBA del estudio, pero que presentara condiciones similares a las PBA a ser analizadas en el presente trabajo. El resultado de esta prueba piloto permitió evaluar la eficacia del formato para registrar la información, después de realizarle algunos ajustes producto de la prueba mencionada.

Análisis estadístico

Para el procesamiento de la información recolectada por medio de los diferentes instrumentos y técnicas, se construyó una base de datos en el software Excel (Redmond, Washington, USA). Posteriormente, la información fue analizada para estimar frecuencias y proporciones.

RESULTADOS

Características de las PBA

Según los registros del GTT Occ 1 del Invima, entre julio de 2019 y abril de 2021, se identificó que 23 PBA de la especie bovina han estado abiertas y amparadas con autorización sanitaria en el departamento de Antioquia. Sin embargo, durante este periodo las 23 PBA no siempre estuvieron en funcionamiento, debido a que algunas de ellas cierran eventualmente, como es el caso de la PBA del municipio de Andes, o abren nuevamente como las PBA de los municipios de Fredonia, Puerto Triunfo y San Carlos. Esta situación ocurre por circunstancias asociadas a la actividad económica tales como adecuaciones locativas para el cumplimiento de la normatividad sanitaria (Tabla 1).

La inspección oficial en la PBA del municipio de Caucaasia – Antioquia, es realizada por el GTT Costa Caribe 2 y no fue posible tener acceso a esta información. Adicionalmente, se identificó que 17 de las 23 PBA pagan por inspección oficial permanente de la especie bovina en el Departamento de Antioquia, mientras que en las 5 PBA restantes no cuentan con la inspección oficial permanente. Asimismo, se encontró que 11 PBA son públicas, ocho PBA privadas, y cuatro PBA son de naturaleza mixta. De acuerdo con su categoría y destino de sus productos se distribuyen en cinco PBA de autoconsumo, siete PBA locales, nueve PBA de orden nacional, y solo una PBA tiene autorización para destinar sus canales para exportación, esta última es la única PBA bovina en Antioquia con certificación HACCP por parte del Invima (Tabla 1).

Tabla 1. Plantas de Beneficio Animal (PBA) inscritas, abiertas y con autorización sanitaria ante el INVIMA en el departamento de Antioquia entre julio de 2019 y abril de 2021.

PBA	Municipio	Estado de funcionamiento	Inspeccionada por	Tipo de inspección	Tipo de empresa ⁷	Destino de la canal	Volumen de sacrificio ⁸	PBA visitada en el estudio (n=12)
1	Amalfi	Abierta	GTT ² Occidente 1	No permanente	Naturaleza mixta	Autoconsumo	< de 50.000	Si
2	Amaga	Abierta	GTT Occidente 1	Permanente	Privada	Nacional	< de 50.000	No
3	Andes*	Cerrada ¹	GTT Occidente 1	Permanente	Pública	Local	< de 50.000	No
4	Anorí	Abierta	GTT Occidente 1	No permanente	Pública	Autoconsumo	SD ⁹	No
5	Cañasgordas*	Abierta	GTT Occidente 1	Permanente	Pública	Nacional	< de 50.000	Si
6	Caramanta*	Abierta	GTT Occidente 1	Permanente	Privada	Local	< de 50.000	Si
7	Caucasia	Abierta	GTT Costa Caribe 2	SD	Privada	SD	SD	No
8	Ciudad Bolívar*	Abierta	GTT Occidente 1	Permanente	Naturaleza mixta	Nacional	< de 50.000	No
9	Copacabana	Abierta	GTT Occidente 1	Permanente	Pública	Local	< de 50.000	No
10	Ebéjico	Abierta	GTT Occidente 1	No permanente	Pública	Autoconsumo	SD	No
11	Fredonia	Abierta ³	GTT Occidente 1	Permanente	Pública	Local	< de 50.000	Si
12	Marinilla*	Abierta	GTT Occidente 1	Permanente	Privada	Nacional	< de 50.000	No
13	Medellín*	Abierta	GTT Occidente 1	Permanente	Naturaleza mixta	Nacional	> de 100.000	No
14	Peque	Abierta	GTT Occidente 1	No permanente	Pública	Autoconsumo	< de 50.000	Si ¹⁰
15	Puerto Triunfo	Abierta ⁴	GTT Occidente 1	Permanente	Pública	Local	SD	No
16	Rionegro*	Abierta	GTT Occidente 1	Permanente	Naturaleza mixta	Nacional	< de 50.000	Si
17	San Carlos	Abierta ⁵	GTT Occidente 1	No permanente	Pública	Autoconsumo	< de 50.000	Si
18	San Roque*	Abierta	GTT Occidente 1	Permanente	Privada	Nacional	< de 50.000	Si
19	Santa Rosa de Osos ⁶	Abierta	GTT Occidente 1	Permanente	Privada	Nacional y exportación	Entre 50.000 y 100.000	No
20	Sonsón*	Abierta	GTT Occidente 1	Permanente	Pública	Nacional	< de 50.000	Si
21	Turbo*	Abierta	GTT Occidente 1	Permanente	Privada	Nacional	< de 50.000	Si
22	Urrao	Abierta	GTT Occidente 1	Permanente	Pública	Local	< de 50.000	Si
23	Yarumal*	Abierta	GTT Occidente 1	Permanente	Privada	Local	< de 50.000	Si

¹ Cerrada a partir de noviembre de 2020; ² GTT: Grupo de Trabajo Territorial; ³ Abierta a partir de marzo de 2020; ⁴ Abierta a partir de noviembre de 2020; ⁵ Abierta a partir de julio de 2020; ⁶ PBA con autorización para destinar canales para exportación y única PBA bovina en Antioquia con certificación HACCP por parte del Invima; ⁷ Según el origen de capital; ⁸ Promedio mensual de cabezas en un año; ⁹ S.D.: sin dato; ¹⁰ A través de medios virtuales; * PBA objeto de revisión del procedimiento de lavado y desinfección (Ly D) de canales por el GTT occidente 1 del Invima en el 2019

En 19 de 23 PBA se obtuvieron datos específicos en relación a su volumen promedio de sacrificio mensual. De acuerdo al volumen de sacrificio (promedio mensual de cabezas en un año), se evidenció que la PBA ubicada en Medellín, puede sacrificar al año más de 100.000 cabezas de ganado bovino y, en segundo lugar, la PBA ubicada en Santa Rosa de Osos, pero esta no supera el sacrificio de las 100.000 cabezas de ganado bovino/año. Asimismo, se halló que cada una de las 17 PBA restantes no superan el sacrificio de las 50.000 cabezas de ganado bovino/año. En las PBA de Anorí, Caucasia, Ebéjico y Puerto Triunfo no se logró establecer el volumen de sacrificio (Tabla 1).

Por otro lado, y con base en la información recolectada en las visitas, se evidenció que, en general, la información encontrada en las PBA tales como tipo de empresa, destino de la canal y volumen de sacrificio, fue consistente con la información documental registrada por parte del GTT Occidente 1 del Invima. Aunque se encontraron algunas dificultades para establecer el contacto inicial con 7 de 23 PBA (30%) por cambios en su correo electrónico, después de consultar correos electrónicos alternativos y la vía telefónica, se logró confirmar la recepción de la invitación a participar en el presente estudio en las 23 PBA. Finalmente, 52% (12/23) PBA aceptaron ser visitadas para la caracterización, 22% (5/22) no respondieron aun después de haber confirmado la recepción de la invitación, y 26% (6/23) manifestaron no permitir la visita, tres PBA indicaron que era por razones asociadas a la situación sanitaria por la COVID 19, otra PBA que había aceptado inicialmente la invitación finalmente declinó porque en las tres oportunidades que se programó la visita no se estaba realizando el procedimiento de desinfección de canales, otra PBA manifestó que estaban realizando adecuaciones locativas y otra porque cerraría próximamente. De las 12 PBA visitadas, seis de ellas destinan sus canales a nivel nacional, tres a nivel local y las otras tres para autoconsumo (Tabla 1).

Caracterización de los procedimientos de lavado y desinfección de canales bovinas

a) Según información registrada en el GTT occidente 1 del Invima en 2019.

Según la información registrada en el GTT occidente 1 del Invima se encontró que 52% (12/23) PBA en el 2019, fueron objeto de revisión del procedimiento de lavado y desinfección (LyD) de canales (Tabla 1). A partir de este resultado, se identificó que en

nueve de estas 12 PBA se registró el nivel educativo de la persona responsable del área de calidad, de los cuales seis son profesionales (cinco Médicos veterinarios y un Ingeniero industrial), y los tres restantes son tecnólogos (dos tecnólogos de alimentos y un tecnólogo en control de calidad de alimentos). Asimismo, se estableció que seis PBA cuentan con personal capacitado para realizar el procedimiento de LyD (Tabla 2). Además, se encontró que 10 PBA utilizan productos de desinfección de canales, y estos son aplicados de acuerdo con las recomendaciones de la respectiva ficha técnica del producto, pero solo dos PBA utilizan productos de desinfección de canales en concentraciones determinadas como efectivas y avaladas científicamente (Tabla 2).

Tabla 2. Información registrada del procedimiento de lavado y desinfección (LyD) de canales bovinas en el Grupo de trabajo territorial (GTT) occidente 1 del Invima en 2019 de 12 Plantas de Beneficio Animal (PBA).

PBA	Municipio	Nivel educativo de la persona responsable del área de calidad	Personal capacitado para realizar procedimiento de LyD	Producto químico usado	Utiliza productos de desinfección de canales según ficha técnica del producto	Uso del producto de LyD acorde con publicaciones científicas	Procedimiento documentado de LyD de canales	Procedimiento documentado de LyD de canales que describe acciones correctivas cuando se evidencie no conformidad de la solución desinfectante	Registro de la verificación de resultados microbiológicos del procedimiento de LyD de canales bovinas
1	Andes	Profesional MV ¹	No	Ácido cítrico	No	No	No	No	No
2	Cañasgordas	SD	No	Ninguno	No	No	No	No	No
3	Caramanta	Profesional MV	No	Ácido cítrico	Si	No	Si	Si	No
4	Ciudad bolívar	Tecnólogo CCA ²	Si	Ácido peracético	Si	Si	Si	Si	Si
5	Marinilla	Tecnólogo A ³	No	Ácido cítrico	Si	No	Si	No	Si
6	Medellín	Profesional MV	Si	Ácido cítrico	Si	No	Si	Si	Si
7	Rionegro	Profesional MV	Si	Ácidos orgánicos	No	No	Si	Si	Si
8	San Roque	Tecnólogo A	Si	NA	NA	NA	NA	NA	Si
9	Santa Rosa de Osos	SD	Si	Ácido láctico	Si	No	Si	Si	Si
10	Sonsón	Profesional II ⁴	No	Ácido láctico	Si	No	No	No	Si
11	Turbo	SD	Si	Ácido cítrico	Si	No	Si	Si	Si
12	Yarumal	Profesional MV	No	Ácido peracético	Si	Si	Si	No	No

¹ Médico Veterinario; ² Control de calidad de alimentos; ³ Alimentos; ⁴ Ingeniero Industrial; SD: Sin Dato; NA: No aplica porque la información registrada por el GTT fue del programa general de limpieza y desinfección.

Se identificó que el 42% (5/12) de las PBA utilizan el ácido cítrico como método de intervención para la desinfección de las canales bovinas en un rango de concentración entre 1500 y 2200 ppm. Sin embargo, 67% (8/12) PBA cuentan con el procedimiento documentado de LyD de canales, pero solo seis describen acciones correctivas de la solución cuando se evidencia desviación de la concentración requerida. Adicionalmente, 67% (8/12) PBA realizan la verificación microbiológica del procedimiento de lavado y desinfección de canales bovinas (Tabla 2). La información disponible en el GTT Occidente 1 para la PBA ubicada en el municipio de San Roque, corresponde al programa de limpieza y desinfección general de la PBA, no se obtuvo la información particular del procedimiento de lavado y desinfección de canales (Tabla 2).

b) Según información obtenida en la visita en 2020 - 2021.

Por otro lado, y según información obtenida en la visita se encontró que las 12 PBA visitadas utilizan la desinfección química como estrategia de intervención para el control de microorganismos (Tabla 3). Los productos utilizados para este fin son ácido cítrico (4/12 PBA), ácido láctico (3/12 PBA), ácido peracético (3/12 PBA) y mezcla de ácidos orgánicos (2/12 PBA) (Fig. 2). Debido a la localización de la PBA del municipio de Peque, se permitió al establecimiento la aplicación del cuestionario a través de correo electrónico, y la observación del procedimiento de LyD de canales se realizó a través de medios virtuales, no obstante, el día de observación del procedimiento de LyD de canales no disponían de la aplicación del desinfectante.

Tabla 3. Plantas de Beneficio Animal (PBA) visitadas para la caracterización del procedimiento de lavado y desinfección (LyD) de canales entre noviembre de 2020 y abril de 2021

PBA	Municipio	DC	Nivel educativo del personal responsable de calidad	PD de LyD de canales	Producto químico usado	Concentración aplicada (%)	Aplicación del desinfectante acorde a FT	Presentan respaldo científico del PI	Uso del producto de LyD acorde a publicaciones científicas	Realizan la verificación microbiológica del LyD de canales bovinas
1	Amalfi	No	NA	SI	Ácido cítrico	0,10	SI	No	No	NO
2	Cañasgordas	Si	Tecnólogo	SI	Ácido cítrico	0,15	SI	No	No	SI
3	Caramanta	No	NA	SI	Ácido cítrico	0,15	SI	No	No	SI
4	Fredonia	Si	Técnico	SI	Ácidos orgánicos	0,12	NO*	No	No	SI
5	Peque	Si	Profesional	SI	Ácido láctico*	1,45	NO*	No	Si	NO
6	Rionegro	Si	Tecnólogo	NO	Ácido peracético	0,02	SI	No	Si	SI
7	San Carlos	Si	Secundaria	SI	Ácidos orgánicos	0,02	NO*	No	No	NO
8	San Roque	Si	Tecnólogo	SI	Ácido cítrico	0,13	SI	No	No	SI
9	Sonsón	Si	Tecnólogo	SI	Ácido láctico	1,21	SI	No	Si	SI
10	Turbo	Si	Tecnólogo	SI	Ácido peracético	0,02	NO*	No	Si	SI
11	Urrao	Si	Profesional	NO	Ácido láctico	2,02	SI	No	Si	SI
12	Yarumal	Si	Profesional	SI	Ácido peracético	0,02	SI	No	Si	SI

Fuente: Cuestionario del estudio.

DC: Departamento de calidad; PD: Procedimiento documentado; FT: Ficha técnica; PI: Procedimiento implementado; NA: No aplica; * No presentan ficha técnica del desinfectante.

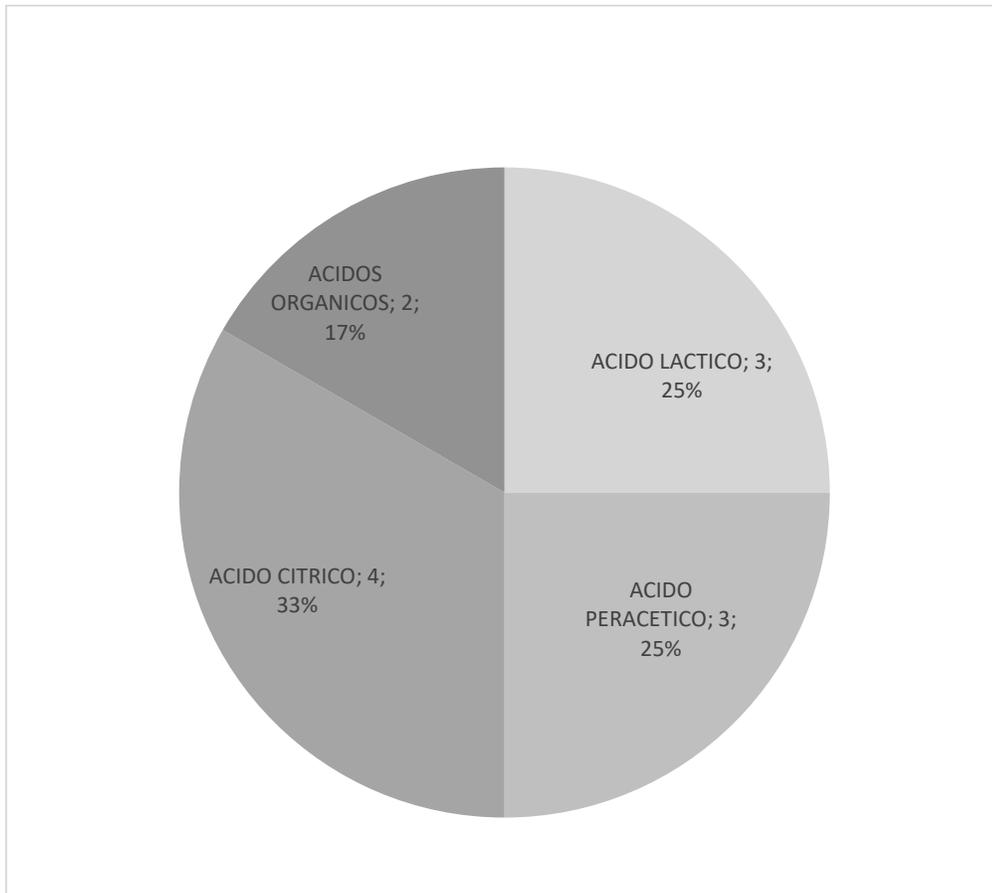


Figura 3. Productos utilizados en el procedimiento de LyD de canales identificado en 12 PBA visitadas.

En la tabla 4 se presentan las características de información técnica del procedimiento y verificación del lavado y desinfección de canales obtenidas durante las vistas a las 12 PBA entre noviembre de 2020 y abril de 2021.

Tabla 4. Información técnica, intervención, y verificación del procedimiento de LyD, recolectada a partir de la observación (incluidos registros), en 12 PBA visitadas entre noviembre de 2020 y abril de 2021

Factor	Si	%	No	%
Disponen de método de LyD de canales	12	100	0	0
Reconocen combinación de métodos - estrategia de múltiples obstáculos	0	0	12	100
Operador exclusivo para LyD de canales	5	42	7	58
Verificación previa de solución desinfectante	7	58	5	42
Monitoreo de solución desinfectante	7	58	5	42
Conocen el volumen aplicado de solución desinfectante por canal	0	0	12	100
Conocen la presión aplicada de la solución desinfectante	1	8	11	92
Procedimiento documentado de LyD	6	50	6	50
El procedimiento es realizado de acuerdo con lo descrito	4	33	8	67
Registro de resultados de laboratorio	7	58	5	42
Procedimiento de LyD de canales validado	0	0	12	100
HACCP implementado	0	0	12	100

Asimismo, según información obtenida en las 12 PBA visitadas, aunque inicialmente en el cuestionario se encontró que 10 de las 12 PBA respondieron que tenían el procedimiento documentado del LyD de canales (Tabla 3), al revisar los diferentes documentos y registros durante la visita a las PBA, se identificó finalmente que solo seis PBA tenían dicho procedimiento documentado (Tabla 4). Es decir, 50% (6/12) PBA visitadas no cuentan con el procedimiento documentado de LyD de canales.

Ninguna de las PBA participantes tiene implementada la estrategia de múltiples obstáculos. Asimismo, ninguna cuenta con la validación teórica del método de intervención implementado, sin embargo, 25% (3/12) PBA hacen referencia a los estudios de concentración mínima inhibitoria realizados por el proveedor del producto, pero solo una lo tuvo disponible al momento de la visita.

Los motivos de elección del método de intervención son: por recomendación del proveedor del producto (4/12), recomendación de asesor basado en la experiencia (3/12), no saben el motivo de elección (2/12), costos (1/12), no afecta características organolépticas de la canal (1/12) y es lo usual en el mercado (1/12).

Las 12 PBA cuentan con un sistema de aplicación manual del desinfectante sobre la superficie de la canal mediante dispositivos rociadores manuales. Además, se identificó que ninguna de las PBA conoce el volumen aplicado de la solución desinfectante por canal y una señala que la presión está dada por las especificaciones técnicas del dispositivo rociador. Es decir, existe desconocimiento de factores que impactan significativamente la efectividad de la desinfección tales como volumen aplicado de la solución y presión de la aplicación, asociados al procedimiento de LyD de canales.

El 75% (9/12) PBA visitadas realizan verificación microbiológica de la canal como producto terminado, no obstante, dos de estas plantas no tenían disponible los resultados del laboratorio al momento de la visita. Las nueve PBA realizan muestreo para *Salmonella spp* (patógeno) y *E. coli* genérica (indicador). Otros microorganismos muestreados son mostrados en la figura 3. Si bien los registros observados durante la visita fueron adecuados, no es posible determinar si estos permiten garantizar el control del proceso, porque este análisis no está en el alcance del presente estudio, y porque el plan de muestreo no sigue un criterio estadísticamente representativo, y no son realizados al azar, sino por conveniencia.

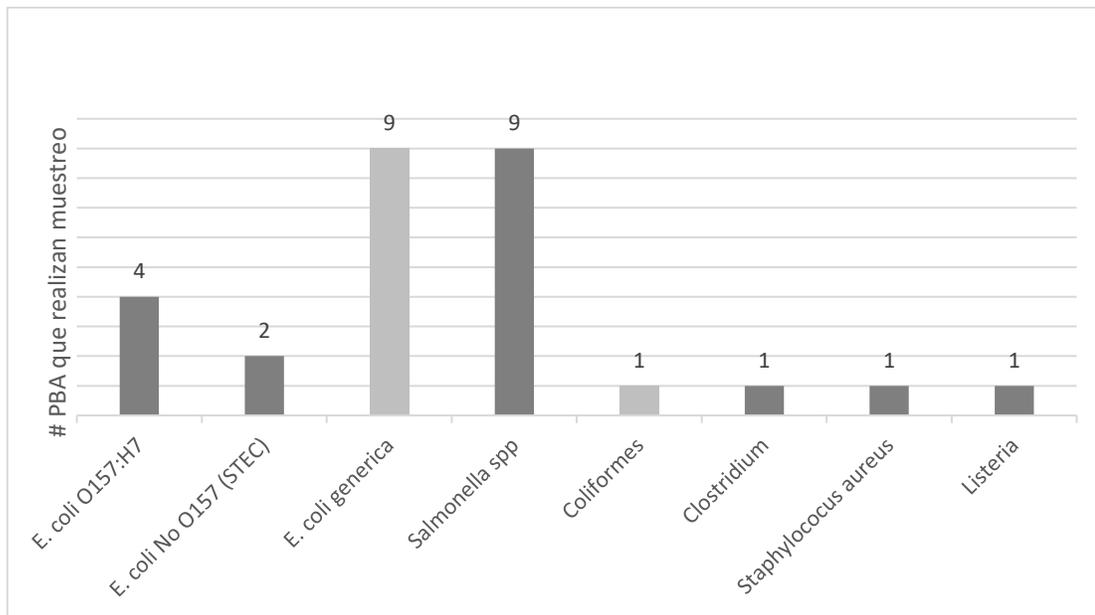


Figura 4. Microorganismos, indicadores (gris) y patógenos (negro), muestreados en canales bovinas de las 12 PBA visitadas.

Al no existir una coherencia entre la actividad realizada, lo descrito en los procedimientos de la PBA, y las publicaciones científicas, se determinó que los procedimientos de LyD de canales, consistente en el lavado con agua a temperatura ambiente (20 °C) y desinfección con diferentes ácidos orgánicos cuyo modo de aplicación es manual, realizados en las PBA no están correctamente validados, y por tanto, no se conoce el grado de efectividad en el procedimiento de LyD de las PBA antioqueñas.

Factores que determinan la elección del procedimiento de lavado y desinfección de canales

De acuerdo al trabajo realizado, la metodología propuesta y los hallazgos obtenidos, consideramos que los factores que potencialmente pueden estar determinando la elección del procedimiento de lavado y desinfección de canales son el tipo de empresa, volumen de sacrificio y falta de recursos financieros. Por ejemplo, las PBA públicas son administradas por privados, en diferentes formas de relación comercial. Sin embargo, dichas formas de relación comercial se consideraron información sensible por parte de las PBA, por lo que dicha información no fue considerada en el presente estudio.

Dos de las 12 PBA visitadas manifestaron no disponer de departamento o persona responsable de calidad (Tabla 3) y consideran que la falta de recursos financieros es el posible motivo de ello; al revisar los volúmenes de sacrificio, se encontró que ambas están en el segmento de muy pequeñas, encontrándose entre los 5 menores volúmenes de sacrificio, es decir, menos de 250 bovinos al mes. No obstante, desde el aspecto de calidad del proceso, se identificó que al menos el 75% (9/12) PBA cuenta con personal responsable de calidad con educación superior, así: un técnico, cinco tecnólogos y tres profesionales.

Durante el procedimiento de LyD de canales se observó que en cinco de las 12 PBA visitadas, el operario a cargo del procedimiento es exclusivo para esta actividad, siendo que el 80% (4/5) PBA cuentan con recursos privados. En las otras siete PBA (7/12) el operario no es exclusivo y, por tanto, debe realizar otras actividades en diferentes etapas del proceso. 71% de estas PBA depende exclusivamente de recursos públicos.

DISCUSIÓN

El presente estudio caracterizó el procedimiento de LyD de canales bovinas considerando las 23 PBA del Departamento de Antioquia, entre julio de 2019 y abril de 2021.

Con relación a la inspección oficial permanente que realiza la mayoría (74%) de las PBA, algunos autores sugieren la asociación en la reducción de la prevalencia de patógenos en el producto final cuando la PBA cuenta con inspección oficial, obteniendo canales más seguras microbiológicamente (Brashears & Chaves, 2017). En las PBA que no cuentan con la inspección oficial permanente, se podría contar con el servicio de las entidades territoriales de salud, aprovechado lo contemplado en la Resolución 1229 de 2013 y lineamientos complementarios emitidos por el Ministerio de Salud y Protección Social, para fortalecer la articulación y coordinación de las actividades de inspección, vigilancia y control, imitando el sistema de inspección de otros países, como México, EEUU y Canadá, donde existe la inspección federal y estatal.

Al menos el 90% de las PBA del departamento de Antioquia sacrifican menos de 3500 bovinos al mes cada una, lo cual indica que las PBA en Antioquia se deben clasificar como pequeñas y/o muy pequeñas, según estudios previos similares basados en los volúmenes de sacrificio o el número de empleados (Algino et al., 2007; Cates, Viator, Karns, & Muth, 2008; Essendoubi et al., 2019; Viator et al., 2017). Es posible que debido a su tamaño, a los bajos ingresos y escasez de recursos económicos, las PBA consideren ahorrar en aspectos como realizar estudios de validación del procedimiento de LyD de canales que están utilizando, adquisición de recursos tecnológicos tales como sistemas de intervención automatizados, y técnicos como la capacitación para disponer de personal idóneo (Algino et al., 2007; Essendoubi et al., 2019). Es posible que estos costos de inversión lo puedan realizar PBA con ingresos más altos, tales como las PBA que procesen al menos 80.000 bovinos/año (6.700 bovinos/mes).

Con relación a que la mayoría de las PBA del estudio no han adoptado tecnologías de intervención y control de procesos, con base en criterios técnico - científicos, sino por recomendaciones del fabricante; concuerda con un estudio previo (Essendoubi et al., 2019) en el cual se identificó el factor del costo y la falta de comprensión de los beneficios potenciales, como causas para falta de la adopción con criterio técnico-científico.

Basado en los hallazgos de los registros del Invima, la baja proporción de personal idóneo en las PBA fue muy llamativo, pues el personal manipulador debe estar capacitado para comprender y realizar las actividades que están bajo su responsabilidad, y esta es una condición requerida en la normatividad sanitaria (República de Colombia & Ministerio de la Protección Social, 2007; República de Colombia & Ministerio de Salud y Protección Social, 2013a). En un estudio similar a este, (Viator et al., 2017) reportó la tendencia al alza en la capacitación continua de los empleados de las PBA durante los últimos años, por lo tanto, la capacitación continua en aspectos asociados al procedimiento de LyD de canales debería ser reforzada en las PBA, porque es una etapa crítica en el proceso para reducir o controlar los microorganismos potencialmente patógenos en la canal y garantizar altos estándares de inocuidad alimentaria, pues diferentes autores han identificado que esta capacitación e idoneidad del personal manipulador, es fundamental para la producción de alimentos seguros (Martinez López, A., Cepeza Sáez, A., Herrera MArteache, A., & Martín de Santos, 2012; Viator et al., 2017).

Por otro lado, la tasa de respuesta para aplicar el cuestionario (52%), fue más baja respecto a estudios similares (Cates et al., 2008; Viator et al., 2017). Esto probablemente por tratarse de un estudio de naturaleza académica e independiente, y no de la autoridad sanitaria, caso en el cual es muy probable que la tasa de retorno hubiera sido superior.

Se identificó que todas las PBA visitadas tienen implementada la intervención química en el proceso de obtención de carne en canal como método para el control de microorganismos patógenos. Asimismo, este tipo de intervención de descontaminación de canales consistente en rociado con ácidos orgánicos es el más comúnmente implementado en PBA, tal como se reportó previamente en otro estudio (Cates et al., 2008).

En la etapa de revisión documental en el GTT Occidente 1 del Invima, se había identificado a través de registros que las sustancias utilizadas para el procedimiento de LyD de canales pueden variar considerablemente entre PBA y esto fue comprobado durante las diferentes visitas. De igual forma, se identificó la desinfección química utilizando productos como ácido cítrico, ácido láctico, ácido peracético y mezcla de ácidos orgánicos, como procedimiento para el LyD de canales. Este también ha sido identificado

por otras investigaciones para este propósito (Han et al., 2020; Huffman, 2002; Iñiguez-Moreno, Avila-Novoa, Iñiguez-Moreno, Guerrero-Medina, & Gutiérrez-Lomelí, 2017; Signorini et al., 2018).

De acuerdo con lo encontrado en el estudio, el ácido cítrico es el producto más utilizado, en concentraciones entre 900 y 1500 ppm, equivalente a 0,09% y 0,15%, lo cual está acorde con las recomendaciones de la ficha técnica, en concentraciones entre 900 y 3000 ppm. Sin embargo, las concentraciones a las cuales se están aplicando, están muy por debajo a lo reportado en otros estudios donde señalan que, el ácido cítrico al 2% no fue suficiente para una reducción significativa de patógenos (Mohan & Pohlman, 2016; Signorini et al., 2018). Normalmente se reconoce y acepta que una intervención es efectiva cuando esta logra al menos una reducción logarítmica de patógenos (Brashears & Chaves, 2017).

Respecto al ácido láctico se estableció que 3/12 PBA lo utilizan. Dos de estas tres PBA utilizan este producto entre 1,5 y 1,7%. Otro estudio (Cutter & Siragusa, 1994) reportó que a estas concentraciones, menores al 2%, se han logrado reducciones alrededor de una unidad logarítmica, sin embargo, otras investigaciones recomiendan el uso de ácido láctico a concentraciones entre 2% - 4% para obtener reducciones mayores a una unidad logarítmica (Bosilevac et al., 2006; Brashears & Chaves, 2017; Han et al., 2020).

Tres PBA utilizan ácido peracético a concentraciones entre 160 ppm y 210 ppm, lo cual, está acorde con la concentración máxima de uso que es de 220 ppm (21 CFR 173.370, USDA). Se ha reportado que el ácido peracético aplicado a las concentraciones recomendadas, alcanza reducciones hasta de una unidad logarítmica (Ellebracht et al., 2005). Sin embargo, otro estudio reporta que el ácido peracético solo alcanzó a reducir poblaciones de *E. coli* O157: H7 alrededor de 0,4 Log UFC/g. Es decir, no es una intervención efectiva conforme a lo generalmente reconocido (Mohan & Pohlman, 2016).

Se identificó que en la mayoría de las PBA el modo de aplicación del procedimiento de LyD es manual, el cual es menos efectivo al reducir en menor proporción la población microbiana (Signorini et al., 2018). Teniendo en cuenta que la mayoría de las PBA en Antioquia son entre pequeñas y muy pequeñas, la mayoría en esta última clasificación, es poco probable que el modo de aplicación automatizado sea el utilizado, pues este

último es de mayor uso por parte de las PBA de mayor volumen de sacrificio (Viator et al., 2017). Una explicación de esto es el costo de estos equipos automatizados y las necesidades de producción, que hace más probable su uso en las PBA de mayor tamaño por disponer de mayores recursos para implementar estas tecnologías.

En la mayoría de las PBA visitadas se observó que el operario responsable del procedimiento de LyD de canales no es exclusivo para realizar la actividad, condición que aumenta la fatiga en la realización del procedimiento. Además, durante la observación del procedimiento de LyD de canales, las PBA indicaron que desconocen el volumen y la presión de aplicación del desinfectante. Diferentes investigaciones han reportado rangos de volumen, entre 250 y 473 ml por canal (Castillo et al., 2001) e inclusive, se ha reportado (Signorini et al., 2018) que hay mejores resultados cuando se usan entre 2 – 3 L por canal, y un rango de presión, entre 10 – 123 psi, de aplicación por canal (Cutter & Siragusa, 1994; Zhilyaev et al., 2017), rango de presión que es muy amplio. Por lo tanto, se coincide con lo señalado en otros estudios, en los cuales mencionan que se deben controlar además de la concentración del desinfectante, diferentes variables específicas del proceso como la fatiga del operador, la presión o falta de aspersion del producto, volumen aplicado del desinfectante, tiempo de exposición del desinfectante y cobertura total de la canal con la aspersion, porque de estos factores depende la eficacia de los tratamientos de descontaminación de la canal (Han et al., 2020; Signorini et al., 2018; Young et al., 2016).

Asimismo, y de acuerdo con lo observado, la mayoría de las PBA tienen implementado un método de intervención para el control de microorganismos patógenos, y en Antioquia la intervención más utilizada es el procedimiento de lavado de canales con agua a temperatura ambiente (promedio 19,9 °C) y aspersion de ácidos orgánicos. Sí bien se reconoce y acepta que una intervención es efectiva cuando esta logra al menos una reducción logarítmica, y aunque se ha demostrado la efectividad de este método de LyD de canales, el lavado con agua a temperatura ambiente y aspersion de ácidos orgánicos, es de las menos efectivas, reduciendo entre 1 – 1,5 unidades logarítmicas (Brashears & Chaves, 2017; Loretz et al., 2011). Ahora, el uso de lavado de canales con agua caliente no se tiene implementado en las PBA visitadas, intervención que, al igual que la

desinfección química, ha venido aumentado a través del tiempo como estrategia de control de patógenos en EEUU (Viator et al., 2017).

Otros estudios determinaron que combinar lavado con agua caliente (< 55 °C) seguido del rociado de ácidos orgánicos produjo una reducción adicional, entre 0,2 – 0,5 unidades logarítmicas y entre 0,5 – 1,9 unidades logarítmicas para *E. coli* O157: H7 y *S. typhimurium*, respectivamente; las cuales son bacterias patógenas de interés en la carne (Bosilevac et al., 2006; Castillo et al., 1998; Huffman, 2002; Loretz et al., 2011). Además, esta estrategia podría usarse para reducir la carga bacteriana producto de la contaminación cruzada y es sugerida para PBA muy pequeñas (Algino et al., 2007). Por lo tanto, se considera como una buena alternativa para mejorar las condiciones del procedimiento de LyD de canales, de acuerdo con las características de las PBA del Departamento de Antioquia.

En línea con lo discutido anteriormente, y teniendo en cuenta que ninguna de las PBA visitadas reconoce la implementación de la estrategia de múltiples obstáculos, la cual mejora significativamente los resultados y es más efectiva que cuando se usa una sola intervención (Cates et al., 2008; Phebus et al., 1997; Young et al., 2016), la implementación de la combinación del lavado con agua caliente (< 55 °C) seguido del rociado de ácidos orgánicos sería una opción práctica y aceptable para las PBA de Antioquia.

La mayoría de las PBA visitadas realizan muestreos microbiológicos de las canales para verificar la efectividad del procedimiento de LyD de canales en las PBA del Departamento de Antioquia, y es acorde con lo requerido por la normatividad sanitaria colombiana (República de Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Ministerio de Salud y Protección Social, 2015; República de Colombia & Ministerio de la Protección Social, 2007; República de Colombia & Ministerio de Salud y Protección Social, 2013a). Sin embargo, es posible que el control del proceso pueda ser mejorado y monitoreado mediante planes de muestreos bien diseñados. Por tanto, se concuerda en manifestar que aunque las BPM son fundamentales para realizar adecuadamente el proceso de beneficio, los planes de muestreo y control de patógenos pueden ayudar a filtrar productos contaminados durante el proceso de producción, estimular mejoras en

procedimientos de limpieza y desinfección, y reducir el riesgo al consumidor y costos financieros asociados a productos rechazados, mejorando la seguridad del producto (Pollari et al., 2017). Además, para lograr el control de patógenos en las canales las normas sanitarias requieren que las intervenciones que se utilizan para destruir y evitar el crecimiento de patógenos, sean validados bajo las condiciones de fabricación (República de Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Ministerio de Salud y Protección Social, 2015; República de Colombia & Ministerio de la Protección Social, 2007; República de Colombia & Ministerio de Salud y Protección Social, 2013a). Por consiguiente, es recomendable que el procedimiento de LyD de canales, elegido por las PBA se valide en los entornos y condiciones locales de cada una, tal como se ha recomendado en otros trabajos de investigación (Greig et al., 2012; Young et al., 2016), y además, debido a que en el presente estudio se evidenciaron debilidades al respecto.

En el desarrollo del estudio se presentaron algunas limitaciones como el registro desactualizado de información general de algunas PBA por parte de la autoridad sanitaria, y la no disponibilidad de información precisa del evento que se quiso investigar, específicamente el procedimiento de LyD de canales, porque si bien en las actividades realizadas por el Invima se inspecciona la actividad de LyD de canales, no se realiza un análisis profundo del procedimiento. Este se hace en las actividades para la certificación HACCP, y como se señaló en los resultados, hay solo una PBA en Antioquia que tiene implementado el sistema HACCP. En segundo lugar, otra limitación fue obtener la aceptación a participar del trabajo de investigación por parte de los establecimientos. Seis PBA manifestaron no participar de la investigación, tres por circunstancias asociadas a la situación sanitaria de emergencia (COVID 19), una porque no iba a continuar con la actividad económica temporalmente, una por adecuaciones locativas y una porque no cuenta con implementación de sistema de desinfección de canales. Por último, cinco PBA (22%) no respondieron a la invitación a pesar de haber confirmado la recepción de la misma. Es probable que estos resultados y decisiones puedan deberse a falta de comprensión de los beneficios potenciales para mejorar sus propias prácticas de seguridad alimentaria (Essendoubi et al., 2019; Viator et al., 2017).

CONCLUSIONES

En la mayoría de las PBA estudiadas se ha implementado el procedimiento de LyD de canales bovinas consistente en lavado con agua a temperatura ambiente y desinfección con diferentes ácidos orgánicos, y que el modo de aplicación es manual, pero que a su vez, se identificó que las PBA desconocen factores importantes al momento de la aplicación, y por ello, no se controlan.

Aunque se estableció que en las PBA visitadas se implementa al menos una técnica de intervención, como la desinfección química, esta elección no tiene un sustento con base a fundamentos científicos y técnicos. También se evidenció que hay personal con las competencias (nivel académico) para ejecutar actividades asociadas a la responsabilidad del cargo, pero se requiere capacitar constantemente aspectos específicos a procedimientos de intervención para el control de la contaminación de las canales, y así mejorar la toma de decisiones con base a fundamentación científica. Es probable que, por la escasez de recursos o bajos ingresos, las PBA estén ahorrando en factores técnicos, tecnológicos y de capacitación e idoneidad del personal. Estos hallazgos respaldan la necesidad de mejoras en las PBA del departamento de Antioquia.

Asimismo, mejorar en el programa de vigilancia en las PBA del departamento de Antioquia podría ser beneficioso en la reducción de patógenos en la cadena cárnica. Por lo tanto, se sugiere realizar inspección permanente en las 6 PBA de mayor volumen de sacrificio por parte del Invima, y realizar inspección por parte de las entidades territoriales de salud en las PBA muy pequeñas. Aunque previamente, los técnicos del área de la salud deberían estar capacitados en el tema asociado al procedimiento de LyD de canales.

En definitiva, se espera haber suministrado información útil para mejorar el procedimiento de lavado y desinfección de canales.

ANEXOS

ANEXO 1: Formato para la revisión de información documental

Proyecto Caracterización del procedimiento de lavado y desinfección de canales bovinas para consumo humano en las Plantas de Beneficio Animal bovino (PBA) del Departamento de Antioquia – Colombia

Formato para la revisión de información documental, disponible en el Grupo de Trabajo Territorial Occidente 1 (GTT Occidente 1) del INVIMA, sobre el uso protocolos de lavado y desinfección en las PBA bovino del Departamento de Antioquia - Colombia

1) Municipio de ubicación de la PBA Bovino: _____

2) Volumen de sacrificio bovino mensual

Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Promedio

3) Nombre de la persona responsable de calidad: _____

4) Máximo nivel educativo de la persona responsable de calidad (o quien esta delegue con la capacidad de responder por el procedimiento evaluado):

- a) Ninguno ()
- b) Básica primaria ()
- c) Básica secundaria ()
- d) Técnica ()
- e) Tecnólogo ()
- f) Profesional ()
- g) Especialización ()
- h) Maestría ()

i) Doctorado ()

5) Tiempo en el cargo (meses) de la persona responsable de calidad: _____

6) ¿Cuentan con procedimiento documentado del método de lavado y desinfección de canales?

a) Si _____

b) No _____

(En caso de haber respondido Si, continúe con las siguientes preguntas. En caso de haber respondido No, aquí se termina el diligenciamiento del cuestionario)

7) ¿El procedimiento documentado del método de lavado y desinfección de canales cuenta con objetivo?

a) Si _____

b) No _____

8) ¿El procedimiento documentado describe la frecuencia del método de lavado y desinfección de canales?

a) Si _____

b) No _____

9) ¿Cargo de la persona quién realiza la actividad de lavado y desinfección de canales? _____

10) ¿Quién realiza la actividad asiste a capacitación(es) sobre lavado y desinfección de canales?

(Solo se puede responder afirmativamente si la persona capacitada cuenta con el respectivo registro de asistencia a la capacitación)

a) Si _____

b) No _____

11) ¿El procedimiento documentado describe la actividad de lavado y desinfección de canales?

a) Si

b) No

(Si la respuesta anterior fue afirmativa, responda las preguntas 12 a 18. En caso de haber respondido No, aquí termina el diligenciamiento del cuestionario)

12) Describa el principio(s) activo(s) del producto desinfectante:

13) ¿Posee la ficha técnica del desinfectante?

a) Si

b) No

14) ¿La ficha técnica del desinfectante describe el modo de preparación del producto:

a) Si

b) No

15) ¿Cuál es la concentración final del producto de desinfección usado?:

_____ ppm

16) ¿Cuenta con registro de la concentración del producto desinfectante al momento de la preparación del producto?

a) Si

b) No

17) ¿Cuenta con registro de la verificación del producto desinfectante durante la jornada de beneficio?

a) Si

b) No

18) ¿ El procedimiento documentado de lavado y desinfección de canales describe acciones correctivas para cuando se evidencie no conformidad de la solución desinfectante?

a) Si ___

b) No ___

ANEXO 2: Carta de invitación a participar en el estudio

Medellín, día/mes/año

Señor(a)

Nombre y apellido

Cargo

Establecimiento o Institución

Municipio

Departamento de Antioquia

Respetado (a) señor (a),

Como se le informo inicialmente en la invitación previa, Yo Mauricio Sánchez Acevedo, estudiante de Maestría en Ciencias Veterinarias – área de salud pública veterinaria de la Universidad de Antioquia, estoy investigando sobre la caracterización del procedimiento de lavado y desinfección de canales bovinas en las plantas de beneficio animal del Departamento de Antioquia. Le voy a dar información e invitarle a participar de esta investigación. No tiene que decidir hoy si participar o no en esta investigación. Antes de decidirse, puede hablar con alguien que se sienta cómodo sobre la investigación.

Las enfermedades transmitidas por alimentos son de gran interés en Salud Pública. Las estrategias que se usan actualmente para reducir, mitigar o controlar los peligros microbiológicos inherentes al proceso de sacrificio y faenado en las plantas de beneficio animal son susceptibles de mejorar.

Le solicitamos de manera atenta y respetuosa, permitirnos un espacio de su valioso tiempo para la atención de una visita por una sola vez para responder una encuesta y observar el procedimiento de lavado y desinfección de canales que se realiza rutinariamente en su Planta.

Su participación en esta investigación es totalmente voluntaria. Usted puede elegir participar o no hacerlo. Usted puede cambiar de idea más tarde y dejar de participar, aun cuando haya aceptado antes.

Es pertinente aclarar que la información que recojamos por este proyecto de investigación será con fines académicos, no se compartirá información confidencial. Finalmente, se publicarán los resultados para que otras personas interesadas puedan aprender de nuestra investigación.

Como garante del proyecto, también puede contactar al Comité de Bioética (Comité de Bioética de Investigación en Humanos de la Sede de Investigación Universitaria), teléfono de contacto (4) 2196612, e-mail: cbioeticasiu@udea.edu.co

Formulario de Consentimiento

He sido invitado a participar en la investigación de caracterización del procedimiento de lavado y desinfección de canales bovinas. Sé que puede que no haya beneficios para mi persona y que no recibiré recompensa de ningún tipo.

He leído la información proporcionada o me ha sido leída. He tenido la oportunidad de preguntar sobre ella y se me ha contestado satisfactoriamente las preguntas que he realizado.

Consiento voluntariamente participar en esta investigación, y entiendo que tengo el derecho de retirarme de la investigación en cualquier momento sin que me afecte en ninguna manera.

Nombre del Participante _____

Representante Legal o Cargo

Firma del Participante _____

Fecha: día/mes/año

Firma: _____

Firma:

Nombre: (Testigo 1)

Nombre: (Testigo 2)

Dirección: _____

Dirección:

Relación: (con el sujeto de investigación o participante)

Relación: (con el sujeto de investigación o participante)

ANEXO 3: Cuestionario para aplicar en las PBA para la caracterización del procedimiento

Proyecto Caracterización del procedimiento de lavado y desinfección de canales bovinas para consumo humano en las Plantas de Beneficio Animal (PBA) del Departamento de Antioquia – Colombia

Cuestionario para aplicar en las PBA para la Caracterización del procedimiento de Lavado y Desinfección de canales Bovinas, dirigido a:

Responsable de la PBA o Jefe/Supervisor de Calidad

1. Información General

1.1. Nombre del Establecimiento: _____

1.2. Ubicación (Municipio): _____

1.3. Fecha de diligenciamiento: _____

1.4. Tipo de Establecimiento:

a. Público ()

b. Privado ()

c. Naturaleza Mixta ()

1.5. Volumen de sacrificio mensual (promedio últimos 9 meses): ____ animales.

1.6. Destino de la canal bovina:

(Revisar la Guía/ Instrucciones/ Glosario)

a. Local (Autoconsumo) ()

b. Local ()

c. Nacional ()

Exportación ()

2. Información Socio - Cultural

2.1. ¿Dispone de Departamento / Persona responsable del área de calidad (inocuidad)?

a. Si _____

b. No _____

- (Si elige "NO" pase a la pregunta 2.2 y elija por qué. Si elige "SI", continúe con la pregunta 2.3.)

2.2. Sí su respuesta anterior fue "NO", seleccione el motivo
(Revisar la Guía/ Instrucciones/ Glosario)

a. No dispone de personal ()

b. No dispone de recursos financieros ()

c. Desconocimiento ()

d. Otro ()

Cuál? _____

2.3. Elija el nivel educativo de la persona responsable del área de calidad (inocuidad)
(Revisar la Guía/ Instrucciones/ Glosario)

a. Ninguno ()

b. Primaria ()

c. Secundaria ()

d. Técnico ()

e. Tecnólogo ()

f. Profesional ()

g. Especialización ()

h. Maestría ()

i. Doctorado ()

3. **Información Técnica** ¿Disponen de un método para el lavado y desinfección de las canales?

(Si elige "NO", explique la razón por qué no)

a. Si _____

b. No _____

Porque _____

3.2. ¿El método implementado cuenta con procedimiento documentado para el lavado y desinfección de canales?

(Si elige "SI", continúe con la siguiente pregunta. Si elige "NO", explique la razón por qué no)

a. Si _____

b. No _____

Porque _____

3.3. ¿Cuál es el método de lavado y desinfección de canales que utiliza?

(Puede elegir más de una opción)

a. Lavado con Agua a temperatura ambiente ()

b. Lavado con Agua Caliente (< 55°C) ()

c. Desinfectante ()

d. ¿Otro? ()

¿Cuál? _____

4. **Tipo de desinfectante, concentración y modo de preparación**

4.1. ¿Qué sustancia utiliza para la desinfección de las canales?

4.2. Describa, de manera precisa y concreta, el modo de preparación de la solución desinfectante para la desinfección de las canales

4.3. Describa la concentración final de la solución para la desinfección de las canales (Suministrar la respuesta en partes por millón (ppm) o mg/L)

4.4. ¿Cuenta con publicaciones científicas que respalde el método de lavado y desinfección implementado?

(Si elige "NO", describa por qué de manera precisa y concreta)

a. Si

b. No

Por qué?

5. **Verificación del procedimiento de lavado y desinfección de canales.** ¿La PBA realiza verificación microbiológica del producto terminado (canal)?

a. Si

b. No

En caso afirmativo responda la siguiente pregunta

5.2. ¿Qué microorganismo evalúa en la verificación microbiológica?

a. *E. coli* genérica ()

b. *E. coli* O157:H7 ()

c. *E. coli* no O157 (STEC) ()

d. *Salmonella* spp. ()

e. Otro ()

¿Cuál?

ANEXO 4: Lista de chequeo de la observación no cooperativa
 Proyecto Caracterización del procedimiento de lavado y desinfección de canales
 bovinas para consumo humano en las Plantas de Beneficio Animal (PBA) del
 Departamento de Antioquia – Colombia

Observación no cooperativa
Lista de chequeo

Fecha: _____ Municipio: _____

ITEM	SI	NO	Observación
Conoce otros métodos de control de micro organismos patógenos			¿Cuales?
Operador exclusivo			
Realiza verificación de la solución previa al proceso			
Realiza verificación de la solución durante el proceso			
Conoce el volumen aplicado de la solución por cada canal			
Conoce la presión aplicada de la solución			
Le dan tiempo de contacto al desinfectante (secado)			

Cuenta con procedimiento, documentado, de la actividad de lavado y desinfección de canales			(Verificación la pregunta 3.2 del cuestionario)
Tienen sistema HACCP			

• Modo de aplicación: Manual _____ Automatizado _____

• ¿Por qué eligieron ese método?

Temperatura ambiente: _____ °C

• Describir el procedimiento observado:

BIBLIOGRAFIA

- Adell, A. D., Rivera, D., Díaz, C., Serrano, M. J., Toledo, V., & Moreno Switt, A. I. (2018). Research on major water and foodborne pathogens in South America: advancements and gaps. *Current Opinion in Food Science*, 20, 38–43. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2018.03.001>
- Ahmadi, B. V., Velthuis, A. G. J., Hogeveen, H., & Huirne, R. B. M. (2006). Simulating *Escherichia coli* O157:H7 transmission to assess effectiveness of interventions in Dutch dairy-beef slaughterhouses. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2006.05.011>
- Akhtar, M., Maserati, A., Diez-Gonzalez, F., & Sampedro, F. (2016). Does antibiotic resistance influence shiga-toxigenic *Escherichia coli* O26 and O103 survival to stress environments? *Food Control*, 68, 330–336. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.04.011>
- Algino, R. J., Ingham, S. C., & Zhu, J. (2007). Survey of Antimicrobial Effects of Beef Carcass Intervention Treatments in Very Small State-Inspected Slaughter Plants. *Journal of Food Science*, 72(5), M173–M179. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00386.x>
- Andreoletti, O., Budka, H., Buncic, S., Hald, T., & Nørrung, B. (2011). Scientific Opinion on the evaluation of the safety and efficacy of lactic acid for the removal of microbial surface contamination of beef carcasses, cuts and trimmings. *The EFSA Journal*, 9(7), 2317, 35 pp. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2011.2317>.
- Asakura, H., Masuda, K., Yamamoto, S., & Igimi, S. (2014). Molecular Approach for Tracing Dissemination Routes of Shiga Toxin-Producing *Escherichia coli* O157 in Bovine Offal at Slaughter. *BioMed Research International*. <https://doi.org/10.1155/2014/739139>
- Audisio, M. (2007). Manual de Microbiología de los Alimentos - Capítulo 10 Carnes Rojas. In *Manual de Microbiología de los Alimentos* (pp. 102–116). Retrieved from http://www.unsa.edu.ar/biblio/repositorio/malim2007/10_carnes_rojas.pdf
- Bacon, R. T., Belk, K. E., Sofos, J. N., Clayton, R. P., Reagan, J. O., & Smith, G. C. (2000). Microbial Populations on Animal Hides and Beef Carcasses at Different Stages of Slaughter in Plants Employing Multiple-Sequential Interventions for Decontamination. *Journal of Food Protection*, 63(8), 1080–1086. Retrieved from http://meridian.allenpress.com/jfp/article-pdf/63/8/1080/1673998/0362-028x-63_8_1080.pdf
- Barco, L., Belluco, S., Roccato, A., & Ricci, A. (2015). A systematic review of studies on *Escherichia coli* and Enterobacteriaceae on beef carcasses at the slaughterhouse. *International Journal of Food Microbiology*, 207, 30–39. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2015.04.027>
- Bosilevac, J. M., Nou, X., Barkocy-Gallagher, G. A., Arthur, T. M., & Koohmaraie, M. (2006). Treatments Using Hot Water Instead of Lactic Acid Reduce Levels of Aerobic Bacteria and Enterobacteriaceae and Reduce the Prevalence of

- Escherichia coli O157:H7 on Preevisceration Beef Carcasses. *Journal of Food Protection*, 69(8), 1808–1813. Retrieved from <https://jfoodprotection.org/doi/pdf/10.4315/0362-028X-69.8.1808>
- Brashears, M. M., & Chaves, B. D. (2017). The diversity of beef safety: A global reason to strengthen our current systems. *Meat Science*, 132, 59–71. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.03.015>
- Buege, D., & Ingham, S. (2003). *Small plant intervention treatments to reduce bacteria on beef carcasses at slaughter*. Madison. Retrieved from [http://www.ncagr.gov/MeatPoultry/pdf/BeefCarcassInterventionMethods\[1\].pdf](http://www.ncagr.gov/MeatPoultry/pdf/BeefCarcassInterventionMethods[1].pdf)
- Buncic, S., Nychas, G. J., Lee, M. R. F., Koutsoumanis, K., Hébraud, M., Desvaux, M., ... Antic, D. (2014). Microbial pathogen control in the beef chain: Recent research advances. *Meat Science*, 97(3), 288–297. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.04.040>
- Castillo, A., Lucia, L. M., Goodson, K. J., Savell, J. W., & Acuff, G. R. (1998). Use of Hot Water for Beef Carcass Decontamination. *Journal of Food Protection*, 61(1), 19–25. Retrieved from <https://jfoodprotection.org/doi/pdf/10.4315/0362-028X-61.1.19>
- Castillo, A., Lucia, L. M., Roberson, D. B., Stevenson, T. H., Mercado, I., & Acuff, G. R. (2001). Lactic Acid Sprays Reduce Bacterial Pathogens on Cold Beef Carcass Surfaces and in Subsequently Produced Ground Beef. *Journal of Food Protection*, 64(1), 58–62. Retrieved from <https://jfoodprotection.org/doi/pdf/10.4315/0362-028X-64.1.58>
- Cates, S. C., Viator, C. L., Karns, S. A., & Muth, M. K. (2008). Food Safety Practices of Meat Slaughter Plants : Findings from a National Survey. *Food Protection Trends*, 28(1), 26–36.
- Cutter, C. N., & Siragusa, G. R. (1994). Efficacy of Organic Acids Against Escherichia coli O157: H7 Attached to Beef Carcass Tissue Using a Pilot Scale Model Carcass Washer. *Journal of Food Protection*, 57(2), 97–103. Retrieved from <http://jfoodprotection.org/doi/pdf/10.4315/0362-028X-57.2.97>
- DANE. (2020). Encuesta de sacrificio de ganado (ESAG) censo-Sacrificio de ganado_total_nacional_enero_diciembre_2019. Retrieved October 12, 2021, from <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/encuesta-de-sacrificio-de-ganado>
- Dormedy, E. S., Brashears, M. M., Cutter, C. N., & Burson, D. E. (2000). Validation of Acid Washes as Critical Control Points in Hazard Analysis and Critical Control Point Systems. *Journal of Food Protection*, 63(12), 1676–1680. Retrieved from <http://jfoodprotection.org/doi/pdf/10.4315/0362-028X-63.12.1676>
- Dorsa, W., Cutter, C., Siragusa, G. R., & Koohmaraie, M. (1996). Microbial Decontamination of Beef and Sheep Carcasses by Steam, Hot Water Spray Washes, and a Steam-Vacuum Sanitizer. *Journal of Food Protection*, 59(2), 127–135.

- Duffy, G., O'Brien, S. B., Carney, E., Sheridan, J. J., McDowell, D. A., & Blair, I. S. (2005). Characterisation of *E. coli* O157 isolates from bovine hide and beef trimming in Irish abattoirs by pulsed field gel electrophoresis. *Journal of Microbiological Methods*, *60*, 375–382. <https://doi.org/10.1016/j.mimet.2004.10.014>
- Ellebracht, J. W., King, D. A., Castillo, A., Lucia, L. M., Acuff, G. R., Harris, K. B., & Savell, J. W. (2005). Evaluation of peroxyacetic acid as a potential pre-grinding treatment for control of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* Typhimurium on beef trimmings. *Meat Science*, *70*, 197–203. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.01.003>
- Essendoubi, S., Stashko, N., So, I., Gensler, G., Rolheiser, D., & Mainali, C. (2019). Prevalence of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* (STEC) O157:H7, Six non-O157 STECs, and *Salmonella* on beef carcasses in Provincially Licensed Abattoirs in Alberta, Canada. *Food Control*, *105*, 226–232. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.05.032>
- FAO/WHO. (2015). *Interventions for the Control of Nontyphoidal Salmonella spp. in Beef and Pork REPORT OF A JOINT FAO/WHO EXPERT MEETING Food and Agriculture Organization of the United Nations World Health Organization*.
- FAO. (2007). *BUENAS PRÁCTICAS PARA LA INDUSTRIA DE LA CARNE*. Roma. Retrieved from <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/010/y5454s/y5454s00.pdf>
- Federación Colombiana de Ganaderos - FEDEGAN. (n.d.). Consumo aparente per cápita anual (origen formal). Retrieved October 12, 2021, from <https://www.fedegan.org.co/estadisticas/general>
- Food and Drug Administration. (1997). HACCP Principles & Application Guidelines. Retrieved September 15, 2019, from <https://www.fda.gov/food/hazard-analysis-critical-control-point-haccp/haccp-principles-application-guidelines#execsum>
- Franco Anaya, P. A., Ramírez Medina, L. M., Orozco Ugarriza, M. E., & López Gutiérrez, L. A. (2013). Determinación de *Escherichia Coli* e identificación del serotipo O157:H7 en carne de cerdo comercializada en los principales supermercados de la ciudad de Cartagena Luz Marcela. *Revista Lasallista de Investigación*, *10*(1), 91–100.
- FSIS. Ingredientes seguros y adecuados utilizados en la producción de productos de carnes, de aves de corral y con huevo (2015). Retrieved from <https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/b65536f2-8386-458b-b8f0-f797d606ed29/7120.1-Spanish.pdf?MOD=AJPERES>
- Garvey, M. (2019). Food pollution: a comprehensive review of chemical and biological sources of food contamination and impact on human health. *Nutrire*, *44*(1). <https://doi.org/10.1186/s41110-019-0096-3>
- Gill, C. O., & Bryant, J. (2000). The effects on product of a hot water pasteurizing treatment applied routinely in a commercial beef carcass dressing process. *Food Microbiology*, *17*(5), 495–504. <https://doi.org/10.1006/fmic.2000.0344>

- Gómez-Duarte, O. G. (2014). Enfermedad diarreica aguda por *Escherichia coli* Enteropatógenas en Colombia. *Revista Chilena de Infectología*, 31(5), 577–586. <https://doi.org/10.4067/S0716-10182014000500010>
- Greig, J. D., Waddell, L., Wilhelm, B., Wilkins, W., Bucher, O., Parker, S., & Raji, A. (2012). The efficacy of interventions applied during primary processing on contamination of beef carcasses with *Escherichia coli*: A systematic review-meta-analysis of the published research. *Food Control*, 27(2), 385–397. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.03.019>
- Han, J., Luo, X., Zhang, Y., Zhu, L., Mao, Y., Dong, P., ... Zhang, Y. (2020). Effects of spraying lactic acid and peroxyacetic acid on the bacterial decontamination and bacterial composition of beef carcasses. *Meat Science*, 164, 108104. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108104>
- Hardin, M. D., Acuff, G. R., Lucia, L. M., Oman, J. S., & Savell, J. W. (1995). Comparison of methods for decontamination from beef carcass surfaces. *Journal of Food Protection*, 58(6), 660–660. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-58.6.660>
- Herrera Arias, F., Santos Buelga, J., Villamizar Gallardo, R., & para la correspondencia, A. (2019). Primer reporte de *Escherichia coli* Productora de Toxina Shiga no O157 que codifica el gen de la enterohemolisina en carne cruda en Colombia. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 69(1), 59–67. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.37527/2019.69.1.008>
- Hochreutener, M., Zweifel, C., Corti, S., & Stephan, R. (2017). Effect of a commercial steam-vacuuming treatment implemented after slaughtering for the decontamination of cattle carcasses. *Italian Journal of Food Safety*, 6(3), 120–124. <https://doi.org/10.4081/ijfs.2017.6864>
- Huffman, R. . (2002). Current and future technologies for the decontamination of carcasses and fresh meat. In *Meat Science* (Vol. 62, pp. 285–294). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00120-1](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00120-1)
- Iezzi, S., Sallovitz, J., & Purslow P. (2016). Eficacia de la aspersion de ácido láctico (4%) en el descenso de enterobacterias totales y *Escherichia coli* en reses bovinas. *Revista Veterinaria*, 27(1), 41–44. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.30972/vet.2711060>
- Iñiguez-Moreno, M., Avila-Novoa, M. G., Iñiguez-Moreno, E., Guerrero-Medina, P. J., & Gutiérrez-Lomelí, M. (2017). Antimicrobial activity of disinfectants commonly used in the food industry in Mexico. *Journal of Global Antimicrobial Resistance*, 10, 143–147. <https://doi.org/10.1016/j.jgar.2017.05.013>
- INN, (Instituto Nacional de Normalización). (2011). SISTEMA DE ANÁLISIS DE PELIGROS Y DE PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL (HACCP) Y DIRECTRICES PARA SU APLICACIÓN. Retrieved September 16, 2019, from <http://www.fao.org/3/y1579s/y1579s03.htm>
- Instituto Colombiano de Bienestar Familiar ICBF. (2015). *Tabla de composición de alimentos Colombianos 2015*. Icbf. Bogotá, D. C. Retrieved from

https://www.icbf.gov.co/sites/default/files/tcac_2015_final_para_imprimir.pdf

Instituto Nacional de Salud, & Dirección de Vigilancia y Análisis del Riesgo en Salud Pública. (2021). *Boletín epidemiológico semanal 04 de 2021. Boletín epidemiológico semanal*. <https://doi.org/10.33610/23576189.2021.04>

Instituto Nacional de Salud INS. (2017). *Vigilancia y análisis del riesgo en salud pública. Protocolo de vigilancia en salud pública. Investigación de brote enfermedades transmitidas por alimentos y vehiculizadas por agua*. Retrieved from <https://www.ins.gov.co/BibliotecaDigital/PRO-Enfermedad-transmitida-por-alimentos.pdf>

Instituto Nacional de Salud INS. (2018). *Informe de evento enfermedades transmitidas por alimentos y vehiculizadas por agua, Colombia, I Semestre 2018*. Retrieved from [https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/ETA SEMESTRE I 2018.pdf](https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/ETA_SEMESTRE_I_2018.pdf)

Instituto Nacional de Salud INS, & Dirección general de salud y seguridad Alimentaria. (2018). *Boletín Epidemiológico Semanal. Semana epidemiológica 52. 23 al 29 de Diciembre de 2018*. Retrieved from [https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/BoletinEpidemiologico/2018 Boletín epidemiológico semana 52.pdf](https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/BoletinEpidemiologico/2018%20Bolet%C3%ADn%20epidemiol%C3%B3gico%20semana%2052.pdf)

Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos. (2014a). Informe de gestión 2010 - 2014. Retrieved January 11, 2021, from https://www.invima.gov.co/documents/20143/855867/informe-de-gestion_2010-2014.pdf/e40877da-1014-ec0e-07be-d5920f1eeabf

Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos. (2014b). *Informe de gestión institucional (2010-2014)*.

Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos. (2017). Plantas de Beneficio Animal - Invima - Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos. Retrieved October 30, 2018, from <https://www.invima.gov.co/plantas-de-beneficio-animal.html>

Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos. (2021). Respuesta con radicado 20212011003 en atención a derecho de petición de información con radicado 20211055453. Bogotá, D. C.

Javid Corpas-Iguarán, E., & Sebastián Arcila-Henao, J. (2014). *Recuento de coliformes y Escherichia coli en canales bovinas sometidas a tratamientos físicos y químicos. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial (Vol. 12)*. Julio-Diciembre. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v12n2/v12n2a14.pdf>

Kalchayanand, N., Arthur, T. M., Bosilevac, J. M., Schmidt, J. W., Wang, R., Shackelford, S. D., & Wheeler, T. L. (2012). Evaluation of Commonly Used Antimicrobial Interventions for Fresh Beef Inoculated with Shiga Toxin-Producing Escherichia coli Serotypes O26, O45, O103, O111, O121, O145, and O157:H7 3. *Journal of Food Protection*, 75(7), 1207–1212. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-11-531>

- Kanankege, K. S. T., Anklam, K. S., Fick, C. M., Kulow, M. J., Kaspar, C. W., Ingham, B. H., ... Opfer, D. € (2017). Evaluating the efficacy of beef slaughter line interventions by quantifying the six major non-O157 Shiga toxin producing *Escherichia coli* serogroups using real-time multiplex PCR. *Food Microbiology*, 63, 228–238. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2016.11.023>
- Karmali, M. A. (2017). Emerging Public Health Challenges of Shiga Toxin–Producing *Escherichia coli* Related to Changes in the Pathogen, the Population, and the Environment. *Clinical Infectious Diseases*, 64(3), 371–376. <https://doi.org/10.1093/cid/ciw708>
- Kiermeier, A., Bobbitt, J., Vanderlinde, P., Higgs, G., Pointon, A., & Sumner, J. (2006). Use of routine beef carcass *Escherichia coli* monitoring data to investigate the relationship between hygiene status of incoming stock and processing efficacy. *International Journal of Food Microbiology*, 111(3), 263–269. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2006.05.006>
- Laury, A. M., Alvarado, M. V, Nace, G., Alvarado, C. Z., Brooks, J. C., Echeverry, A., & Brashears, A. M. M. (2009). Validation of a Lactic Acid-and Citric Acid-Based Antimicrobial Product for the Reduction of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* on Beef Tips and Whole Chicken Carcasses. *Journal of Food Protection*, 72(10), 2208–2211. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-72.10.2208>
- Loretz, M., Stephan, R., & Zweifel, C. (2011). Antibacterial activity of decontamination treatments for cattle hides and beef carcasses. *Food Control*, 347–359. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2010.09.004>
- Mani-López, E., García, H. S., & López-Malo, A. (2012). Organic acids as antimicrobials to control *Salmonella* in meat and poultry products. *Food Research International*, 45(2), 713–721. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.04.043>
- Martinez López, A., Cepeza Sáez, A., Herrera MArteache, A., & Martín de Santos, M. R. (2012). Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) sobre medidas de prevención y recomendaciones aplicables para evitar posibles infecciones alimentarias por cepas de *Escherichia coli* verotoxigénicos. *Revista Del Comité Científico de La AESAN*, 16, 71–100. Retrieved from http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/evaluacion_riesgos/informes_comite/ESCHERICIA_COLI2.pdf
- Mccann, M. S., Sheridan, J. J., Mcdowell, D. A., & Blair, I. S. (2006). Effects of steam pasteurisation on *Salmonella* Typhimurium DT104 and *Escherichia coli* O157:H7 surface inoculated onto beef, pork and chicken. *Journal of Food Engineering*, 76(1), 32–40. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.05.024>
- Ministerio de Salud y Protección social. Decreto 1975 de 2019, Ministerio de Salud y Protección Social. Republica de Colombia, Pub. L. No. DECRETO 1975 DE 2019 (octubre 29) Diario Oficial No. 51.121 de 29 de octubre 2019 (2019). Colombia: Diario Oficial No. 51.121 de 29 de octubre 2019. Retrieved from [https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO 1975 DEL 29 DE](https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%201975%20DEL%2029%20DE)

OCTUBRE DE 2019.pdf

- Mohan, A., & Pohlman, F. W. (2016). Role of organic acids and peroxyacetic acid as antimicrobial intervention for controlling *Escherichia coli* O157: H7 on beef trimmings. *LWT - Food Science and Technology*, 65, 868–873. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.08.077>
- Murcia, L. Sangama, V., & K., A. (2012). Determinación de *Salmonella* spp. en alimentos preparados de origen animal listos para consumo y alimentos crudos del municipio de Leticia, Amazonas, 2011. *Inf Quinc Epidemiol Nac*, 17(1), 3–10. Retrieved from <http://www.ins.gov.co/iqen/IQUEN/IQEN vol 17 2012 num 1.pdf>
- Nutsch, A. L., Phebus, R. K., Riemann, M. J., Kotrola, J. S., Wilson, ! R Craig, Boyer, J. E., & Brown, L. (1998). Steam Pasteurization of Commercially Slaughtered Beef Carcasses: Evaluation of Bacterial Populations at Five Anatomical Locations. *Journal of Food Protection*, 61(5), 571–577. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-61.5.571>
- OMS, & OPS División de prevención y control de enfermedades - Programa de salud pública veterinaria. (1993). *Guía para el establecimiento de sistemas de vigilancia epidemiológica de enfermedades transmitidas por alimentos (VETA) y la investigación de brotes de toxi-infecciones*. Retrieved from https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/51877/guiaveta_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- OPS/OMS. (2016). El sistema HACCP: Los siete principios. Retrieved September 15, 2019, from https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10913:2015-sistema-haccp-siete-principios&Itemid=41452&lang=es
- Organización Mundial de la Salud OMS. (2015). Informe de la OMS señala que los niños menores de 5 años representan casi un tercio de las muertes por enfermedades de transmisión alimentaria. Retrieved November 17, 2018, from <http://www.who.int/es/news-room/detail/03-12-2015-who-s-first-ever-global-estimates-of-foodborne-diseases-find-children-under-5-account-for-almost-one-third-of-deaths>
- Organización Mundial de la Salud OMS, & FAO. Guía FAO/OMS para la aplicación de principios y procedimientos de análisis de riesgos en situaciones de emergencia relativas a la inocuidad de los alimentos (2011). Retrieved from <http://www.fao.org/3/ba0092s/ba0092s00.pdf>
- Organización Panamericana de la Salud, & Organización Mundial de la Salud OPS/OMS. (2015). ANEXO I: Glosario. Retrieved June 27, 2019, from https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10810:2015-anexo-i-glosario&Itemid=41421&lang=es
- Pan American Health Organization, & World Health Organization - PAHO. (1997). *Surveillance and prevention of foodborne diseases*. Retrieved from <http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/19083/doc198.pdf?sequence>

=1&isAllowed=y

- Perea Gómez, J. M., & Delúquez Medina, K. M. (2020). *La categorización de municipios en Colombia, un esfuerzo inconcluso y errático*. Pontificia Universidad Javeriana. Retrieved from [https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/50570/La categorizacion de municipios en Colombia%2C un esfuerzo inconcluso y errático _VF.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/50570/La%20categorizacion%20de%20municipios%20en%20Colombia%20-%20un%20esfuerzo%20inconcluso%20y%20err%C3%A1tico%20_VF.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Phebus, R. K., Nutsch, A. L., Schafer, D. E., Wilson, R. C., Riemann, M. J., Leising, J. D., ... Prasai, R. K. (1997). Comparison of steam pasteurization and other methods for reduction of pathogens on surfaces of freshly slaughtered beef. *Journal of Food Protection*, 60(5), 476–484. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-60.5.476>
- Pires, S. M., Vieira, A. R., Perez, E., Lo, D., Wong, F., & Hald, T. (2012). Attributing human foodborne illness to food sources and water in Latin America and the Caribbean using data from outbreak investigations. *International Journal of Food Microbiology*, 152(3), 129–138. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2011.04.018>
- Pollari, F., Christidis, T., Pintar, K. D. M., Nesbitt, A., Farber, J., Lavoie, M. C., ... Johnson, R. P. (2017). Evidence for the benefits of food chain interventions on *E. coli* O157:H7/NM prevalence in retail ground beef and human disease incidence: A success story. *Canadian Journal of Public Health*, 108(1), e71–e78. <https://doi.org/10.17269/CJPH.108.5655>
- Polo, E., Cabarcas, Y., Diaz Vargas, L., & Marrugo-Arnedo, C. A. (2019). PIN10 costs associated with foodborne diseases in a poor population insured in the department of Bolivar, Colombia. *Value in Health*, 22(Supplement 2), S196. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jval.2019.04.884>
- República de Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Ministerio de Salud y Protección Social. Resolución 2690 de 2015 (2015). Diario Oficial No. 49.602 de 12 de agosto de 2015. Retrieved from <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/col150819.pdf>
- República de Colombia. Ministerio de Salud. Decreto 3075 de 1997 (1997). Colombia: Diario Oficial No. 43.205 de 31 de diciembre de 1997. Retrieved from [https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/DECRETO 3075 DE 1997.pdf](https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/DECRETO%203075%20DE%201997.pdf)
- República de Colombia. Ministerio de Salud y Protección Social. Decreto 2270 de 2012 (2012). Colombia. Retrieved from <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Decreto-2270-de-2012.pdf>
- República de Colombia. (1991). Constitución Política de Colombia. Retrieved June 6, 2021, from <http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Documents/Constitucion-Politica-Colombia.pdf>
- República de Colombia, & Ministerio de la Protección Social. Decreto 1500 de 2007 (2007). Colombia: El Ministerio. Retrieved from <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Decreto-1500-de-2007.pdf>

- República de Colombia, & Ministerio de Salud y Protección Social. Resolución Número 240 de 2013 (2013). Colombia. Retrieved from <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/ride/de/dij/resolucion-0240-de-2013.pdf>
- República de Colombia, & Ministerio de Salud y Protección Social. Resolución número 2674 de 2013 (2013). Colombia.
- Reyes Carranza, L., Rubio Lozano, M. S., Méndez Medina, R. D., Rodarte, M. D. C. W., Núñez Espinosa, J. F., Velázquez Camacho, B. L., & Macedo, R. E. F. (2013). Acetic acid as an intervention strategy to decontaminate beef carcasses in mexican commercial slaughterhouse. *Food Science and Technology*, 33(3), 446–450. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612013005000065>
- Rhoades, J. R., Duffy, G., & Koutsoumanis, K. (2009). Prevalence and concentration of verocytotoxigenic Escherichia coli, Salmonella enterica and Listeria monocytogenes in the beef production chain: A review. *Food Microbiology*, 26, 357–376. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2008.10.012>
- Roe, A. J., McLaggan, D., Davidson, I., O'Byrne, C., & Booth, I. R. (1998). Perturbation of anion balance during inhibition of growth of Escherichia coli by weak acids. *Journal of Bacteriology*, 180(4), 767–772. <https://doi.org/10.1128/jb.180.4.767-772.1998>
- Rúgeles, L. C., Bai, J., Martínez, A. J., Vanegas, M. C., & Gómez-Duarte, O. G. (2010). Molecular characterization of diarrheagenic Escherichia coli strains from stools samples and food products in Colombia. *International Journal of Food Microbiology*, 138, 282–286. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.01.034>
- Santos Blanco, M. C., Grupo de Gestión del Riesgo Respuesta y Comunicación del Riesgo, Subdirección de Prevención, V. y C. en S. P., & D. de V. y A. del R. en S. P. (2019). *Enfermedades Transmitidas por Alimentos Colombia primer semestre 2019*. Retrieved from https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/ENFERMEDAD_TRANSMITIDA_POR_ALIMENTOS_SEMESTRE_I_2019.pdf
- Signorini, M., Costa, M., Teitelbaum, D., Restovich, V., Brasesco, H., García, D., ... Leotta, G. A. (2018). Evaluation of decontamination efficacy of commonly used antimicrobial interventions for beef carcasses against Shiga toxin-producing Escherichia coli. *Meat Science*, 142, 44–51. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.04.009>
- Soto Varela, Z., Pérez Lavalle, L., & Estrada Alvarado, D. (2016). Bacterias causantes de enfermedades transmitidas por alimentos: Una mirada en Colombia. *Salud Uninorte*, 32(1), 105–122. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/sun/v32n1/v32n1a10.pdf>
- Taheri-Garavand, A., Fatahi, S., Omid, M., & Makino, Y. (2019). Meat quality evaluation based on computer vision technique: A review. *Meat Science*, 156, 183–195. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.06.002>

- Valencia Montero, V., & Acero Plazas, V. (2013). Comparación de ácido láctico, ácido peroxiacético e hipoclorito de sodio en la desinfección de canales bovinas en un frigorífico de Bogotá, Colombia. *Revista de Medicina Veterinaria*, (26), 13–23. <https://doi.org/10.19052/mv.2632>
- Van Ba, H., Seo, H.-W., Pil-Nam, S., Kim, Y.-S., Park, B. Y., Moon, S.-S., ... Kim, J.-H. (2018). The effects of pre-and post-slaughter spray application with organic acids on microbial population reductions on beef carcasses. *Meat Science*, 137, 16–23. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.11.006>
- Varkevisser, C. M., Pathmanathan, I., & Brownlee, A. (1995). *Diseño y realizacion de proyectos de investigacion sobre sistemas de salud*. Ottawa.
- Viator, C. L., Cates, S. C., Karns, S. A., & Muth, M. K. (2017). Food safety practices in the U.S. meat slaughter and processing industry: Changes from 2005 to 2015. *Journal of Food Protection*, 80(8), 1384–1392. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-16-378>
- Vipham, J. L., Chaves, B. D., & Trinetta, V. (2018). Mind the gaps: How can food safety gaps be addressed in developing nations? *Animal Frontiers*, 8(4), 16–25. <https://doi.org/10.1093/af/vfy020>
- Wheeler, T. L., Kalchayanand, N., & Bosilevac, J. M. (2014). Pre- and post-harvest interventions to reduce pathogen contamination in the U.S. beef industry. *Meat Science*, 98(3), 372–382. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.026>
- World Health Organization (WHO) Centro de prensa. (2019). Inocuidad de los alimentos. Retrieved September 14, 2019, from <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>
- Young, I., Wilhelm, B. J., Cahill, S., Nakagawa, R., Desmarchelier, P., & Rajić, A. (2016). A rapid systematic review and meta-Analysis of the efficacy of slaughter and processing interventions to control nontyphoidal salmonella in beef and pork. *Journal of Food Protection*, 79(12), 2196–2210. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-16-203>
- Zhilyaev, S., Cadavez, V., Gonzales-Barron, U., Phetxumphou, K., & Gallagher, D. (2017). Meta-analysis on the effect of interventions used in cattle processing plants to reduce *Escherichia coli* contamination. *Food Research International*, 93, 16–25. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.01.005>