

**Validación microbiológica de la desinfección
de canales de res como punto crítico de
control en una planta procesadora cárnica de
Siguatepeque, Honduras**

Rodrigo Andrés Alvarado Bendaña

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2019

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Validación microbiológica de la desinfección de canales de res como punto crítico de control en una planta procesadora cárnica de Siguatepeque, Honduras

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Rodrigo Andrés Alvarado Bendaña

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2019

Validación microbiológica de la desinfección de canales de res como punto crítico de control en una procesadora de Siguatepeque, Honduras

Rodrigo Andrés Alvarado Bendaña

Resumen. La implementación de nuevos métodos de control y validación sobre la inocuidad de alimentos se hizo obligatoria después de los brotes ocasionados por bacterias patógenas en la década de los ochenta. El uso de ácidos orgánicos por parte de la industria cárnica es un método efectivo para la reducción de microorganismos presentes en superficies de canal. La aplicación de ácido peracético a una concentración de 80-100 ppm fue validada como un punto crítico de control dentro de la línea de faenado. Se evaluó la carga de microorganismos indicadores utilizando técnicas de muestreo no destructivas en diferentes etapas del proceso; siendo estas previo al lavado con agua, posterior a la intervención antimicrobiana y en el enfriado. Se cuantificó mediante Petrifilm™ la población de *Escherichia coli*, bacterias mesófilas aerobias y coliformes totales, al igual que se midió el pH superficial y temperatura de la canal. El uso del ácido peracético tuvo un impacto significativo ($P < 0.05$) solamente en la reducción de las bacterias mesófilas aerobias; no hubo diferencia significativa ($P > 0.05$) para coliformes y *Escherichia coli*. Los datos observados en este estudio logran validar que la empresa está cumpliendo con los requerimientos microbiológicos para el faenado de carnes frescas.

Palabras clave: Ácidos orgánicos, bacterias patógenas, métodos de control, microorganismos indicadores.

Abstract. The implementation of new methods of control and validation regarding the safety of food products became an obligatory measure after bacteria pathogen outbreaks in the late eighties. The use of organic acids used by the meat industry is an effective method for the reduction of microorganisms on the beef carcass. The application of peracetic acid in an 80-100 ppm concentration was validated as a critical control point within the slaughter line. The microbial indicator charge was evaluated in different phases of the process by means of non-destructive sampling techniques: before the water wash, after the antimicrobial intervention and at cooling. The *Escherichia coli*, aerobic mesophilic bacteria and total coliform populations were quantified with Petrifilm™ and both the pH and temperature of the carcasses were measured. Peracetic acid use had a significant impact ($P < 0.05$) in the reduction of aerobic mesophilic bacteria. There was no significant difference ($P > 0.05$) for coliforms and *Escherichia coli*. The data observed in this study succeed in validating that the company complies with the microbiological requirements for the slaughter of fresh meats.

Key words: Control methods, microbial indicator, organic acids, pathogen bacteria.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	
Error! Bookmark not defined.	
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	5
4. CONCLUSIONES.....	14
5. RECOMENDACIONES	15
6. LITERATURA CITADA.....	16
7. ANEXO.....	19

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXO

Cuadros	Página
1. Conteo de Coliformes, <i>Escherichia coli</i> y Bacterias mesófilas aerobias (Log UFC/300 cm ²) en muestras de canales de res en diferentes etapas del proceso.....	5
2. Separación de muestras según su rango de crecimiento (UFC/300cm ²) en las diferentes áreas muestreadas.....	8
3. Temperaturas y pH en los distintos sitios de muestreo.....	10
Figuras	Página
1. Control estadístico de los niveles de bacterias mesófilas aerobias en las canales de res en enfriado.....	11
2. Control de proceso para coliformes totales en las muestras tomadas de canales de res en enfriado.....	12
Anexo	Página
1. Ficha técnica de ALOX ULTRA.....	19

1. INTRODUCCIÓN

El procesamiento de los alimentos percederos como la carne fresca cuenta con los más estrictos controles y monitoreo de la industria, principalmente por el alto riesgo de posible contaminación que estas presentan. Las propiedades de la carne fresca crean un ambiente ideal para el desarrollo de bacterias, ya que puede actuar como un huésped ideal para distintos microorganismos patógenos (Dormedy *et al.* 2000). Cepas de *Escherichia coli* enterohemorrágico y *Salmonella spp.* han probado ser patógenos altamente peligrosos para la salud humana. Siendo la cepa de *E. coli* O157:H7 la responsable de varios cientos de infecciones gastrointestinales según el CDC (Center for Disease Control and Prevention 2017).

Durante la década de los ochenta, nuevas estrategias de intervención y sistemas tecnológicos fueron implementadas en plantas de procesamiento cárnico, como consecuencia a los brotes que afectaron a miles de consumidores de restaurantes de comida rápida en los Estados Unidos. Los planes de aseguramiento de calidad e inocuidad son aspectos claves en las empresas alimentarias tanto para la permanencia, como el ingreso a nuevos mercados internacionales (Demarschelier *et al.* 2007).

La higiene dentro de las instalaciones es esencial para poder eliminar cualquier agente que propicie el crecimiento microbiano y de esta manera mantener niveles seguros de crecimiento. Los procedimientos de intervención buscan reducir o eliminar cualquier riesgo potencial que exista en la materia prima. Es por esto que las plantas han puesto en práctica diversos métodos antimicrobianos, como la aplicación de vapor, agua caliente, diversos agentes sanitizantes y el empleo de ácidos orgánicos de cadena corta (Santapaola 2013).

La determinación de microorganismos indicadores es una alternativa para poder identificar y optimizar los procedimientos de intervención. A partir del resultado de estos indicadores se determina el riesgo microbiológico que presenta la materia prima, y sirven para realizar las acciones correctivas apropiadas cuando los parámetros permitidos se desvían. Entre los indicadores más usados se encuentran los coliformes, representados habitualmente por cuatro géneros de la familia Enterobacteriaceae: *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia* y *Klebsiella* (Jay 2002).

Las leyes estadounidenses encabezadas por el Food Safety and Inspection Service (FSIS 2017), obligan a la industria cárnica a realizar revaloraciones continuas sobre sus planes de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP) para asegurar la eficacia de sus puntos críticos de control (PCC) ante la presencia de microorganismos patógenos (Terrance *et al.* 2004). La implementación de estas nuevas normas contribuye a un mejor manejo y control sobre los riesgos asociados a los productos elaborados en plantas (Santapaola 2013).

Como parte del plan HACCP las verificaciones y validaciones son necesarias para evidenciar un control adecuado del proceso. La validación de un sistema consta de datos científicos que evidencien su efectividad y función para la reducción o eliminación de microorganismos. La validación de los sistemas de intervención generalmente se lleva a cabo utilizando microorganismos indicadores como coliformes totales, bacterias mesófilas aerobias y *Escherichia coli*; ya que tienen una mayor prevalencia a través de la línea de proceso.

La validación implica asegurar mediante datos científicos que los puntos críticos de control identificados durante la elaboración del plan HACCP, están controlando efectivamente el peligro estipulado. La validación se hace fundamental para la adecuada implementación del plan HACCP, por lo cual se debe establecer antes de que el plan sea puesto en marcha; también se realiza cuando un nuevo peligro es identificado dentro de la planta (Swanson 2000).

El estudio se llevó a cabo en una empresa familiar dedicada a la producción y comercialización de productos a nivel nacional e internacional. Es reconocida como exportador de carne de bovinos a varios países de Centro América y también a países como Estados Unidos de América, Taiwán y China. La empresa muestreada es una empresa de rápida expansión y crecimiento, lo cual la ha impulsado a buscar mercados nuevos para atender una mayor demanda. Actualmente, la empresa requiere de un estricto monitoreo microbiológico para cumplir con las regulaciones nacionales e internacionales de los países a los cuales sirve.

El siguiente estudio se basó en la validación microbiológica de la desinfección de canales de res como punto crítico de control, tomando como parámetros el crecimiento microbiológico de *Escherichia coli*, coliformes totales y bacterias mesófilas aerobias.

Los objetivos de este estudio fueron:

- Validar el uso del ácido peracético (ALOX ULTRA) utilizado como intervención antimicrobiana.
- Evaluar el control de los procesos preventivos en tiempo real mediante recuentos de microorganismos indicadores.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La recolección de muestras y datos fue llevada a cabo en tres viajes distintos realizados a una planta procesadora de cárnicos, ubicada en la ciudad de Siguatepeque, Honduras. El estudio tuvo una duración de dos meses aproximadamente, comenzando a mediados de marzo y culminando a mediados de mayo. Se realizó un muestreo mediante la técnica de hisopado a 12 canales abiertas en tres diferentes etapas del proceso, teniendo un total de 108 unidades experimentales.

Muestreo microbiológico.

Fue realizado en tres sitios distintos dentro de la línea de producción con esponjas hidratadas, los cuales fueron: (1) prelavado: realizándose durante el último punto de inspección de canal antes de ser pesada y lavada; (2) post sanitización, ejecutado en el cuarto de refrigeración media hora después de aplicada la intervención antimicrobiana; y (3) canal fría en cuarto de refrigeración; aproximadamente 12 horas post-mortem y previo a ser liberadas para deshuese. Cada canal fue enumerada según el orden que entraba y rastreada a lo largo del proceso. La misma canal fue muestreada en prelavado (1), post sanitización (2) y en el cuarto de refrigeración (3). Los parámetros evaluados fueron temperatura superficial de la canal y pH superficial siendo tomados en los mismos sitios; a excepción del prelavado. La siembra de las muestras se llevó a cabo usando las directrices técnicas 998.08 para recuento de coliformes y *E. coli*, 990.12 para BMA, estipuladas por la AOAC (Association of Official Analytical Chemists 2002).

Intervenciones antimicrobianas en planta.

El sistema de intervención antimicrobiana utilizado por la planta procesadora fue empleado entre el sitio de prelavado y post sanitización. Entre estos dos sitios y posterior al pesado, las canales fueron sometidas a un lavado de alta presión con agua purificada (80 psi). Inmediatamente después del lavado las canales fueron sometidas a una aplicación de ácido peracético (ALOX ULTRA) a una concentración de 80-100 ppm mediante aspersion por un tiempo promedio de 25 segundos; antes de ser almacenadas en el cuarto de refrigeración para la reducción de temperatura.

Obtención de muestras.

El esponjado de las canales se llevó a cabo eligiendo canales al azar en diferentes tiempos del día, previamente hidratando las esponjas con 10 ml de agua peptonada al 0.1% para asegurar la obtención de datos representativos del proceso que realiza la empresa a medida

transcurre el día. Al día siguiente se muestreó la canal en la etapa de enfriado. Una vez ubicado en el área de muestreo las esponjas fueron sacadas de la bolsa utilizando guantes estériles. Se tomaron como referencia tres regiones de la canal para muestrear; la falda, el pecho y glúteo del animal siguiendo las directrices establecidas por el SENASA. Para cada región de la canal se muestreó 100 cm² utilizando una plantilla de 10×10 cm. Una muestra consistía en aproximadamente diez frotos verticales y diez horizontales (cinco para la derecha y cinco para la izquierda y cinco veces para arriba y cinco para abajo). Para la toma de los parámetros se utilizó un termómetro Cooper de láser y tiras de pH. Ambos parámetros fueron tomados en la parte del pecho de la canal en los diferentes sitios de muestreo. Todas las muestras fueron transportadas al laboratorio en una hielera con gel-pack para el acondicionamiento de las muestras.

Análisis microbiológico.

Las esponjas con 15 ml de agua peptonada al 0.1% en una campana de flujo laminar. Seguidamente se realizó un masaje manual a las esponjas durante 1 min para lograr su homogenización, tomando en cuenta la metodología usada por Ingham *et al.* (2009). Se pipeteó 1 ml de la muestra en los Petrifilm™ 3M Aerobic Count Plate y 3M *E. coli*/Coliform Count Plate (3M Microbiology, St. Paul, Minn). Para la siembra de las bacterias mesófilas aerobias (BMA) se utilizó disco dispensador para platos Petrifilm™ de 20 cm².

Las muestras se incubaron a una temperatura de 35 ± 1°C por un período de 18-24 horas para coliformes y *E. coli* y 48 horas para BMA, asegurando no poner más de 20 muestras encima de una para no ejercer demasiada presión entre las mismas. La lectura de resultados se llevó a cabo utilizando un contador de colonias con amplificador bajo luz. Documentando cada resultado en la bitácora asignada y evidenciando el resultado con una fotografía de cada Petrifilm™ observado. Para comparar las cargas microbianas de los microorganismos indicadores entre sí, los datos UFC/25 cm² se convirtieron a Log UFC/300 cm² para poder ingresarlos en el sistema estadístico.

Análisis estadístico.

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con un análisis de varianza ANDEVA y separación de medias Duncan, con tres tratamientos (puntos de muestreo), tres repeticiones y 12 muestras (canales), haciendo un total de 108 unidades experimentales. Se utilizó el Statistical Analysis Software (SAS) versión 9.4 para todos los análisis estadísticos de este estudio.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se reporta la distribución de bacterias mesófilas aerobias, coliformes totales y *Escherichia coli*. Las bacterias mesófilas aerobias presentaron una diferencia significativa entre prelavado y post sanitización, sin embargo, se observó un crecimiento bacteriano entre post-sanitización y el enfriado; el cual evito que hubiera diferencias significativas entre las diferentes etapas. Teniendo conteos de 3.99 log UFC 300/cm² en el área de prelavado y 3.92 log UFC/300 cm² en el área de enfriado.

El crecimiento de los coliformes totales tuvo una diferencia significativa ($P < 0.05$) entre las estaciones de muestreo. En las áreas de pre-lavado y post-sanitización no hubo una diferencia significativa ($P > 0.05$) en los recuentos de coliformes totales. En cambio, en las áreas de prelavado y enfriado si observa una diferencia significativa ($P < 0.05$) en el recuento de coliformes. Se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los recuentos de la bacteria *E. coli* en las áreas de prelavado y enfriado, siendo los conteos microbianos mayores para el prelavado. Adicionalmente, los recuentos de *E. coli* entre prelavado y post sanitización fueron similares ($P > 0.05$), así como los recuentos entre post sanitización y enfriado.

Cuadro 1. Conteo de Coliformes, *Escherichia coli* y Bacterias mesófilas aerobias (Log UFC/300 cm²) en muestras de canales de res en diferentes etapas del proceso.

Sitio de muestreo	Coliformes	<i>E. coli</i>	BMA
	Media ± DE		
Pre – lavado	1.37 ± 0.34 ^a	1.21 ± 0.34 ^a	3.99 ± 0.23 ^a
Post – sanitización	1.30 ± 0.41 ^a	1.11 ± 0.27 ^{ab}	3.73 ± 0.20 ^b
Enfriado	1.04 ± 0.14 ^b	1.00 ± 0.00 ^b	3.92 ± 0.55 ^a
CV%	29.37	24.48	10.19

^{abc} Las medias con diferentes letras en cada columna presentan diferencias significativas ($P < 0.05$).

DE: Desviación estándar.

CV%: Coeficiente de variación.

BMA: Bacterias mesófilas aerobias.

Límite de detección: 1.40 log UFC/300 cm².

Los microorganismos indicadores utilizados en este estudio son bacterias mediante las cuales podemos estimar el estado microbiológico general de las canales. La presencia de microorganismos indicadores en los alimentos no indica un riesgo potencial para el consumidor, siempre y cuando este dentro de los rangos permitidos. La alta carga microbiana en los alimentos aporta a la rápida deterioración de los alimentos, ya que tiene los valores nutricionales y pH indicado para el desarrollo de microorganismos. Las mejores maneras para la reducción de microorganismos es la combinación de ácidos acéticos y lácticos según Ouattara (1997).

Como observamos en el cuadro 1 hubo un crecimiento bacteriano entre las áreas de prelavado y enfriado para las bacterias mesófilas aerobias. Esto puede ser atribuido a los operarios a la hora de ingresar las canales al cuarto de enfriamiento. Ya que están en contacto con diferentes herramientas o superficies que pueden contener ciertos microorganismos resistentes a la aplicación del ácido peracético. Espino (2006) detalla que para el área de sacrificio y enfriado el límite de bacterias mesófilas aerobias a encontrar es de 7.0 log UFC/cm², al comparar nuestros datos con este estudio podemos observar que nuestros recuentos están muy por debajo del límite permitido para las mismas. El incremento en los recuentos de las bacterias mesófilas aerobias en el cuadro 1 también puede ser atribuido a bacterias psicrótrofas que son resistentes a bajas temperaturas.

El recuento de los microorganismos mesófilos aerobios expresa la calidad sanitaria de los productos muestreados, lo cual indica las condiciones higiénicas de la materia prima al ser manipulada durante su elaboración a lo largo del proceso productivo (ANMAT 2004). Este tipo de recuento solamente estima la cantidad de organismos vivos, tampoco puede asegurar la presencia o ausencia de patógenos en los alimentos ya que es un análisis general de calidad. Por ende, no podemos diferenciar los tipos de microorganismos que existen dentro de las muestras tomadas. La capacidad de sobrevivir y desarrollarse de las bacterias mesófilas aerobias temperaturas entre 20 y 45 °C, contando con un ambiente óptimo a temperaturas entre los 30 y 40 °C, es sumamente alta. Al contar con un espectro tan amplio de temperatura, estas bacterias se encuentran en cantidades fácilmente cuantificables por las plantas procesadoras. Al reducir la temperatura de la canal se crea un ambiente más hostil para que las bacterias se desarrollen y reproduzcan (ANMAT 2004). De igual manera bacterias resistentes a tratamientos ácidos y a temperaturas bajas pueden seguir creciendo ante estas condiciones.

Espino (2006), detalló que la variación de los recuentos bacterianos a lo largo de la línea de producción depende de varios factores. Siendo la adhesión o fijación de los microorganismos en la superficie de la canal, la cual puede ser dividida en tres fases, adsorción en la superficie debido a las fuerzas de Vander Walls, la consolidación en la superficie y la colonización de estos en la superficie de la canal. Todas estas fases pueden ser alteradas principalmente por la temperatura ambiental, pH de la canal, y capacidad de retención de agua.

Bacon *et al.* (2000) realizaron un estudio similar muestreando diferentes puntos del eslabón productivo en busca de la prevalencia de *Escherichia coli* en canales de res. Los resultados encontrados por parte de estos autores respaldan los datos recopilados en este estudio ya que al muestrear el área de pre-evisceración los recuentos eran de 2.6-5.3 log UFC/100 cm².

De igual manera muestrearon la canal posterior al tratamiento con ácidos orgánicos previo a ser almacenado en el cuarto de refrigeración, reportando una población de 1.0-3.0 log UFC/100 cm². Como último punto a muestrear Bacon *et al.* (2000) reportaron una población microbiana de *Escherichia coli* de 0.9 log UFC/100 cm².

Blandón (2018) determinó la población microbiológica de las canales de res en cinco diferentes etapas del proceso (la piel antes de remoción, pre-evisceración, post evisceración, post intervención y enfriado) en la planta cárnica de la Universidad Zamorano. Los recuentos de Blandón (2018) presentaron una mayor contaminación a los encontrados en el presente estudio. Teniendo en el área de post intervención antimicrobiana recuentos de coliformes de 2.04-2.80 log UFC/300cm². Al igual que en el área de enfriado donde encontró recuentos de 2.61-3.33 log UFC/300 cm². Blandón (2018), indica que la planta muestreada no posee la documentación necesaria para poder demostrar que se controla el peligro presente. La planta de Zamorano es una planta educativa que está destinada al aprendizaje de los estudiantes, por el cual existe una alta rotación de personas operando en la planta. Ya que la enseñanza de Zamorano es aprender haciendo todo estudiante debe aprender el manejo ideal de las canales; pudiendo ser el causante de los altos recuentos microbiológicos encontrados en el estudio. A pesar de contar con altos recuentos, siempre se mantuvieron dentro de los límites permitidos y la aplicación del ácido acético al 2.5% redujo de manera significativa los recuentos.

Antic *et al.* (2010), evaluaron el comportamiento de las bacterias de la piel y como se trasladan a la carne mediante el contacto directo de las canales. Teniendo un 10% de tasa de contaminación de piel a carne una vez muestreados las canales. De igual manera midieron diferentes músculos de la canal y su suciedad, siendo el área del metacarpo y el pecho las áreas de mayor contaminación fecal. Antic *et al.* (2010), no encontraron diferencias significativas entre el grado de suciedad de los animales, contradiciendo estudios de múltiples autores donde detallan que entre más suciedad en la canal mayor población de *Escherichia coli* se encontrará.

En el Cuadro 2 se puede observar el rango de detección para los microorganismos indicadores, categorizándolos por grupos de cuantificación. Para el área de prelavado (1) se encontraron 15 muestras de coliformes y 13 *Escherichia coli* dentro del rango de 0-9, conteniendo la mayoría de los conteos fecales dentro del rango apropiado de detección. Para las bacterias mesófilas aerobias todos sus recuentos se encuentran dentro de los dos últimos rangos de detección, 15 de las muestras se encuentran entre 1,000-9,999 y 21 dentro del rango de 10,000-99,999. Para el área de post sanitización se encontró dentro del rango de 0-9, 10 muestras de coliformes y cinco de *E. coli*. Habiendo una reducción en la cantidad de crecimiento microbiano en las superficies de las canales. Las bacterias mesófilas aerobias se comportaron de manera diferente en esta área, habiendo una muestra en el rango de 10-99, dos en 100-999, 18 muestras entre 1,000-9,999 y 15 muestras entre 10,000-99,999. Para el área de enfriado hubo una reducción casi total en cuanto a contaminación fecal ya que solo se encontró tres muestras de coliformes en el rango de 0-9. Las bacterias mesófilas aerobias tuvieron un incremento en cuanto a cantidad de muestras dentro de los rangos superiores, teniendo 21 muestras dentro de los 1,000-9,999 y 15 muestras dentro del rango de 10,000-99,999.

Los datos observados en el cuadro 2 indican que los planes de higiene e inocuidad si cumplieron con su deber en cuanto a la reducción o eliminación de cargas microbianas en la canal de res. Las altas cargas microbianas en el área de prelavado fueron reducidas sustancialmente una vez ya llegadas al cuarto de enfriado. Esto es debido a las intervenciones antimicrobianas que la planta aplica a la canal, tal como la aplicación de ácido peracético y el cambio de temperatura (Siragusa 1998).

Cuadro 2. Separación de muestras según su rango de crecimiento (UFC/300cm²) en las diferentes áreas muestreadas.

Área	Rango de Crecimiento microbiano UFC/300cm ²	Microorganismos Indicadores		
		BMA	CT	EC
Pre-Lavado	<1	0	20	23
	1-9	0	15	13
	10-99	0	1	0
	100-999	0	0	0
	1000-9999	15	0	0
	10000-99999	21	0	0
Post-Sanitización	<1	0	25	31
	1-9	0	10	5
	10-99	1	1	0
	100-999	2	0	0
	1000-9999	18	0	0
	10000-99999	15	0	0
Enfriado	<1	0	33	36
	1-9	0	3	0
	10-99	0	0	0
	100-999	0	0	0
	1000-9999	21	0	0
	10000-99999	15	0	0

BMA: Bacterias mesófilas aerobias.

CT: Coliformes Totales.

EC : *Escherichia coli*

Martínez-Chávez *et al.* (2015), llevaron a cabo un estudio donde se determinó la población de *Escherichia coli* y prevalencia de *Salmonella spp* en canales de res (n=142). Las muestras fueron recopiladas de mataderos municipales y carnicerías al por menor, los cuales no contaban con ningún tipo de sistema preventivo o intervención antimicrobiana que controlara posibles agentes patógenos. Martínez-Chávez *et al.* (2015) reportaron un recuento de *E. coli* en las canales de res de 3.2 ± 0.7 log UFC/300 cm²; las muestras fueron tomadas inmediatamente después del lavado final con agua y antes de entrar al cuarto de

refrigeración. Los autores no encontraron un coeficiente de correlación significativo ($r = 0.17$) para *Salmonella spp* y *Escherichia coli*, por el cual se infiere que no hay asociación entre el patógeno y el microorganismo indicador. Sin embargo, hay una probabilidad más alta de observar presencia de patógenos en los alimentos si existe una alta carga de microorganismos indicadores. Los altos recuentos encontrados por estos autores en establecimientos con pocos o ningún tipo de control antimicrobiano hacen evidente la necesidad de contar con sistemas de prevención para patógenos. Si los establecimientos no cuentan con este tipo de sistemas, permiten que organismos patógenos entren a su sistema de proceso y ponen en peligro la salud del consumidor.

Las prácticas utilizadas para asegurar la higiene e inocuidad alimentaria varían de planta en planta debido a las condiciones únicas que cada establecimiento tiene. Los ácidos orgánicos usados en los sistemas de carne fresca no tienen contemplado eliminar la presencia de microbiota presente, sino lograr una reducción o controlar el crecimiento (Dormedy *et al.* 2000). La combinación de métodos de intervención es una buena alternativa para lograr un mejor control sobre la reducción de microorganismos presentes en las superficies de las canales de res.

La planta de Honduras monitorea cada 15 canales la concentración del antimicrobiano mediante titulación. El rango del ácido peracético (ALOX ULTRA) utilizado por la planta debe estar entre 80-100 partes por millón (ppm) para que la aplicación sea eficiente. En caso de tener una desviación, como podría ser la caída de una canal del riel automático, se procede a separar la canal del resto de la línea, la lavan y le aplica el antimicrobiano nuevamente. Los encargados de microbiología proceden a realizar un hisopado a la canal, pero solo en las partes que entró en contacto directo con el piso. Las muestras se inoculan e incuban y posterior a eso se decide si forma parte del proceso nuevamente. La canal contaminada es separada del resto por 24 horas, hasta que las encargadas de microbiología confirmen que está dentro de los rangos permisibles. Adicionalmente, en el área de lavado de canales, la presión del agua debe estar entre 75 a 85 psi, de no ser así el proceso se detiene hasta que el problema sea corregido.

Dormedy *et al.* (2000), validaron el uso de ácido láctico al 2% como punto crítico de control dentro de una planta de alto procesamiento cárnico, muestreando diferentes etapas del proceso mediante la determinación de la población microbiológica de indicadores de higiene. Estos autores encontraron conteos de coliformes menores a 2.5 log UFC/100 cm² en el área de prelavado, los cuales fueron mayores que los encontrados en el presente estudio en la misma área. En la etapa de post- sanitización se encontró un conteo menor a 1.5 log UFC/100cm²; finalmente, estos autores evaluaron la etapa de enfriamiento de la canal posterior a 24 horas de almacenamiento obteniendo una reducción mínima a la encontrada en la etapa de post-sanitización. Estos datos al igual que los encontrados en el presente estudio reflejan un descenso en la carga microbiana de la canal después de haber sido sometida al tratamiento de ácido orgánico y a las bajas temperaturas. Este estudio demostró que los lavados acidificados en conjunto con temperaturas bajas logran reducir entre 0.29- 0.33 log UFC/300 cm² de la carga microbiana de la canal.

Arthur *et al.* (2004), evaluaron la efectividad del hidróxido de sodio y lavado de agua clorada (1 ppm) a lo largo de la línea productiva, muestreando en cada etapa de la línea

antes y después del tratamiento. En donde encontraron que los recuentos de bacterias aerobias totales y de *Enterobacteriaceae* ambas tuvieron una reducción de 2.1 y 3.4 log UFC/100 cm². La planta en Honduras no tuvo una reducción tan significativa como en la evaluada por Arthur *et. al* (2004) debido a que mantuvo bajos recuentos microbiológicos en todo el proceso de faenado, teniendo la mayor reducción en el área de enfriado. De igual manera se puede inferir que los ácidos orgánicos como intervención microbiana en conjunto con el área de enfriado, si logran reducir la población microbiana presente en las canales de res.

La temperatura de las canales durante el faenado de las canales llega a jugar un rol sumamente importante sobre la calidad microbiana de las canales. Esto debido a las óptimas condiciones ambientales que la canal posee para el crecimiento microbiano. En el cuadro 3 podemos observar cómo hubo diferencia significativa ($P < 0.05$) entre cada tratamiento. A diferencia del pH, que no presentó diferencia significativa ($P > 0.05$) entre los tratamientos elaborados.

Cuadro 3. Temperaturas y pH en los distintos sitios de muestreo.

Sitio de Muestreo	pH	Temperatura °C
	Media ± DE	
Pre- lavado	7.51 ± 0.49 ^a	28.08 ± 1.89 ^a
Post sanitización	7.55 ± 0.49 ^a	21.83 ± 1.95 ^b
Enfriado	7.41 ± 0.49 ^a	1.15 ± 1.16 ^c
CV%	6.77	11.41

^{abc} Las medias con diferentes letras en cada columna presentan diferencias significativas ($P < 0.05$).

CV%: Coeficiente de variación.

DE: Desviación estándar.

El pH de la canal es un factor fundamental para determinar qué tipo de corte de carne se tendrá al final del proceso, ya que al sacrificar el animal desencadena una serie de reacciones enzimáticas que alteran el producto final. Al evaluar el pH superficial de la canal se dificultó la toma de datos ya que se utilizaron tiras de pH para su determinación, por lo que no hubo diferencias significativas ($P < 0.05$). Esto puede ser atribuido a que no se utilizaron los materiales requeridos para la recopilación de los datos de pH.

La figura 1 presenta el comportamiento que tuvieron las bacterias mesófilas aerobias a medida que fueron tomadas las muestras. Teniendo el conteo más alto de 4.32 log UFC/300 cm² y el más bajo de 3.44 log UFC/300 cm². El límite máximo permitido se tomó de un estudio llevado a cabo por Espino (2006) donde indica que un rango entre 4.0-7.0 log UFC/300 cm² de bacterias mesófilas aerobias son un indicador de buena higiene.

Según el FSIS (2005) el muestreo estratégico de alimentos en tiempo real provee información valiosa sobre la calidad microbiológica, sanitizado, y tanto efectividad como el alcance del sistema de control de inocuidad. Aunque los microorganismos indicadores no aseguren la inocuidad del alimento, se puede diseñar un plan estratégico bajo el cual estos datos aporten a los sistemas de control y programas preventivos.

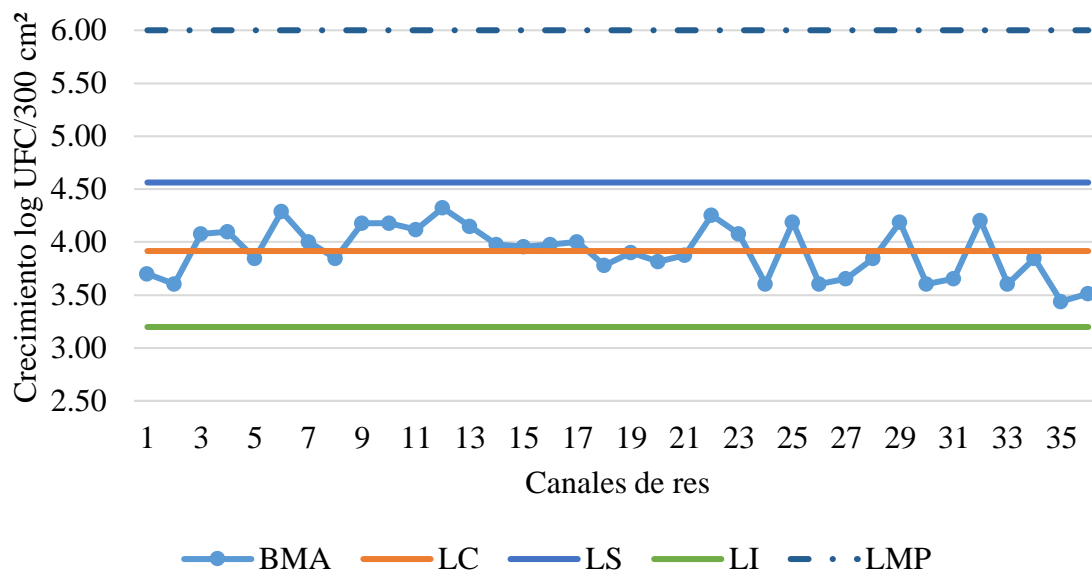


Figura 1. Control estadístico de los niveles de bacterias mesófilas aerobias en las canales de res de enfriado.

- LC: Límite Central.
- LS: Límite Superior.
- LI: Límite Inferior.
- LMP: Límite Máximo Permitido.
- BMA: Bacterias mesófilas aerobias.

En la figura 2 se observa el control sobre el crecimiento de coliformes totales en las canales de res tomadas como muestras en el área de enfriado. Teniendo el recuento más alto de 0.16 UFC/cm², cabe recalcar que nuestro límite de detección es de 0.083 UFC/cm²; en caso de la ausencia microorganismos se estableció un valor de 0.03 UFC/cm² El límite inferior y superior se determinaron de manera paramétrica, utilizando los datos históricos para sacar la media y la desviación estándar.

El límite máximo permitido (3.1 UFC/cm²) se determinó de acuerdo con las normas internas de la empresa. Al comparar el cuadro 2 y la figura 2 podemos observar que los recuentos de coliformes totales en el área de enfriado se mantuvieron dentro de los límites establecidos. Habiendo solo tres muestras que presentaron crecimiento microbiano. Los

bajos recuentos encontrados en esta área son debido a las buenas prácticas y sistemas de inocuidad que emplea la planta para prevenir posibles patógenos.

La planta muestreada se somete a una revisión microbiológica por parte del Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Alimentaria (SENASA) de manera rutinaria como parte de los requisitos para poder vender su producto a nivel nacional. El ente gubernamental SENASA muestrea una canal cada 300 canales procesadas mediante la técnica de ventana móvil. A pesar de proveer información valiosa, para poder cumplir con los requisitos de exportación de carne hacia los Estados Unidos de América, deben tener evidenciado mediante documentación el control sobre la posibilidad de posibles patógenos en los alimentos que procesan.

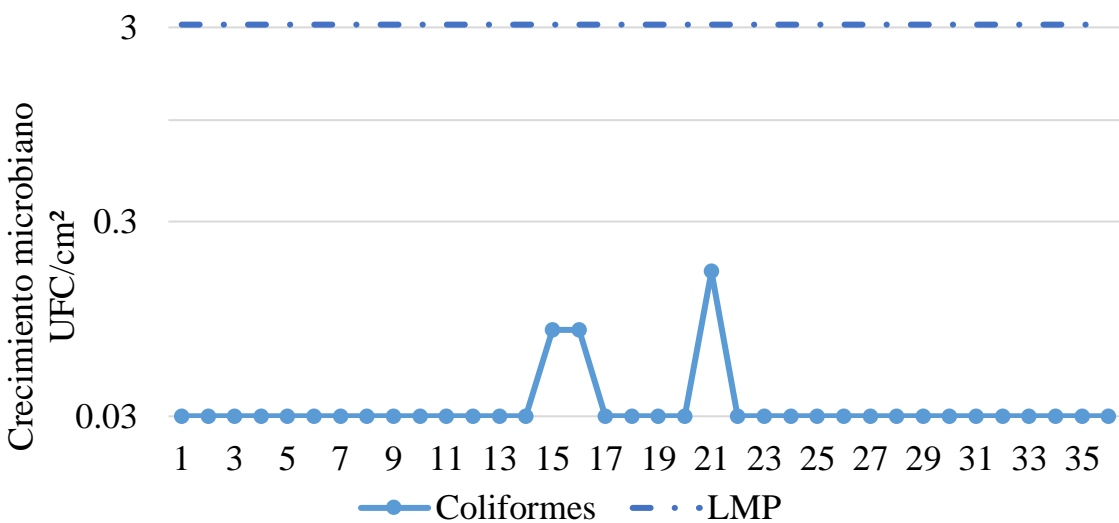


Figura 2. Control de proceso para coliformes totales en las muestras tomadas de canales res en enfriado.

LMP: Límite máximo permitido.
 Límite de detección: 0.083 UFC/cm².

La planta muestreada se somete a una revisión microbiológica por parte del Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Alimentaria (SENASA) de manera rutinaria como parte de los requisitos para poder vender su producto a nivel nacional. El ente gubernamental SENASA muestrea una canal cada 300 canales procesadas mediante la técnica de ventana móvil. A pesar de proveer información valiosa, para poder cumplir con los requisitos de exportación de carne hacia los Estados Unidos de América, deben tener evidenciado mediante documentación el control sobre la posibilidad de posibles patógenos en los alimentos que procesan. Un proceso se considera bajo control estadístico cuando su salida varía según lo esperado dentro de un rango operativo estándar de variación. Esto se refiere a la variación de causa común y representa la variación aleatoria relacionado a un proceso. Cuando un proceso se vuelve fuera de control, su promedio cambia. La variación aumenta

más allá de los límites permitidos. Esta pérdida de control generalmente se debe a la presencia de algún factor interno o externo generada por una causa conocida. La planta cuenta con un sistema de acciones correctivas en caso de que un recuento se encuentre fuera del rango permisible. El cual establece la separación de las canales hasta que se le hagan los análisis debidos. En el caso que no cumpla aun después de realizar las acciones correctivas, se espera a que todas las canales de ese día hayan sido procesadas para que pueda ser liberada. Esto se hace para evitar la contaminación de los productos cárnicos que sí estuvieron dentro de los límites permisibles. La canal contaminada es posteriormente procesada para la elaboración de productos cárnicos cocidos, y de esta manera poder asegurar la inocuidad del alimento.

La inocuidad de los productos cárnicos procesados depende de la correcta implementación de sistemas de análisis de peligros y puntos críticos de control y sus programas prerrequisitos. Al igual que la identificación de los posibles peligros microbiológicos, se debe de mantener un programa destinado a la documentación de control de los peligros. El uso de estrategias de intervención antimicrobiana ha probado ser efectivo en cuanto a la reducción de conteos a sus rangos permisibles, cabe recalcar que estos métodos de intervención no eliminan la presencia de microorganismos. Por el cual, una combinación de métodos de intervención incrementa la posibilidad de mantener un proceso inocuo. Cabe recalcar que, aunque estas prácticas son efectivas para la reducción de microorganismos, la mejor manera de evitar la presencia de patógenos en nuestra producción es un buen sistema preventivo.

4. CONCLUSIONES

- El ácido peracético redujo significativamente los recuentos de las bacterias mesófilas aerobias y mantuvo los coliformes y *E. coli* dentro de los rangos microbiológicos permitidos.
- Los bajos recuentos en el área de enfriado evidencian que la planta cárnica mantiene un buen control sobre el manejo de sus sistemas preventivos para garantizar la inocuidad alimentaria.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar un segundo estudio en época lluviosa para evaluar si existe diferencia en la carga microbiana entre las épocas del año.
- Realizar las mediciones de pH con equipo más preciso para contar con datos certeros al proceso evaluado.
- Se debe realizar de manera constante los muestreos microbiológicos para demostrar que no hay crecimiento posterior al área de enfriado.

6. LITERATURA CITADA

- ANMAT, Administración Nacional de Medicamentos Alimentos y Tecnología Médica. 2004. Guía de interpretación de resultados microbiológicos. ANMAT. [consultado 2018 agosto 13]. http://www.anmat.gov.ar/Alimentos/Guia_de_interpretacion_resultados_microbiologicos.pdf
- Antic D, Blagojevic B, Ducic M, Nastasijevic I, Mitrovic R, Buncic S. 2010. Distribution of microflora on cattle hides and its transmission to meat via direct contact. J Food Control. 21(7):1025–1029. eng. doi: 10.1016/J.FoodProt.2009.12.022.
- AOAC, Association of Official Analytical Chemists. 2002. Official method 990.12 for aerobic plate count in foods. [consultado el 18 feb de 2018]. https://www.edgeanalytical.com/wp-content/uploads/Food_AOAC-990.12.pdf
- AOAC, Association of Official Analytical Chemists. 2002. Official method 998.08 confirmed *Escherichia coli* counts in poultry, meats, and seafood count in foods. [consultado el 18 feb de 2018]. <https://multimedia.3m.com/mws/media/4449500/3m-petriefilm-e-coli-coliform-count-plate-interpretation-guide-spanish.pdf>
- Arthur T, Bosilevac J, Nou X, Shackelford S, Wheeler T, Kent M, Jaroni D, Pauling B, Allen D, Koohmaraie M. 2004. *Escherichia coli* O157 prevalence and enumeration of aerobic bacteria, *Enterobacteriaceae*, and *Escherichia coli* O157 at various steps in commercial beef processing plants. J Food Prot. 67(4):658–665. eng. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-67.4.658>
- Bacon R, Belk K, Sofos J, Clayton R, Reagan J, Smith, G. 2000. Microbial populations on animal hides and beef carcasses at different stages of slaughter in plants employing multiple-sequential interventions for decontamination. J Food Prot. 63(8):1080-1086. eng. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-63.8.1080>
- Blandón D. 2018. Prevalencia de *Escherichia coli* O157 y *Salmonella* en canales de res en la planta de cárnicos. [Tesis]. Zamorano-Honduras. 15 p.
- CDC, Center for Disease Control and Prevention. 2017. Surveillance for foodborne disease outbreaks, United States, 2015, Annual Report. Atlanta, Georgia. US Department of Health and Human Services. https://www.cdc.gov/foodsafety/pdfs/2015FoodBorneOutbreaks_508.pdf
- Da Silva Pacheco F, Horvath M, Silveira J, Pieta L, Tondo E. 2014. Occurrence of *Salmonella* spp. and generic *Escherichia coli* on beef carcasses sampled at a

- Brazilian slaughterhouse. *Braz J Microbiol.* 45(1):17–23. eng. doi:10.1590/S151783822014005000037
- Desmarchelier P, Fegan N, Smale N, Small A. 2007. Managing safety and quality through the red meat chain. *Meat Science* 77(1): 28–35. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2007.04.027
- Dormedy E, Brashears M, Cutter C, Burson D. 2000. Validation of acid washes as critical control points in hazard analysis and critical control point systems. *J Food Prot.* 63(12):1676–1680.
- Espino L. 2006. Recuento de bacterias aerobias mesófilas totales en canales bovinas mediante el método de hisopado en un camal de Lima Metropolitana. [Tesis]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos-Perú. 29 p.
- FSIS, Food Safety and Inspection Service. 2005. A notice by the Food Safety and Inspection Service. Federal Register. Generic *E. coli*. [consultado el 05 de sept. de 2019]. <https://www.federalregister.gov/documents/2005/02/17/05-3030/generic-e-coli>
- Ingham S, Algino R, Ingham B, Ruby J. 2009. Manual squeezing as an alternative to mechanical stomaching in preparing beef carcass sponge samples for microbiological analysis. *J Food Prot.* 72(2), 428–430. eng. doi:10.4315/0362-028x-72.2.428
- Jay J. 2002. *Microbiología moderna de los alimentos*. 4ª ed. Zaragoza (España): Editorial Acribia S.A. 615p. ISBN: 8420009709.
- Martínez-Chávez L, Cabrera-Díaz E, Pérez-Montaña J, Garay-Martínez L, Hernández J, Castillo A, Lucía L, Ávila-Novoa M, Cardona-López M, González P, Martínez N. 2015. Quantitative distribution of *Salmonella* spp. and *Escherichia coli* on beef carcasses and raw beef at retail establishments. *Int J Food Microbiol.* 210:149–155. eng. doi:10.1016/J. Food Micro. 2015.06.016.
- Narvaez-Bravo C, Miller MF, Jackson T, Jackson S, Rodas-Gonzales A, Pond K, Echeverry A, Brashears MM. 2013. *Salmonella* and *Escherichia coli* O157:H7 prevalence in Cattle and on Carcasses in a Vertically Integrated Feedlot and Harvest Plant in Mexico. *J of Food Prot.* 76(5):786–795. eng. doi:10.4315/0362-028X.JFP12-079.
- Ouattara B, Simard R, Holley R, Piette G, Bégin A. 1997. Inhibitory effect of organic acids upon meat spoilage bacteria. *J. Food Prot.* 60(3):246–253. eng. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-60.3.246>
- Santapaola M. 2013. Ácidos orgánicos como método de intervención. Efecto sobre agentes patógenos y alteradores relevantes en la industria frigorífica. Empleo en carne equina [Tesis]. Universidad Nacional de la Plata- Argentina. 49 p.
- Siragusa G, Dorsa W, Cutter C, Bennett G, Keen J, Koohmaraie M. 1998. The incidence of *Escherichia coli* on beef carcasses and its association with aerobic mesophilic plate count categories during the slaughter process. *J. Food Prot.* 61(10):1269–1274. eng. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-61.10.1269>

- Swanson K, Anderson J. 2000. Industry perspectives on the use of microbial data for hazard analysis and critical control point validation and verification. *J Food Prot.* 63(6):815-818. eng. 10.4315/0362-028x-63.6.810
- Terrance A, Bosilevac J, Xiangwu N, Shackelford S, Wheeler T, Kent M, Divya J, Pauling B. 2004. *Escherichia coli* O157 prevalence and enumeration of aerobic bacteria, Enterobacteriaceae, and *Escherichia coli* O157 at various steps in commercial beef processing plants. *J Food Prot.* 67(4):658-665. eng. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-67.4.658>
- USDA-FSIS, United States Department of Agriculture, Food Safety and Inspection Service. 2017. Verifying an establishment's food safety system: FSIS directive 5000.1. [consultado 2018 feb 21]. <https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/e8133c3c-d9b8-4a58-ab14-859e3e9c8a52/5000.1.pdf?MOD=AJPERES>

7. ANEXOS

Anexo 1. Ficha técnica de ALOX ULTRA.

CLEANING CS SANITIZATION
Garantizando Limpieza y Sanitización

ALOX ULTRA

ALOX ULTRA es un producto de efectivo poder sanitizante, formulado para usarse en plantas alimenticias u otras áreas que necesiten este tipo de tratamiento. Elaborado a base de Ácido Peracético, el cual es un potente sanitizante oxidante.

Puede ser utilizado en carcasas de pollo con la dosis permitida por la FDA y FSIS.

VENTAJAS

- ALOX ULTRA posee un alto poder desinfectante con los microorganismos (Gram Positivo y Gram Negativo), los cuales son muy comunes en plantas alimenticias.
- El uso de ALOX ULTRA es muy económico, ya que su elevada concentración permite que dosis reducidas proporcionen excelentes resultados.
- Permite también el ahorro de energía, ya que se utiliza en frío.
- ALOX ULTRA no posee olor ni color a las concentraciones de uso, lo cual es indispensable en plantas de alimentos ya que no contamina ni aporta colores ni olores a los alimentos procesados.
- Es totalmente soluble en agua y su efectividad no depende de la dureza del agua.

RECOMENDACIONES DE USO

ALOX ULTRA se usa en dosis desde 0.07 a 0.13% en volumen mezclado con agua (105 - 195 ppm de ácido peracético), para superficies con alta contaminación microbiana. Se aplica después de efectuada la limpieza. Dosis más altas pueden usarse dependiendo del tipo de proceso o suciedad. Para carcasas de pollo la dosis de ácido peracético no debe sobrepasar de 165 ppm.

La manipulación de ALOX ULTRA, al igual que cualquier químico deberá ser con guantes, aunque las concentraciones de uso son totalmente inocuas a la piel. Deberá almacenarse en un lugar fresco.




Para obtener mejores resultados, consulte con su Asesor Técnico de AlkemyTM.

Para información de seguridad y manejo del producto, consulte la hoja de seguridad.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

Apariencia:	Líquido transparente incoloro
Olor:	Característico
Peso específico:	1.084 - 1.184
pH:	0.00 - 1.00

Fecha última revisión: 17/03/2017

www.alkemycorp.com

Producto Patentado hecho en Guatemala por Alkemy™ S.A. Patente 107 0001