



“Aplicación de ácidos orgánicos en la reducción de microorganismos Aerobios mesófilos y, Coliformes Totales y Fecales en canales de bovinos”

Tecnlg. Cynthia Ojeda J. ⁽¹⁾ Ing. Grace Vásquez V. ⁽²⁾
Ingeniería en Alimentos⁽¹⁾

Escuela Superior Politécnica del Litoral⁽¹⁾

Campus Gustavo Galindo, Km. 30.5 Vía Perimetral, Apartado 09-01-5863. Guayaquil, Ecuador⁽¹⁾

cojedaj@hotmail.com⁽¹⁾ grakavas@espol.edu.ec⁽²⁾

Resumen

El presente estudio está enfocado en la reducción de carga microbiana en canales bovinos, aplicando de forma directa soluciones de ácidos orgánicos como, el ácido láctico y el ácido peracético, los cuales tienen efecto adverso en el desarrollo de bacterias patógenas, causantes de deterioro y problemas de salud en los consumidores. Inicialmente se establecerá las principales causas de deterioro de las canales bovinas y los microorganismos patógenos relacionado; paralelamente se hace un diagnóstico inicial a fin de determinar las cargas iniciales de microorganismos presentes en las canales y a su vez se identifica la presencia de E. coli en las misma; paso seguido escogemos la mejor alternativa para la desinfección de las canales utilizando ácidos orgánicos, para lo cual se consideró al ácido láctico y al ácido peracético en diferentes concentraciones, se escogieron estos ácidos debido a su inocuidad y fácil adquisición. El método a través del cual se aplicarán estas soluciones es por aspersión. La efectividad de dichas soluciones se determinará a través del análisis microbiológico de recuento en placas de Aerobios mesófilos, y Coliformes totales y fecales a fin de determinar el grado de supervivencia de los microorganismos. Finalmente se determinará como el mejor tratamiento aquel que permita la mayor reducción de carga microbiana.

Palabras Claves: Ácido láctico, ácido peracético, E. Coli, Coliformes totales, Aerobios mesófilos, canales bovinos.

Abstract

The present study is focused in the reduction of microbial load on bovine carcasses, applying directly solutions of organic acids as, lactic acid and peracetic acid, which have adverse effect in the development of pathogen bacteria, agent's deterioration and health's problems in the consumers. Initially will settle down the main causes of deterioration of the bovine carcasses and the related pathogen microorganisms; parallelly an initial diagnosis is made in order to determine the initial loads of present microorganisms on the carcasses and in turn the presence of E. coli is identified in the same one; the best alternative for the disinfection of the carcasses using organic acids, for that which was considered to the lactic acid and the peracetic acid in different concentrations, these acids were chosen due to its innocuousness and easy acquisition. The method through which these solutions will be applied is for aspersion. The effectiveness of this solutions will be determined through the recount of Aerobic mesophiles and total and fecal Coliformes in order to determine the grade of survival of the microorganisms. Finally it will be determined as the best treatment that that allows the biggest reduction of microbial load.

Key Words: Lactic acid, peracetic acid, E. Coli, Total Coliforms, mesophiles aerobic, bovine carcasses.

1. Introducción

La industria cárnica en el Ecuador en general se ha caracterizado, por falta de higiene en el manejo de las carcasas de res durante el faenamiento, esto genera un sin número de problemas de calidad y convierte a la carne en un potencial vector de epidemias de intoxicaciones alimentarias.

Al ser la carne un producto altamente perecedero, es necesario reducir los microorganismos patógenos de la superficie de la misma ayudados con métodos aprobados por la FDA.

Es así, que los ácidos orgánicos por ser sustancias GRAS son una alternativa viable, económica e inocua en la reducción de la población bacteriana causante de degradación de productos cárnicos, esta práctica conllevaría a una prolongación de la vida útil de los mismos.

Adicionalmente, estos ácidos son amigables con el medio ambiente, ya que se descomponen en sustancias no tóxicas, a más de no consumir energía, pues se pueden utilizar a temperatura ambiente.

2. Antecedentes

Durante el proceso de sacrificio, la contaminación de las canales de res, ver Fig. 1.1, con microorganismos patógenos como: Salmonella, Campylobacter, E. coli O157:H7, Listeria monocytogenes; representan el mayor peligro para la salud pública.



Fig. 1. Canal Bovina
 Fuente: La calidad de carne bovina.

Esta contaminación se puede producir por contacto directo con la piel y tracto digestivo del animal, además de los utensilios usados en el proceso, originando el deterioro de la carne, y convirtiéndola en un vector de toxiinfecciones alimentarias.

La bacteria Escherichia coli, presenta ciertos serotipos patogénicos, que pueden producir infecciones gastrointestinales acompañadas de diarrea y vómito; estos serotipos se clasifican de acuerdo con sus mecanismos de virulencia, entre las cuales se incluyen las E. coli enterotoxigénicas, enterohemorrágicas, enteroinvasivas, enteropatogénicas, enteroadherentes y enteroagregativas, Vásquez y Cabral, [2001].

La sola presencia de este patógeno pone en riesgo de que exista la cepa O157:H7, serotipo que está mayormente asociada a los alimentos cárnicos, y es productor de una potente toxina que causa en niños y pacientes inmunodeficientes, el Síndrome Urémico Hemolítico, caracterizado por una disfunción renal aguda en la cual se destruyen las células sanguíneas y otras complicaciones como alta presión, convulsiones, ceguera o parálisis.

El presente estudio fue realizado en una empresa dedicada al faenamiento de ganado bovino ubicada en la ciudad de Guayaquil.

2.1. Principales causas de deterioro en las canales de bovinos.

En el proceso de sacrificio del ganado, ver Fig. 2, las etapas de sangría, desuelle, eviscerado y despique de las canales, ayudan a que ocurra contaminación por medio del contacto de las canales con materia fecal, tierra, pelos, piel, etc.; la intensidad con que se origina este tipo de contaminación va a depender de las prácticas de manipulación que se cumplan en cada planta de sacrificio.

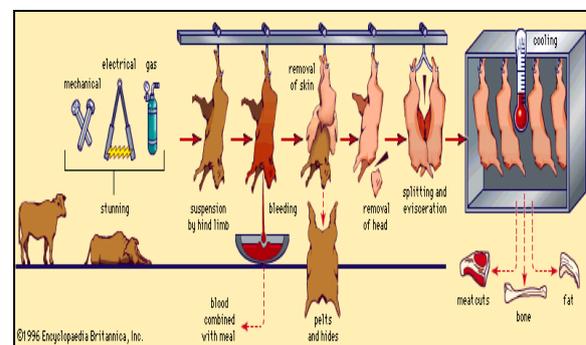


Fig. 2 Proceso de sacrificio de Ganado
 Fuente: Enciclopedia Británica Inc. [1996].

Es por ello que la estabilidad de este tipo de productos depende de los factores anteriormente citados; cuando la proliferación bacteriana en la superficie de las canales ha sido intensa, Recuento total de Aerobios entre 106- 108 UFC/cm², pueden ocurrir señales de deterioro tales como: olores anormales, acompañados por la formación de una capa viscosa “limo” producido por bacterias, principalmente *Pseudomonas*, además pueden producirse cambios de color y rancidez.

Estas alteraciones se deben a los cambios bioquímicos de los aminoácidos libres, nucleótidos y peptonas de la sangre que los microorganismos metabolizan, produciendo: amoniaco, indol, gas sulfhídrico y aminas. Se han evidenciado algunas investigaciones que indican que un mal almacenamiento conlleva a alteraciones por mohos de los géneros *Cladosporium* y *Penicillium*, causantes del moteado negro y verde respectivamente.

También puede haber presencia de levaduras *Candida* y *Rhodotorula*. Una de las principales determinaciones de calidad que se suele aplicar para determinar la calidad microbiológica de las canales es el Recuento de Aerobios mesófilos, el cual estima la microflora total presente, refleja la calidad sanitaria del alimento y las condiciones de manipulación. Un recuento elevado >106UFC/cm², indica una excesiva contaminación del alimento, manipulación ineficiente durante el proceso y provoca alteraciones del producto durante el almacenamiento, tales como: formación de limo superficial, cambios de color y olor.

Para evaluar el desempeño de buenas prácticas de higiene en el proceso de faenado, se suele determinar la presencia de *Escherichia coli*, como microorganismo indicador de contaminación fecal. En la Tabla 1, se indican algunos de los parámetros microbiológicos empleados por la FSIS, para evaluar la calidad microbiológica de las canales de bovinos:

Tabla 1. Calidad microbiológica de canales de res.

Indicador	Especificación	Valor
E. coli	Aceptable	Ausencia
	Cuestionable	≤10 ² UFC/cm ²
	Rechazable	>10 ² UFC/cm ²

Autor: Ojeda [2008].

Fuente: FSIS, 1996. Pathogen Reduction, HACCP Systems. Federal Register 61(No. 144): 38933.

2.2. Principales causas de deterioro en las canales de bovinos.

Los ácidos orgánicos (acético, ascórbico, cítrico, fórmico, láctico, propiónico, peracético) son ampliamente usados para tratamiento de desinfección de canales en concentraciones de 0,05 a 2,5%, cabe recalcar que la aplicación de estos ácidos no van a reemplazar a las Buenas Prácticas durante el sacrificio, pero sí ayudan a controlar o disminuir la carga microbiana.

Algunos ácidos orgánicos (láctico, acético, cítrico, peracético) son ácidos débiles, en solución una parte de ellos se encuentra disociada [H⁺] [A⁻] y otra no [HA]. En equilibrio, la relación entre la parte disociada y la no disociada se expresa mediante una constante de disociación pK_a; si se conoce la concentración del ácido, su pH y pK_a, se puede determinar la concentración del ácido no disociado presente en una solución. El poder antimicrobiano de los ácidos orgánicos se debe a su forma no disociada, la cual depende del pH, y tiene más importancia que la disminución del pH extracelular que estos produzcan.

La forma disociada al ser un anión, es altamente polar y por lo tanto no atraviesa fácilmente la membrana plasmática de los microorganismos; por el contrario su forma no disociada, sí atraviesa la membrana. Una vez en el interior de la bacteria, el ácido puede disociarse y entonces afecta directamente al pH intracelular microbiano, Östling y Lindgren [1993]. Esto puede afectar gravemente a su metabolismo, ya que afecta al gradiente de protones y de carga con el exterior, e interfiere con los sistemas de transporte de aminoácidos y fosfatos. Además, muchas enzimas esenciales para el metabolismo microbiano se inactivan a pHs ácidos, Bearson [1997]. También ocasionan un aumento del turgor celular, al producirse la disociación del ácido en el interior de la célula, la concentración interna de aniones va aumentar, esto desencadena un mecanismo de compensación de la carga eléctrica que obliga a la bacteria a aumentar los niveles de Na⁺ y K⁺, lo que lleva a un aumento mayor de la fuerza iónica intracelular y del turgor, originando un gran aumento de la presión mecánica sobre la pared del microorganismo, lo que hace que eventualmente estalle, Foster [1999].

Estos aditivos son reconocidos generalmente como seguros (GRAS), no presentan residuales tóxicos (Apéndice A), por lo cual no necesitan ser declarados en la etiqueta de las canales tratadas o de los productos elaborados a partir de las mismas. La Asociación americana de procesadores de carne, recomienda aplicar un lavado de las canales previo a



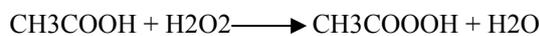
la desinfección con ácidos orgánicos, lo cual ayudará a la eliminación de materia orgánica como pelos, heces, sangre.

La aplicación de los ácidos orgánicos puede ser antes o después del enfriamiento de las canales, sin embargo se recomienda aplicar lo más pronto posible para evitar que los microorganismos de la superficie de las canales logren ingresar en el interior de las carnes.

La USDA aprueba su uso como agentes antimicrobianos en el enjuague final de las carcasas antes del enfriamiento (21 CFR 101.100 (a) (3): FDA 2003), en concentraciones máximas de 2.5% (USDA/FSIS Notice 41-94).

Sensorialmente la aplicación de ácidos puede ocasionar decoloración de los tejidos, sin embargo la mayoría de las veces estos cambios desaparecen o se hacen menos evidentes después del enfriamiento.

2.2.1. Acido peracético. El ácido peracético (C₂H₄O₃) es un líquido incoloro, que presenta un poder oxidante mayor que el cloro o el dióxido de cloro; tiene un fuerte olor pungente de ácido acético, en solución al 1% su pH es 3 aproximadamente, se lo puede conseguir comercialmente en concentraciones entre 5-15% (v/v). Se deriva del ácido acético (CH₃COOH) y del peróxido de hidrógeno (H₂O₂), según la siguiente reacción:



Es bactericida, esporicida, fungicida e incluso virucida, atraviesa la membrana citoplasmática de las células, oxidando sus componentes y destruyendo su sistema enzimático. Su impacto en el ambiente no es significativo pues se reduce a ácido acético, agua y oxígeno. Es considerado un aditivo alimenticio secundario según la norma 21CFR 173.370, FDA 2003; la cual permite su uso para la desinfección de canales, cortes y vísceras bovinas en concentraciones no mayores a 220 ppm. La USDA permite su uso sin declaración en la etiqueta. También se lo puede utilizar para desinfectar superficies de contacto directo con alimentos, según la norma de la FDA 21CFR 178.1010.

2.2.2. Acido láctico. El ácido láctico o ácido 2hidroxipropanoico (CH₃CHOHCOOH), es un líquido incoloro o ligeramente café; parecido a un jarabe, obtenido a partir de la fermentación del azúcar, también se encuentra como componente natural de las carnes producido por la glucólisis post-mortem. Está incluido en la lista de los ingredientes GRAS (reconocidos generalmente como seguros) de la FDA (Administración de Alimentos y Drogas). Es

ampliamente utilizado como acidulante en alimentos y bebidas, y en las industrias cárnicas como conservante en elaboración de embutidos y desinfectante de carcasas. La Food Safety and Inspection Service (FSIS) Notice 49-94, permite el uso de ácido láctico como agente antimicrobiano en el lavado de canales bovinas antes del enfriamiento en concentraciones de 2,5 %, y la utilización de soluciones al 5% a temperaturas que no excedan los 55oC, que pueden ser aplicadas antes o después de la etapa de enfriamiento de las canales.

2.3. Cuantificación de la carga microbiana en las canales de res y resultados esperados.

En la compañía donde se realizó este estudio se evaluó la calidad microbiológica de las canales por medio de la cuantificación de Escherichia coli, como microorganismo indicador de mala manipulación. Se observó que aproximadamente el 45% de las muestras se encontraban fuera de los límites permitidos >102UFC/cm², estos recuentos pueden ir en aumento durante las etapas de procesamiento, almacenamiento, distribución y comercialización, lo que conllevaría a un potencial riesgo para la salud de los consumidores.

Con el fin de poder disminuir la incidencia de este problema de contaminación microbiana, se procedió a estudiar la aplicación directa de ácidos orgánicos: peracético y láctico en diferentes concentraciones sobre la superficie externa de las canales, antes de almacenarlas en las cámaras de frío. La concentración del ácido que logre la mayor reducción en la carga microbiana, tanto para Aerobios como para Coliformes totales y E. coli, será escogido como el mejor tratamiento.

3. Pruebas de ensayo y análisis de resultados.

3.1. Soluciones empleadas

En este ensayo se utilizaron dos ácidos orgánicos: ácido peracético al 15% y ácido láctico grado alimenticio al 88%, se escogieron estos dos ácidos debido a su poder antimicrobiano, son GRAS y de fácil adquisición.

El ácido láctico se usó en concentraciones de 1,5 y 2% y el ácido peracético se utilizó en concentraciones de 150 y 200ppm.

Para la selección de estas concentraciones, se empleó un diseño de experimento de dos factores, con dos niveles, los cuales se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2. Factores y niveles estudiados para la selección de concentración de ácidos orgánicos.

FACTORES			
NIVELES	TIPO DE ACIDO	CONCENTRACION	
	PERACÉTICO	150 ppm	200 ppm
	LÁCTICO	1,5 %	2 %

Autor: Ojeda [2008].

3.2. Métodos analíticos.

Para los análisis microbiológicos se muestrearon al azar 10 medias canales por cada concentración de producto, y 10 medias canales se usaron como control. Para el muestreo de las canales se usó la técnica no destructiva de hisopado, según el procedimiento de la FSIS, 1996. Pathogen Reduction, HACCP Systems. Federal Register 61(No. 144).

Las muestras fueron tomadas antes de la entrada a las cámaras de frío, con un hisopo (gasa estéril) previamente humedecido con 10 ml de agua de peptona tamponada estéril, se frotaron 3 muestras de 100 cm² (10cmx10cm) cada una por canal, comenzando por la cadera, falda y pecho, como se muestra en la Figura 3.

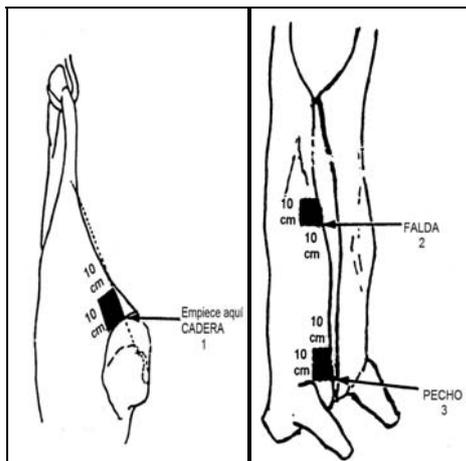


Figura 3. Puntos de muestreo para análisis de carcasas bovinas. Ojeda [2008].

Fuente: FSIS, 1996. Pathogen Reduction; HACCP Systems. Federal Register 61(No. 144): 38936..

Cada una de estas zonas se deben frotar enérgicamente en sentido vertical y en sentido horizontal (10 veces cada una), la superficie total

hisopada debe ser 300 cm²; los 3 puntos fueron muestreados con el mismo hisopo, el cual fue colocado inmediatamente en una bolsa estéril y llevado al laboratorio, en donde se le adicionaron 90 ml de agua de peptona tamponada, para formar la solución 10o, a partir de la cual se hicieron las diluciones correspondientes para realizar los recuentos de bacterias Coliformes totales y fecales (E. coli), por medio del Método oficial AOAC 991.14 o 998.08: Placas petrifilm de E. coli y Coliformes, y recuento de Aerobios mesófilos por siembra en agar de recuento estándar, según la norma INEN 1529-5.

Concluidos los tiempos de incubación se procedió al recuento manual de las colonias. Los recuentos microbianos se expresaron en UFC/cm², y luego se convirtieron a Log10 UFC/cm² para poder realizar el respectivo análisis estadístico.

3.3. Técnica de aplicación.

Se utilizó un equipo que cuenta con un tanque presurizado de 60 litros de capacidad, que trabaja en un rango de 40-50 PSI, el cual impulsa la solución a través de una boquilla de aspersión sobre la superficie de las canales. La cantidad de solución desinfectante utilizada por cada canal fue aproximadamente 2 litros.

3.4. Análisis de resultados.

Se analizará el efecto de los tratamientos aplicados en la desinfección de las canales sobre la tasa de supervivencia de microorganismos: Mesófilos aerobios, Coliformes totales y Escherichia coli; se escogerá como el mejor tratamiento aquel que presente la mayor reducción logarítmica. La identificación, los valores de acidez y pH de cada uno de los tratamientos se indican en la Tabla 3.

Tabla 2. Factores y niveles estudiados para la selección de concentración de ácidos orgánicos.

Trat.	Sol.	[]	pH	Acidez
A	Ac. per acético	200 ppm	3,01	0,4
B	Ac. per acético	150 ppm	3,07	0,3
C	Acido láctico	2 %	2,06	1,7
D	Acido láctico	1,5 %	2,09	1,3

Autor: Ojeda [2008].

Con los valores de pH y acidez de las soluciones de la Tabla 3, y conociendo que la constante de disociación pKa del ácido láctico es 3,41 y del ácido peracético es 8,2; se determinó la concentración de ácido no disociado, lo cual permite evaluar el efecto de los 4 tratamientos en la inhibición microbiana, aplicando las siguientes ecuaciones:

$$pKa = - \log Ka \quad (1)$$

$$Ka = \frac{C\alpha + C\alpha}{C(C - \alpha)} \quad (2)$$

Donde:

C: Concentración del ácido en Mol / Litro.

α : Fracción de ácido disociado.

Peso molecular del ácido láctico: 90 g / Mol.

Peso molecular del ácido peracético: 76.05 g / Mol.

Para encontrar la fracción de ácido disociado se deben encontrar las raíces de la ecuación:

$$\alpha^2 C^2 + \alpha C K_a - C^2 K_a = 0$$

Utilizando la fórmula cuadrática:

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Donde una raíz es falsa y la otra verdadera; la diferencia es la fracción de ácido no disociado:

Tabla 4. Porcentaje de ácido no disociado de las soluciones desinfectantes

Tratamiento	Solución	% Ácido no disociado
A	Acido Peracético 200 ppm	99%
B	Acido Peracético 150 ppm	99 %
C	Acido Láctico 2 % v/v	97,4 %
D	Acido Láctico 1,5 % v/v	97,55 %

Autor: Ojeda [2008]

Con los datos obtenidos en la tabla 4, no se encuentra una diferencia significativa en el porcentaje no disociado entre las muestras, por tanto un mayor

efecto microbicida, está en relación a una mayor concentración de los ácidos estudiados.

3.4.1. Efecto en la reducción de Aerobios mesófilos.

En la Tabla 5, se observa que el tratamiento A (Acido peracético 200 ppm), logró la mayor reducción logarítmica de 1,82; mientras que el tratamiento D (Acido láctico 1,5%), obtuvo la menor reducción. Estos resultados coinciden con los estudios realizados por Reynolds [2005], quien obtuvo mayor reducción de Aerobios, al utilizar una solución de 200 ppm de ácido peracético, que al utilizar ácido láctico al 2%.

Tabla 5. Promedio y varianza de las Reducciones Logarítmicas de Mesófilos aerobios.

Tratamiento	Observaciones	Promedio	Varianza
A	10	1,85	0,027
B	10	1,39	0,005
C	10	1,45	0,012
D	10	1,1	0,005

Autor: Ojeda [2008]

En la Figura 4, se muestra el comportamiento de cada uno de los tratamientos.

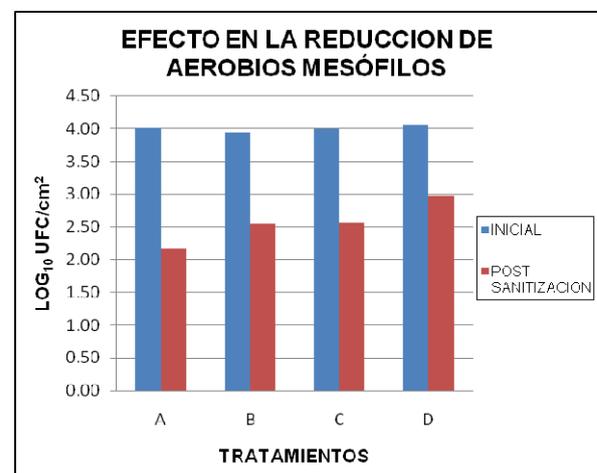


Figura 4. Efecto de la desinfección en Mesófilos aerobios. Ojeda [2008].

3.4.2. Efecto en la reducción de Coliformes totales y fecales.

En la reducción de Coliformes totales, los tratamientos A (Acido peracético 200 ppm) y C (Acido láctico 2% v/v) lograron la mayor reducción logarítmica, tal como se puede observar en la Tabla 6.

Tabla 6. Promedio y varianza de las Reducciones Logarítmicas en los Coliformes totales.

Tratamientos	Observaciones	Promedio	Varianza
A	10	1,39	0,016
B	10	1,04	0,007
C	10	1,36	0,004
D	10	1,02	0,007

Autor: Ojeda, [2008].

En la Figura 5, se muestra el comportamiento de cada uno de los tratamientos.

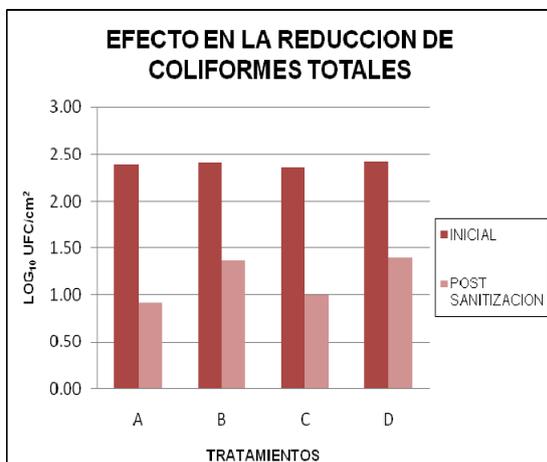


Figura 5. Efecto de la desinfección en Coliformes totales. Ojeda [2008].

En la reducción de Coliformes fecales: Escherichia coli, los tratamientos A (Acido peracético 200 ppm) y C (Acido láctico 2% v/v) lograron la mayor reducción logarítmica, como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7. Promedio y varianza de las Reducciones Logarítmicas de Escherichia coli.

Tratamientos	Observaciones	Promedio	Varianza
A	10	1,29	0,011
B	10	0,95	0,007
C	10	1,31	0,002
D	10	0,97	0,013

Autor: Ojeda [2008].

En la Figura 6, se muestra el comportamiento de cada uno de los tratamientos.

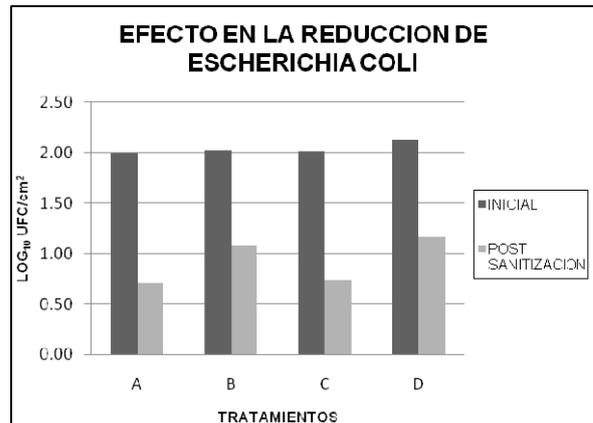


Figura 6. Efecto de la desinfección en Escherichia coli. Ojeda [2008].

En general se obtuvieron menores tasas de supervivencia de microorganismos con los tratamientos A y C. La acción bactericida del ácido láctico sobre las bacterias Gram negativas, especialmente el grupo de las Enterobacterias, se debe a que produce una desorganización de la capa de lipopolisacáridos presentes en la superficie de la membrana externa, los cuales se encargan de la permeabilidad de barrera de la misma, Roth y Keenan, [1971]. Al ser hidrosoluble, el ácido láctico tiene acceso al periplasma bacteriano a través de las proteínas “porinas” de la membrana exterior, Nikaido [1996]. Su forma no disociada penetra la membrana citoplasmática, produciendo disminución del pH intracelular y ruptura de la fuerza protón motriz transmembrana. Por otra parte el ácido peracético actúa tanto sobre las bacterias Gram positivas y Gram negativas, su mecanismo de acción se basa en su fuerte poder oxidante que desnatura las proteínas y los lípidos de los microorganismos, lo que origina la desorganización de la permeabilidad de la membrana celular, penetrando la pared de la células bacterianas para interrumpir la síntesis de proteínas por medio de reacciones con los grupos sulfhidrilos contenidos en aminoácidos y nucleótidos, Ecolab [2001]. También oxida los radicales hidroxilos de enzimas y las proteínas del grupo thiol, Denyer [1995]. Los grupos thiol son vitales para la actividad de muchas enzimas, produciendo la inhibición o inactivación celular. Además conlleva a la producción y acumulación de radicales libres, debido al desequilibrio metabólico y al daño de la homeostasis iónica, lo cual puede causar autólisis celular, Dodd [1997]. Hay que recalcar que la aplicación de estos tratamientos provocaron cambios en el color de las canales, El tratamiento C (ácido láctico 2%) originó oscurecimiento de la carne, esto se debe a la desnaturación de las proteínas, producto de un descenso del pH por debajo del punto



isoelectrico de las proteínas (pH<5), Vásquez [2007]. Se produce una oxidación del pigmento mioglobina (color rojo) al pigmento metamioglobina (color café), la oxidación ocurre cuando la forma ferrosa de la porción hemo se oxida a férrica; este oscurecimiento no disminuyó después del enfriamiento de las canales, lo cual podría afectar la comercialización posterior de las mismas. Mientras que el tratamiento A (ácido peracético 200 ppm) provocó una ligera decoloración blanquecina debido al poder oxidante del ácido peracético, el color rojo de la mioglobina puede reaparecer después de haberse afectado al mantener las canales en temperaturas de refrigeración, debido a que la decoloración involucra sólo tejidos celulares cercanos a la superficie de la canal tratada, al transcurrir el tiempo, la hemoglobina intacta que está en las células subyacentes pueden reequilibrarse con la hemoglobina de la superficie celular, desplazar o diluir el pigmento de metamioglobina, por lo cual esta decoloración fue imperceptible.

4. Conclusiones y recomendaciones.

Las soluciones de 200 ppm de ácido peracético y 2 % de ácido láctico, muestran mayor reducción de la carga de microorganismos Mesófilos aerobios, Coliformes totales y E. coli, por su alto porcentaje de ácido no disociado y concentración. Pero debido a que el ácido láctico provoca oscurecimiento de la carne, y que el ácido peracético fue efectivo utilizándolo a una concentración 10 veces menor en relación al ácido láctico, se recomienda la implementación del ácido peracético en la desinfección de las canales.

5. Referencias

- [1] ALAKOMI H., SKYTТА E., SAARELA M., MATTILA T., LATVA-KALA K., Y HELANDER I., *Lactic Acid Permeabilizes Gram-Negative Bacteria by Disrupting the Outer Membrane. Applied and Environmental Microbiology.*, Vol. 66, págs. 2001-2005, 2000.
- [2] BELL K., CUTTER C., SUMMER S., *Reduction of foodborne microorganism on beef carcass tissue using acetic acid, sodium bicarbonate, and hydrogen peroxide spray washes.*, Food Microbiology. 14, págs. 439-448, 1997.
- [3] CLIVER D., *Microbial decontamination, food safety, and antimicrobial interventions.* 2007.
- [4] ICMSF., *Ecología Microbiana de los alimentos: Factores que afectan a la supervivencia de los microorganismos en los alimentos, Volumen I.* Editorial Acribia, Zaragoza- España, págs. 97-101, 1980..
- [5] ICMSF. *Ecología Microbiana de los alimentos: Productos Alimenticios, Volumen II.* Editorial Acribia, Zaragoza- España, págs. 133-134, 1980.
- [6] FSIS-USDA, *Pathogen Reduction; HACCP Systems. Federal Register* 61(No. 144): 38929-38936, 1996.
- [7] JAY, JAMES. *Microbiología moderna de los alimentos.* Editorial Acribia, Zaragoza-España, págs. 235-240, 1994.
- [8] MAILLARD, J. *Bacterial target sites for biocide action. Journal of Applied Microbiology Symposium Supplement* 92, 16S-27S, 2002.
- [9] NICKERSON J., SINKSEY A. *Microbiología de los alimentos y sus procesos de elaboración.* Editorial Acribia, Zaragoza-España, págs. 130-136, 1974.
- [10] OQUENDO, MELISSA. "Incidencia de *Escherichia coli* serotipo O157:H7 en carne proveniente de ganado bovino de mataderos de Puerto Rico". Tesis Universidad de Puerto, 2006.
- [11] Organic Acid.
www.meatupdate.csiro.au consultado octubre 2008.
- [12] REYNOLDS, E. *Utilization of spray wash with organic acids (peroxyacetic acid and lactic acid) and chlorinated wash in combination, utilizing direct application methods, for pathogen reduction on pork and beef carcasses in small and very small meat processing plants.* University of Georgia Food Science Extension Outreach Program, Georgia, 2005.
- [13] RODRIGUEZ P. *Los ácidos orgánicos como agentes antimicrobianos.* Universidad Politécnica de Madrid, España.
- [14] US FDA/CFSAN: EAFUS LIST.
www.cfsan.fda.gov Consultado en noviembre 2008.
- [15] VARMAN A., SUTHERLAND J. *Carne y Productos cárnicos. Tecnología, Química y Microbiología.* Editorial Acribia, Zaragoza-España, págs. 94-102, 1995.
- [16] VASQUEZ, GRACE. *Estudio del efecto de la reducción de la actividad de agua, pH y adición de ácidos orgánicos en el crecimiento de Escherichia coli en filetes de res almacenados a temperatura ambiente.* ESPOL, 2007.