

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción.**

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

INFORME DE TRABAJO PROFESIONAL

Previo la obtención del Título de:

INGENIERA EN ALIMENTOS

Presentado por:

Cynthia Patricia Ojeda Juanazo

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2009

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que colaboraron en la realización de este trabajo y especialmente a la Ing. Grace Vásquez, Directora de Informe, por su invaluable ayuda.

DEDICATORIA

A MIS PADRES
Y ESOSO.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Francisco Andrade S.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ing. Grace Vásquez V.
DIRECTORA DE TESIS

MSc. María Fernanda Morales R.
VOCAL PRINCIPAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Informe Profesional, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

Cynthia Patricia Ojeda Juanazo.

RESUMEN

El presente informe reporta el comportamiento de la carga microbiana en canales bovinas, las cuales fueron sometidas a un proceso de desinfección con ácidos orgánicos, con el fin de reducir la población de bacterias patógenas, causantes del deterioro de la carne y .de enfermedades en los consumidores.

En la primera parte de este trabajo, se analizan las causas de deterioro de las canales bovinas y los microorganismos patógenos relacionados. Paralelamente se hace un diagnóstico a fin de determinar la carga inicial de microorganismos presentes en las canales y a su vez se identifica la presencia de E. coli en las mismas.

Posteriormente se describen los ensayos de desinfección, donde, con ayuda de un equipo de aspersion, se pone en contacto a las canales bovinas con las soluciones de ácido láctico y ácido peracético.

La efectividad de dichas soluciones se determinó a través del análisis microbiológico de recuento en placas de Aerobios mesófilos, y Coliformes totales y fecales, donde se determinó la tasa de supervivencia de los microorganismos.

Finalmente se concluye que ambos ácidos tienen un efecto significativo en el descenso de la carga microbiana sobre las canales de bovinos.

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
INDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	IV
INDICE DE FIGURAS	V
INDICE DE TABLAS.....	VI
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO 1	
1. ANTECEDENTES.....	2
1.1 Principales causas de deterioro en las canales de bovinos.....	4
1.2 Aplicación de ácidos orgánicos para desinfección de canales.....	7
1.2.1 Acido peracético.....	10
1.2.2 Acido láctico.....	11
1.3 Cuantificación de la carga microbiana en las canales de res y resultados esperados.....	12
CAPITULO 2	
2. PRUEBAS DE ENSAYO Y ANALISIS DE RESULTADOS	
2.1 Soluciones empleadas.....	14

2.2 Métodos analíticos_____	15
2.3 Técnica de aplicación_____	17
2.4 Análisis de resultados_____	18
2.4.1 Efecto en la reducción de Aerobios mesófilos_____	21
2.4.2 Efecto en la reducción de Coliformes totales y fecales_____	22
CAPITULO 3	
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES_____	29
APÉNDICES_____	31
BIBLIOGRAFÍA_____	50

ABREVIATURAS.

FDA	Administración de alimentos y drogas.
GRAS	Generalmente reconocido como seguro
E. coli	Escherichia coli
UFC/cm ²	Unidades formadoras de colonias por centímetro cuadrado.
FSIS	Servicio de inocuidad e inspección de los alimentos (Food Safety and Inspection Service).
[H ⁺][A ⁻]	Concentración de ácido disociado.
[HA]	Concentración de ácido no disociado.
pH	Potencial de hidrógeno.
pKa	Constante de disociación.
Na ⁺	Ión sodio.
K ⁺	Ión potasio.
USDA	Departamento de agricultura de los Estados Unidos (United State Department of Agriculture).
v/v	Solución volumen/volumen.
CFR	Código de regulaciones federales (Code of Federal Regulations).
HACCP	Análisis de riesgo y puntos críticos de control (Hazard Analysis and Critical Control Point).
AOAC	Association of Official Analytic Chemists.
INEN	Instituto nacional ecuatoriano de normalización.
PSI	Libras por pulgada cuadrada.
ppm	Partes por millón.
C	Concentración del ácido en Mol / Litro.
α	Fracción de ácido disociado.
g/Mol	Gramo/Mol

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1. Canal bovina.....	2
Figura 1.2. Proceso de sacrificio de ganado.....	4
Figura 2.1. Puntos de muestreo de carcasa bovinas.....	16
Figura 2.2 Efecto de la desinfección en Mesófilos aerobios.....	22
Figura 2.3 Efecto de la desinfección en Coliformes totales.....	23
Figura 2.4 Efecto de la desinfección en Escherichia coli.....	24

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.	Calidad microbiológica de canales de res.....6
Tabla 2.	Factores y niveles estudiados para la selección de concentración de ácidos orgánicos.....15
Tabla 3.	Identificación de tratamientos aplicados.....18
Tabla 4.	Porcentaje de ácido no disociado de las soluciones desinfectantes20
Tabla 5.	Promedio y varianza de las Reducciones Logarítmicas de Mesófilos aerobios.....21
Tabla 6.	Promedio y varianza de las Reducciones Logarítmicas de los Coliformes totales.....23
Tabla 7.	Promedio y varianza de las Reducciones Logarítmicas de Escherichia coli.....24
Tabla 8.	Reducción porcentual de número de muestras fuera de límites, usando como indicador E. coli.....25

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.

CAPITULO 1

1. 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. 1.1 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.

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

En el proceso de sacrificio del ganado, ver Fig. 1.2, las etapas de sangría, desuelle, eviscerado y despiece 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.

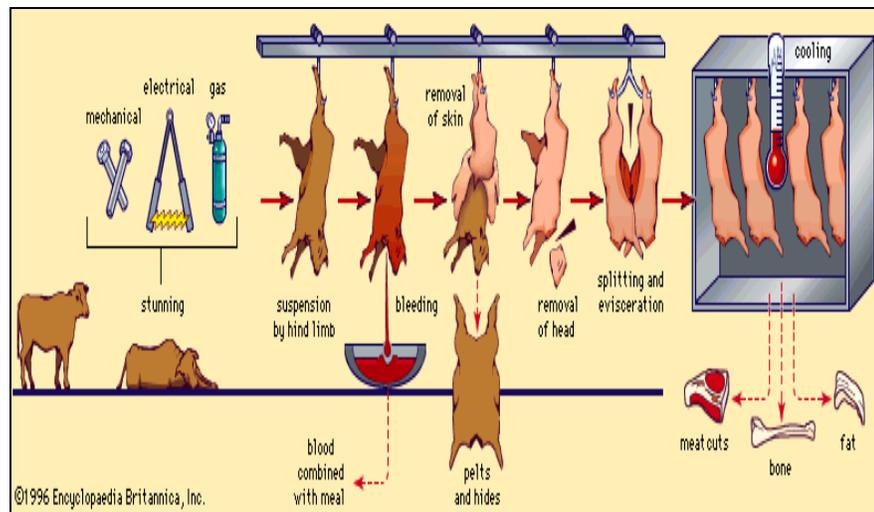


Fig. 1.2 Proceso de sacrificio de Ganado
Fuente: Enciclopedia Británica Inc. [1996].

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 10^6 - 10^8 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 $>10^6$ UFC/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	$\leq 10^2$ 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.

1.2. Aplicación de ácidos orgánicos para desinfección de canales.

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 si 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 alterar 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 a 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.

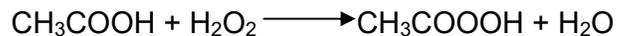
La aplicación de los ácidos orgánicos puede ser antes o después del enfriamiento de las canales, sin embargo se recomienda aplicar lo más pronto posible para evitar que los microorganismos de la superficie de las canales logren ingresar en el interior de las carnes. La USDA aprueba su uso como agentes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

1.2.1. 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. La ficha técnica del ácido peracético se adjunta en un anexo (Apéndice B).

1.2.2. Acido láctico.

El ácido láctico o ácido 2hidroxipropanoico ($\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$), 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 55°C, que pueden ser aplicadas antes o después de la etapa de enfriamiento de las canales. La ficha técnica del ácido láctico se adjunta en un anexo (Apéndice C).

1.3. 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 50% de las muestras se encontraban fuera de los límites permitidos $>10^2$ UFC/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.

CAPITULO 2

2. PRUEBAS DE ENSAYO Y ANALISIS DE RESULTADO.

2.1. 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].

2.2. 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 2.1.

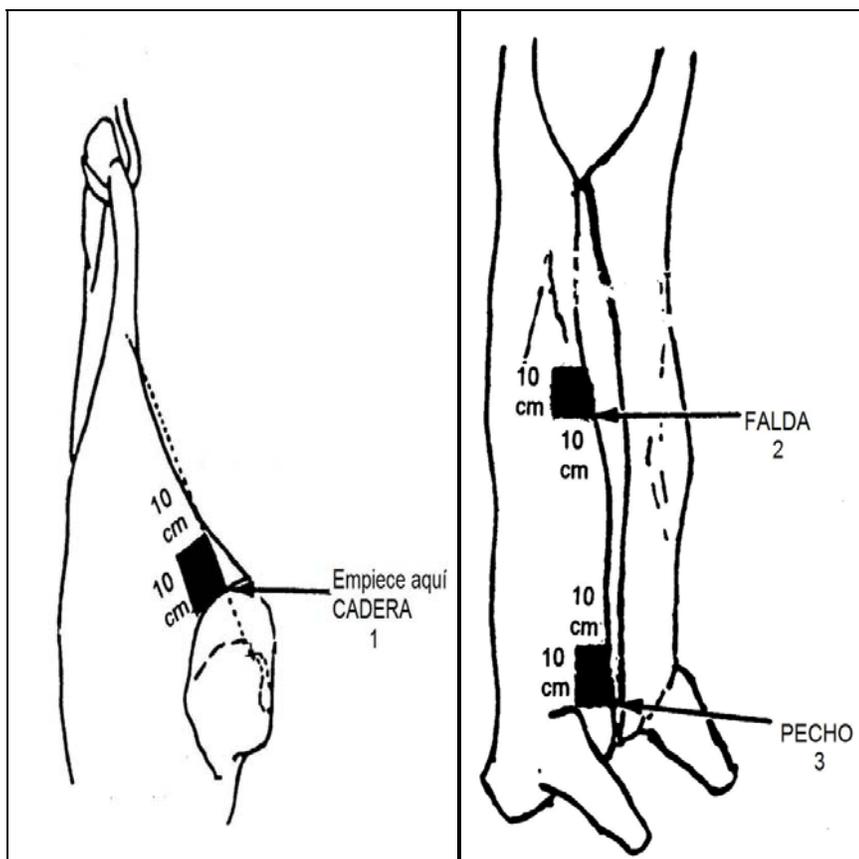


Figura 2.1 Puntos de muestreo para análisis de carcasas bovinas. Ojeda [2008].

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 10^0 , 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.

El método de titulación usado para verificar la concentración de la solución del ácido peracético, se adjunta en un anexo (Apéndice D).

2.3. 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 aspersion sobre la superficie de las canales. La cantidad de solución desinfectante utilizada por cada canal fue aproximadamente 2 litros.

2.4. 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 3

Identificación de los tratamientos aplicados

Tratamiento	Solución	Concentración	pH	Acidez
A	Acido peracético	200 ppm	3,01	0,4
B	Acido peracético	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:

$$pK_a = -\log K_a \quad (1)$$

$$K_a = \frac{C\alpha}{C(1-\alpha)} \quad (2)$$

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.

2.4.1. 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%.

Los recuentos de Aerobios mesófilos de los 4 tratamientos, se adjuntan en un anexo (Apéndice E).

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 2.2, se muestra el comportamiento de cada uno de los tratamientos.

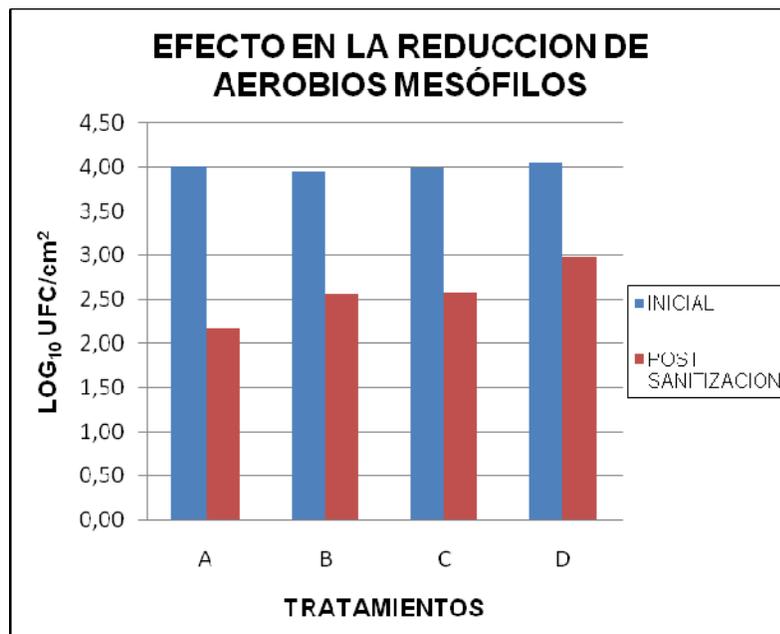


Fig. 2.2 Efecto de la desinfección en Mesófilos aerobios. Ojeda [2008].

2.4.2. 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. Los recuentos de Coliformes totales y E. coli de los 4 tratamientos se adjuntan en un anexo (Apéndice F).

TABLA 6

Promedio y varianza de las Reducciones Logarítmicas de 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 2.3, se muestra el comportamiento de cada uno de los tratamientos.

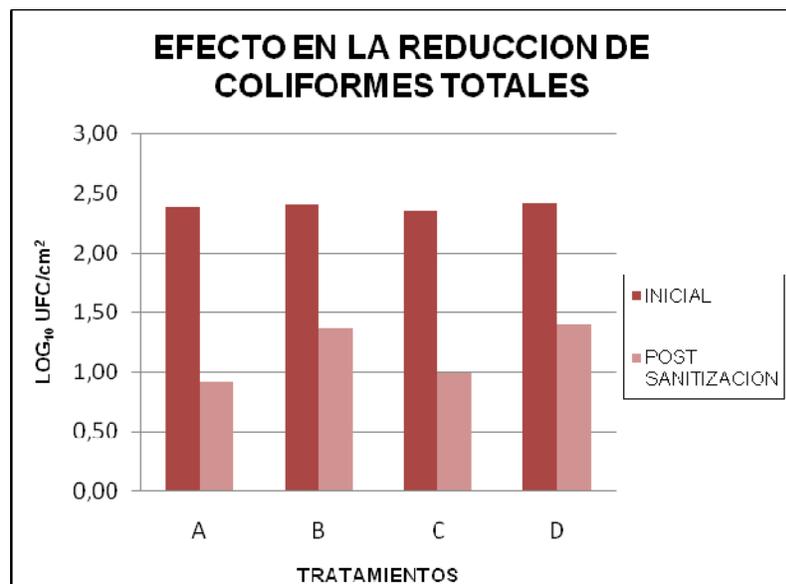


Fig. 2.3 Efecto de la desinfección en Coliformes totales. Ojeda [2008].

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 2.4, se muestra el comportamiento de cada uno de los tratamientos.

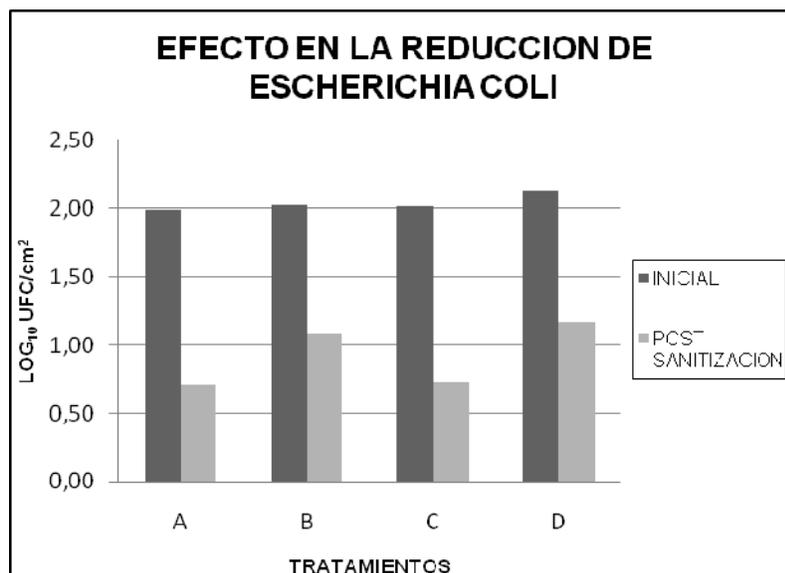


Fig. 2.4 Efecto de la desinfección en *Escherichia coli*. Ojeda [2008].

Utilizando los recuentos de E. coli (Apéndice F) del tratamiento A y C, se puede concluir que estos dos tratamientos reducen el porcentaje de muestras fuera de límites permitidos (E. coli >100 UFC/cm²) del 50 % a 0%.

TABLA 8

Reducción porcentual de número de muestras fuera de límites, usando como indicador E. coli

Tratamiento	Número de muestras	Promedio E. coli (UFC/cm ²)		% de muestras fuera de límites (E. coli >100 UFC/cm ²)	
		Inicial	Post sanitización	Inicial	Post sanitización
A	10	95	5	50%	0%
C	10	105	6	50%	0%

Autor: Ojeda [2008].

En general de los tres grupos de microorganismos analizados, se obtuvieron menores tasas de supervivencia 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 dissociada 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 desnaturaliza 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].

Produce la formación de radicales hidroxilos que oxidan los grupos tiol de proteínas y enzimas, Turner [1983]. Los

grupos tiol 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 desnaturalización de las proteínas, producto de un descenso del pH por debajo del punto isoeléctrico de las proteínas ($\text{pH} < 5$), 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.

CAPITULO 3

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

1. Experimentalmente se comprobó, que tanto las soluciones de ácido peracético a 200 ppm, como de ácido láctico al 2 %, mostraron un descenso de la carga microbiana en las canales de res. Se obtuvieron en promedio reducciones de: Mesófilos en 1,65 log, Coliformes totales en 1,38 log y Escherichia coli en 1,30 log. Esto se debe a que el porcentaje de ácido no disociado de las dos soluciones fue superior al 90%, logrando un efecto letal sobre los microorganismos ensayados.
2. También se pudo observar un cambio sensorial en el color de las canales, debido a la oxidación de la mioglobina a metamioglobina, por acción de los ácidos. En el caso del ácido láctico se observó un mayor oscurecimiento, resultando más conveniente la aplicación del ácido peracético por este sentido.

- 3.** Aplicando la metodología descrita en este estudio, se obtuvieron un 100% de muestras aceptables, lo que significa un mejor manejo de los recursos de la empresa, ya que al mejorar las condiciones microbiológicas de las canales se aumenta el tiempo de vida útil de las mismas y de los productos que se elaboran a partir de éstas.
- 4.** Se debe tener mucha precaución con la manipulación y uso del ácido peracético, debido a que al ser un producto oxidante, puede causar problemas de salud en los operarios al manejarlo sin los implementos de protección personal que se indica en la ficha de seguridad del producto.
- 5.** Para mejorar los resultados obtenidos en este estudio, se recomienda instalar un sistema de desinfección automatizado en la línea de procesamiento, a fin de aumentar la productividad de la línea y evitar errores que se puedan dar durante la aplicación manual de la solución desinfectante.

APENDICES

APENDICE A.

EAFUS: A Food Additive Database

This information is generated from a database maintained by the U.S. Food and Drug Administration (FDA) Center for Food Safety and Applied Nutrition (CFSAN) under an ongoing program known as the Priority-based Assessment of Food Additives (PAFA). PAFA contains administrative, chemical and toxicological information on over 2000 substances directly added to food, including substances regulated by the U.S. Food and Drug Administration (FDA) as direct, "secondary" direct, and color additives, and Generally Recognized As Safe (GRAS) and prior-sanctioned substances. In addition, the database contains only administrative and chemical information on less than 1000 such substances. The more than 3000 total substances together comprise an inventory often referred to as "Everything" Added to Food in the United States (EAFUS).

DOC TYPE	DOC NUMBER	MAINTERM	CAS RN OR OTHER CODE	REGNUM
ASP	1613	LACTIC ACID	000050-21-5	133.123
				133.124
				133.129
				133.169
				133.173
				133.178
				133.179
				150.141
				150.161
				172.814
				178.1010
	184.1061			
NUL	2539	PERACETIC ACID	000079-21-0	172.560
				172.892
				173.315
				173.370
				178.1010

APENDICE B

FICHA TECNICA Y DE SEGURIDAD DEL ACIDO PERACETICO



JohnsonDiversey Divosan Forte Desinfectante en base ácido peracético del 15%

VT6

Descripción

Divosan Forte es un desinfectante oxidante de elevada efectividad basado en ácido peracético para aplicar en industrias de alimentación, bebidas, lácteas e industria textil.

Aplicaciones

Divosan Forte es una solución estabilizada de ácido peracético (15%) no espumosa y de fácil enjuague. Es un desinfectante altamente efectivo contra todo tipo de microorganismos incluyendo bacterias, levaduras, hongos, esporas y virus.

Divosan Forte está especialmente formulado como un desinfectante terminal para aplicar en sistemas CIP. También es un excelente desodorizante con propiedades para eliminar manchas.

Divosan Forte está diseñado para aplicar por inyección automática utilizando el equipo de dosificación CIP adecuado.

Ventajas

- Producto altamente concentrado con una óptima relación coste-efectividad
- Desinfectante CIP versátil y efectivo, que puede usarse en industrias cerveceras, lácteas, de refrescos y de procesamiento de alimentos
- Elevada acción oxidante que ayuda a eliminar las manchas y desodoriza
- Seguro en su aclarado no contaminando los alimentos, siendo seguro para todas las aplicaciones en la Industria Alimentaria.
- Bajo impacto medioambiental, se descompone en compuestos inocuos para los tratamientos de aguas residuales
- Adecuado para aplicar en aguas blandas y duras

Modo de Empleo

Utilizar Divosan Forte a concentraciones entre 0,05-2% p/p (0,037-1,8% v/v) dependiendo de la aplicación. Enjuagar abundantemente después de su uso. Para más detalles consultar el Plan de Higiene.

Información Técnica

Aspecto	Líquido transparente incoloro
Densidad relativa a 20°C	1,15
pH (1% solución a 20°C)	3,0
Demanda Química de Oxígeno	no
Contenido de Nitrógeno (N)	no
Contenido de Fósforo (P)	< 0,1 g/kg

Estos valores son característicos del producto y no deben ser tomados como especificaciones de Control de Calidad.

Precauciones en su manipulación y almacenamiento

Almacenar en los envases cerrados originales o en tanques homologados, lejos de la luz solar y de las temperaturas extremas. Información completa sobre la manipulación y eliminación del producto, se suministra aparte en la Ficha de Datos de Seguridad.

En caso de accidente, consultar al Servicio Médico de Información Toxicológica, Tel. 915 620 420.



Divosan™

NOMBRE DEL PRODUCTO: DIVOSAN FORTE PLUS VT6
1 Identificación del producto y compañía

- Nombre del producto: DIVOSAN FORTE PLUS VT6
- Aplicación: Bactericida de amplio espectro
- Fabricante/Proveedor: JohnsonDiversey Colombia Ltda. JohnsonDiversey Venezuela S.A.
JohnsonDiversey Colombia Ltda.: Av. El Dorado No69 C - 03 Torre A, Piso 8 Bogotá, Colombia. JohnsonDiversey Venezuela S.A.: Av. Carabobo c/c Calle Juan Uslar, Centro Corporativo La Viña Plaza, Piso 9, Ofic. 16, Valencia, Estado Carabobo, Venezuela.
- Dirección:
- Teléfono / Fax: JohnsonDiversey Colombia Ltda.: (57) 1 4830111, Fax: (57) 1 2105127 JohnsonDiversey Venezuela S.A.: (58) 241 6139040, Fax: (58) 241 8254696 / 8259386
- E-mail: sonia.henriquez@johnsondiversev.com
- Información de Emergencias: Tel Salud: (57) 1 4830111 Colombia. (58) 241 6139040 Venezuela.
Tel Transporte: (57) 1 4830111 Colombia. (58) 241 618 66 22 / 618 66 23
Horarios de atención salud y transporte: 8 am - 5 pm

2 Composición / Información sobre ingredientes

CAS	NOMBRE	CLASIF.	%						
79-21-0	Acido Peracético	C,O,N:R7-10.20-21-22-35-50	15-30						

3 Identificación de peligros

- Clasificación: Corrosivo



- Peligros para el hombre y el ambiente: Provoca graves quemaduras.
- Sistema de clasificación: El Sistema de clasificación cumple con la actual Directiva EC sobre sustancias peligrosas

4 Primeros Auxilios

- Información importante: Quitar inmediatamente la ropa contaminada. Síntomas de envenenamiento pueden aparecer horas después; se requiere observación médica al menos 48 horas después del incidente.

NOMBRE DEL PRODUCTO: DIVOSAN FORTE PLUS VT6	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inhalación: ▪ Contacto con la piel: ▪ Contacto con los ojos: ▪ Ingestión: 	<p>Trasladar a un lugar ventilado. En caso de inconsciencia colocar al paciente en una posición adecuada para su traslado.</p> <p>Lavar inmediatamente con agua en abundancia. Quitar la ropa contaminada. Obtener atención médica si persisten las molestias.</p> <p>Lavar inmediatamente con agua en abundancia y obtener atención médica.</p> <p>Quitar el material de la boca. Beber uno o dos vasos de agua o leche y obtener atención médica.</p>
5 Medidas para la extinción de incendios	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Medio de extinción: ▪ Equipo de protección: ▪ Procedimiento y Precauciones: ▪ Condiciones que conducen a otro riesgo especial: ▪ Productos nocivos de la combustión: 	<p>CO₂, polvo extintor o chorro de agua. Combatir fuegos grandes con chorro de agua o espuma resistente al alcohol.</p> <p>Equipo autónomo de respiración.</p> <p>Enfriar los recipientes siniestrados con chorro de agua. Los contenedores pueden explotar cuando se calientan. Las fugas resultantes pueden crear incendios o peligros de explosión.</p> <p>Vapores corrosivos y/o tóxicos</p>
6 Indicaciones en caso de fuga o derrame	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Protección del personal: ▪ Medidas para la protección del medio ambiente ▪ Método de tratamiento: 	<p>Usar protección adecuada, guantes, protección a los ojos y protección para la cara.</p> <p>Diluir con abundante agua</p> <p>Use agente neutralizante. Recolectar con material absorbente (arena, diatomáceas, absorbente para ácidos, absorbente universal, aserrín). Disponga del material inerte como residuo peligroso, de acuerdo a las regulaciones locales.</p>
7 Manejo y almacenaje	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manejo ▪ Información para el manejo seguro: ▪ Protección contra explosiones y fuego: ▪ Almacenaje ▪ Requerimientos para almacenes y contenedores: ▪ Almacenaje en instalaciones comunes: 	<p>Ver sección 8 y 15.</p> <p>Usar reglas comunes para trabajar con químicos. Asegurar buena ventilación/extracción en el lugar de trabajo.</p> <p>No requiere medidas especiales.</p> <p>De acuerdo a la legislación local. Mantener alejado de metales ferrosos y álcalis</p> <p>De acuerdo a la legislación local. Mantener alejado de metales ferrosos y álcalis</p>

NOMBRE DEL PRODUCTO: DIVOSAN FORTE PLUS VT6

- **Información adicional:** Mantener los recipientes perfectamente cerrados. Proteger de el calor y la luz directa del sol. Almacenar en un lugar fresco.

8 Protección personal

- **Información adicional** Ninguna adicional; ver sección 7

Componentes con valores límite que requieren monitoreo en el lugar de trabajo:

7722-84-1 Peróxido de Hidrogeno (15-30%)

OES	LMPE-PPT (TLV-TWA)	1.4 mg/m ³
-----	--------------------	-----------------------

64-19-7 Acido Acético (15-30%)

OES	LMPE-PPT (TLV-TWA)	25 mg/m ³
-----	--------------------	----------------------

Información adicional: la lista que fue validada durante la recopilación fue usada como base

- **Equipo de protección personal:**
- **Medidas de protección e higiene general:** Mantener alejado de productos alimenticios, bebidas y alimentos.
Remover inmediatamente la ropa contaminada.
Lavar las manos en los descansos y al terminar el trabajo.
Evitar el contacto con los ojos y la piel.
- **Equipo para respiración:** En circunstancias normales no se requiere.
- **Protección de manos:** Usar guantes de protección resistentes a productos químicos, fabricados de goma de butilo o nitrilo (EN 374 Categoría III) o equivalentes.
- **Protección de ojos:** Usar lentes de seguridad. Usar protector facial.

9 Propiedades Físico - Químicas

- **Apariencia:** Líquido claro
- **Color:** Incoloro
- **Olor:** Característico
- **Cambio en condiciones:**
- **Punto de fusión / rangos** ND
- **Punto de ebullición / rangos** ND
- **Punto de inflamación** >61°C (Pensky M. CC)
- **combustión espontánea** El producto no se enciende
- **Peligro de explosión** El producto no es explosivo
- **Ácido Peracético** > 14 %
- **Peróxido de Hidrogeno** 23 - 27 %
- **solubilidad / miscibilidad en agua:** Totalmente miscible
- **Ph (1%)** 2.0 - 4.0

NOMBRE DEL PRODUCTO: DIVOSAN FORTE PLUS VT6

10 Estabilidad y Reactividad

- *Descomposición térmica / condiciones a evitar:* Para evitar descomposición térmica no se sobre caliente.
- *Reacciones peligrosas:* Mantener alejado de impurezas, catalizadores, álcalis, agentes reductores y substancias inflamables.
- *Productos peligrosos de la descomposición:* Oxígeno.

11 Información Toxicológica

Vía de ingreso al organismo / efectos primarios:

- *Contacto con la piel:* Fuerte efecto corrosivo sobre la piel y las mucosas
- *Contacto con los ojos:* Fuerte efecto corrosivo.
- *Inhalación:* Ningún efecto sensible conocido.
- *Ingestión:* Fuerte efecto corrosivo en la boca y la laringe, con peligro de perforación del esófago y estomago.
- *Información toxicológica adicional:* Corrosivo
Nocivo

12 Información ecológica

▪ *Notas Generales*

El producto sin diluir o neutralizar no debe llegar al drenaje o a las aguas residuales. Cuando el producto se emplea de acuerdo a su intención de uso no debería causar daño al medio ambiente.

13 Consideraciones para desecho

- *Producto / Recomendación:* No se debe eliminar junto con el desecho doméstico. No permita que el producto sin diluir llegue al drenaje.
- *Empaque usado / Recomendación:* Destruya el empaque usado. Deseche de acuerdo a las regulaciones locales.
- *Agente de limpieza recomendado:* Agua, algún agente de limpieza si es necesario.

14 Información para transportación

Transporte terrestre ADR/RID

ADR / RID CLASE:	8 sustancia Corrosiva
Número / Subgrupo:	80
UN/ Número:	3109
Etiqueta:	8
Grupo de empaque:	III
Nombre para transportación:	Peróxido Orgánico tipo F

NOMBRE DEL PRODUCTO: DIVOSAN FORTE PLUS VT6
Transporte Marítimo IMDG

IMDG CLASE: 8 sustancia Corrosiva
Número / Subgrupo: 80
UN/ Número: 3109
Etiqueta: 8
Grupo de empaque: III
Nombre para transportación: Peróxido Orgánico tipo F

Transporte aéreo ICAO-TI y IATA-DGR

ICAO/IATA CLASE: 8 sustancia Corrosiva
Número / Subgrupo: 80
UN/ Número: 3109
Etiqueta: 8
Grupo de empaque: III
Nombre para transportación: Peróxido Orgánico tipo F

Información adicional / transporte: El reglamento de transporte incluye disposiciones especiales para ciertas clases de mercancías peligrosas envasadas en cantidades limitadas

15 Información sobre regulaciones

- **Clasificación de acuerdo a la EC:** Este producto ha sido clasificado y etiquetado de acuerdo a las directrices vigentes de la EC.
- **Símbolo y Clasificación de riesgo:** Corrosivo
- **Ingrediente responsable de la clasificación:**
 - Ácido Peracético
 - Peróxido de Hidrógeno
 - Ácido Acético
- **Frases de riesgo:**
 - R7 Puede provocar incendios.
 - R20/21/22 Nocivo por inhalación, ingestión y contacto con la piel.
 - R35 Provoca graves quemaduras.
- **Frases de seguridad:**
 - 23 Evitar respirar los gases/humos/vapores/aerosoles.
 - 26 En caso de contacto con los ojos, lave inmediatamente con agua en abundancia y acudir al médico.
 - 28 En caso de contacto con la piel, lavarse inmediatamente con agua en abundancia.
 - 36/37/39 Llevar ropa, guantes y gafas o máscara de protección adecuadas durante la manipulación.

APENDICE C.

FICHA DE TECNICA Y DE SEGURIDAD DEL ACIDO LACTICO

	Product data <small>Rev No. 05/08</small>																																				
PURAC® FCC 88																																					
Description	PURAC FCC 88 is the natural L(+) lactic acid, which is produced by fermentation from sugar. It has a mild acid taste and is widely used as an acidulant in the food industry. PURAC's primary functions are to preserve and flavor.																																				
Specification	<table border="0"> <tr> <td>PURAC FCC 88</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Product</td> <td>L(+)-lactic acid</td> </tr> <tr> <td>Form</td> <td>liquid</td> </tr> <tr> <td>Grade</td> <td>edible special</td> </tr> <tr> <td>Color fresh</td> <td>max. 50 apha</td> </tr> <tr> <td>Color, 6 months, 25°C</td> <td>max. 50 apha</td> </tr> <tr> <td>Odor</td> <td>agreeable</td> </tr> <tr> <td>Stereochemical purity (L-Isomer)</td> <td>min. 98%</td> </tr> <tr> <td>Assay</td> <td>87.5-88.5% w/w</td> </tr> <tr> <td>Density at 20°C</td> <td>1.20-1.22 g/ml</td> </tr> <tr> <td>Sulphated ash</td> <td>max. 0.1%</td> </tr> <tr> <td>Heavy metals total</td> <td>max. 10 ppm</td> </tr> <tr> <td>Iron</td> <td>max. 10 ppm</td> </tr> <tr> <td>Arsenic</td> <td>max. 1 ppm</td> </tr> <tr> <td>Calcium</td> <td>max. 20 ppm</td> </tr> <tr> <td>Chloride</td> <td>max. 10 ppm</td> </tr> <tr> <td>Sulphate</td> <td>max. 20 ppm</td> </tr> <tr> <td>Reducing sugars</td> <td>passes test FCC</td> </tr> </table>	PURAC FCC 88		Product	L(+)-lactic acid	Form	liquid	Grade	edible special	Color fresh	max. 50 apha	Color, 6 months, 25°C	max. 50 apha	Odor	agreeable	Stereochemical purity (L-Isomer)	min. 98%	Assay	87.5-88.5% w/w	Density at 20°C	1.20-1.22 g/ml	Sulphated ash	max. 0.1%	Heavy metals total	max. 10 ppm	Iron	max. 10 ppm	Arsenic	max. 1 ppm	Calcium	max. 20 ppm	Chloride	max. 10 ppm	Sulphate	max. 20 ppm	Reducing sugars	passes test FCC
PURAC FCC 88																																					
Product	L(+)-lactic acid																																				
Form	liquid																																				
Grade	edible special																																				
Color fresh	max. 50 apha																																				
Color, 6 months, 25°C	max. 50 apha																																				
Odor	agreeable																																				
Stereochemical purity (L-Isomer)	min. 98%																																				
Assay	87.5-88.5% w/w																																				
Density at 20°C	1.20-1.22 g/ml																																				
Sulphated ash	max. 0.1%																																				
Heavy metals total	max. 10 ppm																																				
Iron	max. 10 ppm																																				
Arsenic	max. 1 ppm																																				
Calcium	max. 20 ppm																																				
Chloride	max. 10 ppm																																				
Sulphate	max. 20 ppm																																				
Reducing sugars	passes test FCC																																				
Physical-chemical properties	<table border="0"> <tr> <td>Molecular formula</td> <td>CH₃CHOHCOOH</td> </tr> <tr> <td>Molecular weight</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>Chemical name</td> <td>2-hydroxypropionic acid</td> </tr> </table>	Molecular formula	CH ₃ CHOHCOOH	Molecular weight	90	Chemical name	2-hydroxypropionic acid																														
Molecular formula	CH ₃ CHOHCOOH																																				
Molecular weight	90																																				
Chemical name	2-hydroxypropionic acid																																				
Registration	<table border="0"> <tr> <td>CAS number</td> <td>79-33-4 (general 50-21-5)</td> </tr> <tr> <td>EEC Additive number</td> <td>E 270</td> </tr> <tr> <td>USA</td> <td>GRAS</td> </tr> <tr> <td>Complies with</td> <td>FCC, JBFA and EUGFA</td> </tr> </table>	CAS number	79-33-4 (general 50-21-5)	EEC Additive number	E 270	USA	GRAS	Complies with	FCC, JBFA and EUGFA																												
CAS number	79-33-4 (general 50-21-5)																																				
EEC Additive number	E 270																																				
USA	GRAS																																				
Complies with	FCC, JBFA and EUGFA																																				
Packaging	PURAC FCC 88% are supplied in 255 kg (562 lbs.) polyethylene drums (55 gallon) In 1200 kg (2645 lbs.) semi bulk containers and in bulk containers.																																				
<small>Copyright © PURAC. All rights reserved. No part of this publication may be copied, reproduced, translated, stored in a retrieval system or transmitted in any form by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without permission of the publisher. No representation or warranty is made as to the truth or accuracy of any data, information or opinions contained herein or as to their suitability for any purpose, condition or application. None of the data, information or opinions contained herein may be used apart from any product or system. PURAC assumes no liability, damage, losses or other consequences insofar as it is concerned by copyright. All the use of the data, information or opinions contained herein, to which, nothing contained herein shall be construed as a recommendation to use any product or service with which, patents covering any trademark are used.</small>	For further information: http://www.purac.com/																																				
	Page 1 of 1																																				



SAFETY DATA SHEET

L(+)-Lactic Acid

REVISION DATE 30/08/08
REF. 8D0010/2008-08

3. HAZARD IDENTIFICATION

Most important hazards:	Irritating to eyes and skin. Risk of serious damage to eyes. May cause irritation of respiratory tract. May cause irritation of the mucous membranes.	
Specific hazards:		
Inhalation	(short and long term)	Irritation, breathing difficulties, headache, dizziness
Skin contact	(short and long term)	Irritation of digestive system
Eye contact	(short and long term)	Irritation
Ingestion	(short and long term)	severe irritation, blurred vision, burns, vomiting, gastrointestinal disturbance

4. FIRST AID MEASURES

General advice:	Show this safety data sheet to the doctor in attendance. Move to fresh air. If symptoms persist, call a physician.
Inhalation:	Wash off immediately with soap and plenty of water removing all contaminated clothes and shoes. Obtain medical attention.
Skin contact:	Rinse immediately with plenty of water, also under the eyelids, for at least 15 minutes. Obtain medical attention.
Eye contact:	Consult a physician. If conscious, drink plenty of water. Never give anything by mouth to an unconscious person.
Ingestion:	Wear impervious gloves and tightly fitting safety goggles. Avoid contact with skin and eyes.
Protection of first-aiders:	Oxygen, if needed. Avoid gastric lavage.
Notes to physician:	

5. FIRE-FIGHTING MEASURES

Suitable extinguishing media:	Water, carbon dioxide (CO ₂), foam, dry chemical.
Extinguishing media which must not be used for safety reasons:	None.
Specific hazards:	Thermal decomposition can lead to release of irritating gases and vapours.
Special protective equipment for firefighters:	In the event of fire, wear self contained breathing apparatus.
Specific methods:	Standard procedure for chemical fires. Cool containers / tanks with water spray. Flash point > 234°F, (> 112°C)

6. ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

Personal precautions:	Avoid contact with skin and eyes. Wear impervious gloves and tightly fitting safety goggles.
Environmental precautions:	Do not flush into surface water or sanitary sewer system.
Methods for cleaning up:	Dam up. Neutralize with limestone powder, lime, soda ash. Soak up with inert absorbent material (e.g. sand, silica gel, acid binder, universal binder, sponulox). Take up mechanically and collect in suitable container for disposal.

Copyright © PURAC. All rights reserved. No part of this publication may be copied, downloaded, reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without permission of the publisher. No representation or warranty is made as to the truth or accuracy of any data, information or opinions contained herein or as to their suitability for any purpose, condition or application. None of the data, information or opinions contained herein may be relied upon for any purpose or reason. PURAC disclaims any liability, damages, losses or other consequences suffered or incurred in connection with the use of the data, information or opinions contained herein. In addition, cautionary statements herein shall be construed as a recommendation to use any products in conflict with existing patents covering any material or its use.

For further information:

<http://www.purac.com/>

Page 2 of 5



SAFETY DATA SHEET

L(+)-Lactic Acid

REVISION DATE 30/08/08
REF. 8D0010/2008-08

7. HANDLING AND STORAGE

Technical measures/Precautions	Avoid temperatures above 392°F (200°C).
Safe handling advice	Avoid contact with skin and eyes. Wear impervious gloves and tightly fitting safety goggles. Do not breathe spray mist.
Technical measures/Storage conditions	Store according to all current regulations. Keep container tightly closed. Keep in a dry, cool place.
Packaging material	Plastic or stainless steel 316 L containers.

8. EXPOSURE CONTROLS / PERSONAL PROTECTION

Engineering measures to reduce exposure	Insure adequate ventilation, especially in confined areas.
Exposure limit(s)	None.
Personal protection equipment	Not required, except in case of aerosol formation.
Respiratory protection	Breathing apparatus needed only when aerosol or mist is formed.
Hand protection	Rubber gloves.
Eye protection	Face-shield, tightly fitting safety goggles.
Skin and body protection	Long sleeved clothing, chemical resistant apron boots.
Hygiene measures	Avoid contact with skin. When using, do not eat, drink or smoke. Remove and wash contaminated clothing before re-use.

9. PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

Form	aqueous solution
Color	colorless/yellow/ light brown
Odor	characteristic
Molecular Weight	90.08
pH	2 @ 77°F (25°C)
Boiling point/range	230°F (110°C) (40% solution) 257°F (125°C) (90% solution)
Decomposition temperature	> 392 °F (> 200°C)
Autoignition temperature	none
Flash point	> 234°F (> 112°C)
Explosion limits	not applicable
Density	1190 - 1250 kg/m ³
Surface tension	50 - 44 mN/m (50 - 90% solution)
Solubility	Water solubility: completely soluble
Viscosity	Partition coefficient (n-octanol/water) log Pow = - 0.62 5 - 60 mPa.s @ 77°F (25°C) (50 - 90% solution)

10. STABILITY AND REACTIVITY

Stability	Stable at normal conditions.
Conditions to avoid	Avoid temperatures above 392°F (200°C).
Materials to avoid	Oxidizing agents, metals, acids and bases.
Hazardous decomposition products	Carbon oxides. Thermal decomposition can lead to release of irritating gases and vapors.

Copyright © PURAC. All rights reserved. No part of this publication may be copied, distributed, reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without permission of the publisher. No representation or warranty is made as to the truth or accuracy of any data, information or opinions contained herein or as to their suitability for any purpose, condition or application. None of the data, information or opinions contained herein may be relied upon for any purpose or reason. PURAC disclaims any liability, damages, losses or other consequences suffered or incurred in connection with the use of the data, information or opinions contained herein. In addition, cautionary statements shall be understood as a recommendation to use any products in conformance with existing patents covering any material or its use.

For further information:

<http://www.purac.com/>

Page 3 of 5



SAFETY DATA SHEET

L(+)-Lactic Acid

 REVISION DATE 30/06/08
 REF. 8D0010/2008-03

11. TOXICOLOGICAL INFORMATION

Acute toxicity	LD50(oral/rat)=3730 mg/kg LD50(oral/mouse)=4575 mg/kg LD50(dermal/rabbit)=2000mg/kg
Irritation	Eyes-rabbit: severe. Skin guinea pig: slight - none. Skin rabbit: severe. Tests on animals have shown that the effect of lactic acid on skin is species dependent. Human experience and results on guinea pigs have shown that it is irritant and not corrosive.
Local effects	Irritating to eyes and skin. Risk of serious damage to eyes. Inhalation of mist causes irritation of respiratory system.
Carcinogen Status	None.
Mutagenic Data	Tests on bacterial or mammalian cell cultures did not show mutagenic effects.
Major effects of exposure	
Inhalation	Inhalation of vapors is irritating to the respiratory system, may cause throat pain and cough. Inhalation of vapors in high concentration may cause shortness of breath (lung oedema). Chronic exposure may cause dermatitis, gastrointestinal disturbance, coughing.
Skin contact	May cause skin irritation. Prolonged skin contact may produce dermatitis.
Eye contact	Severe eye irritation. Risk of serious damage to eyes. Liquid causes severe inflammation of conjunctiva and may cause severe damage of the cornea.
Ingestion	Ingestion may cause gastrointestinal irritation, nausea, vomiting and diarrhea. May cause stomach perforation
Further information	As an important metabolite in man, animals and plants, it is naturally formed and metabolised.

12. ECOLOGICAL INFORMATION

Mobility	Completely soluble.
Persistence / degradability	Readily biodegradable, according to appropriate OECD test. Biochemical oxygen demand (BOD) ₅ = 0.46 mg O ₂ /mg. Biochemical oxygen demand (BOD) ₂₀ = 0.60 mg O ₂ /mg. Chemical oxygen demand (COD) = 0.90 mg O ₂ /mg.
Bioaccumulation	None.
Ecotoxicity	EC50(48h/Daphnia) = 240mg/l LC50(48h/Fish) = 320 mg/l EC50(Algae) = 3500 mg/l (neutral)
Further information	Natural product.

13. DISPOSAL CONSIDERATIONS

Waste from residues / unused products	Subject to disposal regulations US EPA 40 CFR 2 62.
Contaminated packaging	Clean container with water. Empty containers should be taken for local recycling, recovery or waste disposal.

Copyright © PURAC. All rights reserved. No part of this publication may be copied, reproduced, introduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without permission of the publisher. No representation or warranty is made as to the truth or accuracy of any data, information or opinions contained herein or as to their suitability for any purpose, condition or application. None of the data, information or opinions contained herein may be relied upon for any purpose or reason. PURAC disclaims any liability, damages, losses or other consequences suffered or incurred in connection with the use of the data, information or opinions contained herein. In addition, nothing contained herein shall be construed as a recommendation to use any products in conflict with existing patents covering any material of its use.

For further information:

<http://www.purac.com/>

Page 4 of 5



SAFETY DATA SHEET

L(+)-Lactic Acid

REVISION DATE 30/08/08
REF. 8D0010/2008-0814. TRANSPORT
INFORMATION

Not classified as dangerous in the meaning of transport regulations.

16. REGULATORY
INFORMATION

US Regulations

USA TSCA Inventory Status Y
SARA III N
California Proposition 65 N
Carcinogen status OGHAN, NTP, IARC: N
FDA GRAS

EU Classification

Symbols

Xi - Irritant

R-Phrases

R41 - Risk of serious damage to eyes.

R38 - Irritating to skin.

S-Phrases

S24 - Avoid contact with skin.

S26 - In case of contact with eyes, rinse immediately with plenty of water and seek medical advice.

S37/39 - Wear suitable gloves and eye/face protection.

18. OTHER INFORMATION

NFPA Ratings (Scale 0-4)

1(health)-0(flammability)-0(reactivity)

HMIS Rating

2(health)-0(flammability)-0(reactivity) B(protective equipment)

CAS-No. 50-21-5 (general)

EC-No. 200-018-0 (general)

EEC Food additive: E 270

Further information on the safety assessment of lactic acid and its salts can be obtained in a CFTA Report of June 8th 1997.

Additional data on the calculated ecotoxicity of lactic acid and its salts and esters can be obtained in a report entitled 'The ecotoxicity and biodegradability of lactic acid, alkyl lactate esters and lactic acid salts' by Bowmer et al. (Reference: Chemosphere 37: 1317-1333 (1998))

This information only concerns the above-mentioned product and is not valid if used with other product(s) or in any process. The information is to our best present knowledge correct and complete and is given in good faith but without warranty. It remains the user's own responsibility to make sure that the information is appropriate and complete for his special use of this product.

Indicates updated section.

Copyright © PURAC. All rights reserved. No part of this publication may be copied, downloaded, reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form by any means, electronic, mechanical, photocopied, recorded or otherwise, without permission of the publisher. No representation or warranty is made as to the truth or accuracy of any data, information or opinions contained herein or as to their suitability for any purpose, condition or application. None of the data, information or opinions contained herein may be relied upon for any purpose or reason. PURAC disclaims any liability, damages, losses or other consequences suffered or incurred in connection with the use of the data, information or opinions contained herein. In addition, cautionary statements shall be understood as a recommendation to use any products in conflict with existing patents covering any material or its use.

For further information:

<http://www.purac.com/>

Page 5 of 5

APENDICE D.**METODO DE TITULACION DEL ACIDO PERACETICO.****Reactivos:**

Permanganato potásico 0,1N
Tiosulfato sódico 0,1N
Ioduro potásico (10%)
Ácido sulfúrico (25%)
Indicador solución de Almidón (1%)

Procedimiento:

Añadir 20ml de ácido sulfúrico a 50 ml de solución a testar.
Añadir permanganato potásico, hasta color rosa permanente. Luego añadir 5ml de solución de ioduro potásico y 2 ml de indicador de almidón y valorar con tiosulfato sódico hasta la desaparición del color.

Cálculos:

% p/p Divosan Forte = valoración (ml) x 0.05
ppm ácido peracético (PAA) = valoración (ml) x 76

APENDICE E.

RECUENTOS MICROBIOLÓGICOS DE AEROBIOS MESÓFILOS

ENSAYO ACIDO PERACETICO 200 ppm			
Número de muestra	AEROBIOS MESÓFILOS (Log₁₀UFC/cm²)		
	Inicial	Post Sanitización	Reducción Log
1	4,00	2,15	1,85
2	3,48	1,62	1,86
3	5,70	3,60	2,10
4	4,30	2,51	1,79
5	3,03	1,00	2,03
6	3,00	1,00	2,00
7	4,40	2,51	1,89
8	5,04	3,40	1,64
9	4,00	2,30	1,70
10	3,22	1,60	1,62

Fuente: Ojeda [2008].

ENSAYO ACIDO PERACETICO 150 ppm			
Número de muestra	AEROBIOS MESÓFILOS (Log₁₀UFC/cm²)		
	Inicial	Post Sanitización	Reducción Log
1	4,34	3,00	1,34
2	3,20	1,80	1,40
3	4,41	3,04	1,37
4	4,79	3,46	1,33
5	3,60	2,20	1,40
6	5,00	3,60	1,40
7	3,15	1,70	1,45
8	3,56	2,30	1,26
9	3,00	1,48	1,52
10	4,38	3,00	1,38

Fuente: Ojeda [2008].

ENSAYO ACIDO LACTICO 2%			
Número de muestra	AEROBIOS MESÓFILOS (Log₁₀UFC/cm²)		
	Inicial	Post Sanitización	Reducción Log
1	4,65	3,30	1,35
2	3,03	1,40	1,63
3	4,00	2,60	1,40
4	5,40	4,00	1,40
5	3,10	1,40	1,70
6	4,52	3,00	1,52
7	3,70	2,20	1,50
8	4,30	2,82	1,48
9	3,54	2,00	1,54
10	3,24	1,82	1,42

Fuente: Ojeda [2008].

ENSAYO ACIDO LACTICO 1,5%			
Número de muestra	AEROBIOS MESÓFILOS (Log₁₀UFC/cm²)		
	Inicial	Post Sanitización	Reducción Log
1	4,51	3,30	1,21
2	4,30	3,12	1,18
3	3,00	1,90	1,10
4	3,70	2,62	1,08
5	4,44	3,40	1,04
6	4,00	2,88	1,12
7	5,00	4,00	1,00
8	3,60	2,40	1,20
9	3,15	2,00	1,15
10	4,82	3,82	1,00

Fuente: Ojeda [2008].

APENDICE F.

RECUENTOS DE COLIFORMES TOTALES Y E. COLI

ENSAYO ACIDO PERACETICO 200 ppm			
Número de muestra	COLIFORMES TOTALES (Log₁₀UFC/cm²)		
	Inicial	Post Sanitización	Reducción Log
1	2,00	0,60	1,40
2	2,30	1,00	1,30
3	3,60	2,30	1,30
4	2,70	1,30	1,40
5	1,85	0,40	1,45
6	2,00	0,00	1,30
7	2,48	1,00	1,48
8	3,00	1,70	1,30
9	2,20	0,90	1,30
10	1,70	0,00	1,70

Fuente: Ojeda [2008].

ENSAYO ACIDO PERACETICO 150 ppm			
Número de muestra	COLIFORMES TOTALES (Log₁₀UFC/cm²)		
	Inicial	Post Sanitización	Reducción Log
1	2,52	1,49	1,03
2	2,10	1,00	1,10
3	2,70	1,70	1,00
4	2,85	1,82	1,03
5	2,00	1,00	1,00
6	3,30	2,40	0,90
7	1,90	0,70	1,20
8	2,12	1,04	1,08
9	2,00	0,90	1,10
10	2,60	1,60	1,00

Fuente: Ojeda [2008].

ENSAYO ACIDO LACTICO 2%			
Número de muestra	COLIFORMES TOTALES (Log₁₀UFC/cm²)		
	Inicial	Post Sanitización	Reducción Log
1	3,00	1,70	1,30
2	2,00	0,70	1,30
3	2,60	1,22	1,38
4	3,41	2,03	1,38
5	1,30	0,00	1,30
6	2,70	1,30	1,40
7	1,72	0,22	1,50
8	2,80	1,44	1,36
9	2,00	0,70	1,30
10	2,00	0,62	1,38

Fuente: Ojeda [2008].

ENSAYO ACIDO LACTICO 1,5%			
Número de muestra	COLIFORMES TOTALES (Log₁₀UFC/cm²)		
	Inicial	Post Sanitización	Reducción Log
1	2,90	1,90	1,00
2	2,40	1,40	1,00
3	1,00	0,00	1,00
4	2,20	1,22	0,98
5	2,70	1,70	1,00
6	2,40	1,40	1,00
7	3,20	2,30	0,90
8	2,40	1,20	1,20
9	2,00	0,86	1,14
10	3,00	2,00	1,00

Fuente: Ojeda [2008].

ENSAYO ACIDO PERACETICO 200 ppm			
Número de muestra	ESCHERICHIA COLI (Log₁₀UFC/cm²)		
	Inicial	Post Sanitización	Reducción Log
1	1,40	0,00	1,40
2	2,24	1,00	1,24
3	3,30	2,00	1,30
4	2,60	1,40	1,20
5	1,30	0,00	1,30
6	1,40	0,00	1,40
7	2,20	1,00	1,20
8	2,60	1,40	1,20
9	1,40	0,00	1,40
10	1,30	0,00	1,30

Fuente: Ojeda [2008].

ENSAYO ACIDO PERACETICO 150 ppm			
Número de muestra	ESCHERICHIA COLI (Log₁₀UFC/cm²)		
	Inicial	Post Sanitización	Reducción Log
1	2,26	1,30	0,96
2	1,90	0,90	1,00
3	2,20	1,40	0,80
4	2,40	1,40	1,00
5	1,40	0,40	1,00
6	3,00	2,20	0,80
7	1,40	0,40	1,00
8	1,70	0,70	1,00
9	1,70	0,70	1,00
10	2,30	1,40	0,90

Fuente: Ojeda [2008].

ENSAYO ACIDO LACTICO 2%			
Número de muestra	ESCHERICHIA COLI (Log₁₀UFC/cm²)		
	Inicial	Post Sanitización	Reducción Log
1	2,58	1,30	1,28
2	1,30	0,00	1,30
3	2,23	0,88	1,35
4	3,20	2,00	1,20
5	1,30	0,00	1,30
6	2,70	1,30	1,40
7	1,40	0,00	1,40
8	2,30	1,00	1,30
9	1,88	0,62	1,26
10	1,30	0,00	1,30

Fuente: Ojeda [2008].

ENSAYO ACIDO LACTICO 1,5%			
Número de muestra	ESCHERICHIA COLI (Log₁₀UFC/cm²)		
	Inicial	Post Sanitización	Reducción Log
1	2,52	1,40	1,12
2	2,20	1,20	1,00
3	1,00	0,00	1,00
4	1,85	1,00	0,85
5	2,40	1,40	1,00
6	2,00	1,00	1,00
7	3,00	2,30	0,70
8	1,90	0,90	1,00
9	1,70	0,70	1,00
10	2,70	1,70	1,00

Fuente: Ojeda [2008].

BIBLIOGRAFÍA

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/new/organic%acids.pdf
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/~dms/eafus.html.
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 ácido orgánicos en el

crecimiento de *Escherichia coli* en filetes de res almacenados a temperatura ambiente. ESPOL, 2007.