



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

**“EVALUACIÓN DE DOS TIPOS DE AGENTES INHIBIDORES PARA
CONTROLAR LA CONTAMINACION BACTERIANA EN LAS CANALES
PORCINAS EN LA PLANTA DE FAENAMIENTO DE ALIMENTOS “DON
DIEGO”**

TESIS DE GRADO

Previa la obtención del título de:

INGENIERA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

AUTORA

ANA MARIA ESPÍNDOLA ORTIZ

RIOBAMBA – ECUADOR

2009

Esta tesis fue aprobada por el siguiente Tribunal:

Dra. Georgina Moreno
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. M.C. Galo Sánchez V.
DIRECTOR

Ing. M.C. Jesús López S.
ASESOR

Riobamba, 14 de Enero del 2009

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mis más sinceras muestras de agradecimiento:

A Dios, por darme la vida y enseñarme el camino correcto, guiándome y fortaleciéndome cada día y llenar mi vida de dicha y bendiciones. A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería en Industrias Pecuarias, por los valiosos conocimientos adquiridos.

A los miembros del tribunal de tesis, Ing. Galo Sánchez, Director; Ing. Jesús López, Asesor, por confiar en mí, por sus consejos y por compartir desinteresadamente sus amplios conocimientos y experiencia en el presente trabajo de investigación y a lo largo de toda mi carrera y a todo el personal docente y administrativo que conforman la Escuela por el apoyo y motivación que de ellos he recibido.

Ana María

DEDICATORIA

Con mucho amor a mi esposo Luis por todo el apoyo para seguir con mi camino y estar siempre a mi lado. Aunque hemos pasado momentos difíciles siempre has estado apoyándome y brindándome todo tu amor.

A mis padres Juan y Elena, por el amor y apoyo constante, por darme una carrera para mi futuro y por creer en mí, les quiero con todo mi corazón y este trabajo es para ustedes, aquí esta lo que ustedes me brindaron solamente les estoy devolviendo lo que me dieron en un principio.

A mis hermanas Marcela y María Salome, por estar conmigo y apoyarme siempre sin condiciones.

A Luis, Rosanita, Carlos por estar conmigo todo este tiempo y a ti Marito a pesar de que no estás aquí ahora en estos momentos conmigo, se que tu alma si lo está, nunca te olvidaré. Les dedico con todo mi corazón esta tesis, gracias por cambiar mi vida.

Con Amor

Ana María

CONTENIDO

	Página
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	14
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	17
A. CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS	17
1. <u>Carne</u>	17
2. <u>Carne de cerdo</u>	18
a. Valor nutritivo	18
b. Partes del cerdo	20
B. CONTAMINACIÓN, CONSERVACIÓN Y ALTERACIÓN DE CARNES Y PRODUCTOS CÁRNICOS	21
1. <u>Contaminación</u>	21
2. <u>Conservación</u>	22
C. PRINCIPIOS DE HIGIENE DE ALIMENTOS	22
1. <u>Los alimentos como vehículos de propagación de enfermedades</u>	22
a. Puntos críticos: análisis y tratamiento	22
b. Función del control microbiológico de los alimentos	23
2. <u>Las contaminaciones alimentarias</u>	24
3. <u>Toxiinfecciones alimentarias (TIAs)</u>	25
D. ALTERACIONES DE LA CARNE	25
1. <u>Propiedades físicas de la carne</u>	25
2. <u>Propiedades químicas de la carne</u>	26
3. <u>Disponibilidad de oxígeno</u>	26
4. <u>Temperatura</u>	27
5. <u>Alteraciones sufridas en condiciones de aerobiosis</u>	27
a. Mucosidad superficial	27
b. Modificadores del color de los pigmentos de la carne	28

c.	Modificaciones sufridas por las grasas	28
d.	Fosforescencias	28
e.	Diversos colores superficiales producidos por bacterias pigmentadas	28
f.	Olores y sabores extraños	29
6.	<u>Alteraciones producidas por microorganismos anaerobios</u>	29
a.	Agriado	29
b.	Putrefacción	30
E.	MÉTODOS GENERALES DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS	30
1.	<u>Principios de garantía de la calidad microbiológica de los alimentos</u>	30
2.	<u>Generalidades sobre la toma de muestras y el análisis microbiológico de los productos finales</u>	30
a.	Principios ecológicos	31
b.	Fundamentos de los procedimientos analíticos	31
c.	Transporte de muestras	31
d.	Confianza en los procedimientos	32
e.	Evaluación sistemática de los medios de cultivo	32
f.	Necesidad de valores de referencia	33
3.	<u>Muestreo</u>	33
a.	Muestreo único	33
b.	Análisis repetido	33
c.	Planes de muestreo de tres categorías	33
d.	Toma de muestras representativas	34
F.	ÁCIDOS ORGÁNICOS PARA EL CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LA CARNE	34
1.	El ácido láctico	34
2.	El ácido peracético	35
G.	VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA DE LA CARNE Y DE LOS PRODUCTOS CÁRNICOS	36
1.	<u>Generalidades</u>	36
2.	<u>Pruebas de preferencia</u>	37
H.	BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA ESPECÍFICAS PARA LAS LÍNEAS DE FAENA DE CERDOS	38
1.	<u>Estabulación</u>	38

2.	<u>Insensibilización</u>	39
a.	Efectividad de la insensibilización	39
3.	<u>Sacrificio</u>	40
a.	Consideraciones en relación a la sangría	41
4.	<u>Escaldado</u>	41
5.	<u>Depilación</u>	42
6.	<u>Evisceración</u>	42
7.	<u>Lavado</u>	42
8.	<u>Oreo</u>	43
9.	<u>Enfriado</u>	43
a.	Cámaras frigoríficas	44
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	46
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	46
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	46
C.	INSTALACIONES, EQUIPOS Y MATERIALES	46
1.	<u>Instalaciones</u>	46
2.	<u>De campo</u>	47
3.	<u>De laboratorio</u>	47
D.	TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	48
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	49
1.	<u>Para el diagnóstico</u>	49
2.	<u>Efecto de los desinfectantes</u>	49
3.	<u>Valoración organoléptica de la carne</u>	50
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	50
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	51
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	51
1.	<u>Calidad microbiológica del agua</u>	51
2.	<u>De los equipos</u>	52
3.	<u>Para productos finales (carne)</u>	52
4.	<u>Especificaciones de la técnica Petrifilm.</u>	52
5.	<u>Valoración organoléptica</u>	53
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	55
A.	DIAGNÓSTICO	55
B.	CARGA MICROBIOLÓGICA PRESENTE EN EL PECHO DE LAS	

CANALES DE CERDOS DURANTE EL FAENAMIENTO	63
1. <u>Después del escaldado y depilado</u>	63
2. <u>Después del Flameado</u>	68
3. <u>Después del eviscerado</u>	72
C. EFECTO DEL LAVADO DE LAS CANALES CON DESINFECTANTES	
NATURALES	76
1. <u>En el pecho</u>	76
2. <u>En el lomo</u>	87
3. <u>En la pierna</u>	97
D. VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA	101
E. ANÁLISIS ECONÓMICO	112
V. <u>CONCLUSIONES</u>	115
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	117
VII. <u>LITERATURA CITADA</u>	118
ANEXOS	81

LISTA DE CUADROS

Nº		Página
1.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO POR RÉPLICA	35
2.	ESQUEMA DEL ADEVA	38
3.	CARGA MICROBIOLÓGICA PRESENTE EN EL AMBIENTE, EN EL AGUA Y EN LOS EQUIPOS QUE SE UTILIZAN EN LA PLANTA DE FAENAMIENTO DE ALIMENTOS “DON DIEGO”	43
4.	CARGA MICROBIOLÓGICA PRESENTE EN EL PECHO DE LAS CANALES DE CERDOS QUE SE FAENAN EN LA PLANTA DE ALIMENTOS “DON DIEGO”	47
5.	CARGA MICROBIOLÓGICA PRESENTE EN DIFERENTES PIEZAS DE CANALES DE CERDOS QUE SE FAENAN EN LA PLANTA DE ALIMENTOS “DON DIEGO” POR EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES DESINFECTANTES DURANTE EL LAVADO DE LAS CANALES	54
6.	VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA DE LAS CANALES DE CERDOS QUE SE FAENAN EN LA PLANTA DE ALIMENTOS “DON DIEGO” POR EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES DESINFECTANTES DURANTE EL LAVADO DE LAS CANALES	69
7.	VALORACIÓN ECONÓMICA (DÓLARES) DE LA DESINFECCIÓN DE CANALES PORCINAS EN LA PLANTA DE ALIMENTOS “DON DIEGO” CON DIFERENTES DESINFECTANTES	74

LISTA DE GRÁFICOS

N°	Página
1. Presencia de aerobios y coliformes totales (UFC/20 cm ²) en los equipos de faenamiento que se emplean en la planta de alimentos “Don Diego”	45
2. Presencia de aerobios y coliformes totales (UFC/g) en los pechos de las canales de cerdos que se faenan en la planta de alimentos “Don Diego”, después del escaldado y depilado	48
3. Presencia de aerobios y coliformes totales (UFC/g) en los pechos de las canales de cerdos que se faenan en la planta de alimentos “Don Diego”, después del flameado	50
4. Presencia de aerobios y coliformes totales (UFC/g) en los pechos de las canales de cerdos que se faenan en la planta de alimentos “Don Diego”, después del eviscerado	52
5. Presencia de aerobios (UFC/g) a las 24 y 48 horas de evaluación en los pechos de las canales de cerdos que se faenan en la planta de alimentos “Don Diego”, por efecto del lavado de las canales con desinfectantes naturales	55
6. Presencia de coliformes totales (UFC/g) a las 24 y 48 horas de evaluación en los pechos de las canales de cerdos que se faenan en la planta de alimentos “Don Diego”, por efecto del lavado de las canales con desinfectantes naturales	57
7. Presencia de aerobios y coliformes totales (UFC/g) a las 24 y 48 horas de evaluación en los pechos de las canales de cerdos faenados y lavados con	

desinfectantes naturales en la planta de alimentos “Don Diego”

58

8. Presencia de aerobios (UFC/g) a las 24 y 48 horas de evaluación en los lomos de las canales de cerdos que se faenan en la planta de alimentos “Don Diego”, por efecto del lavado de las canales con desinfectantes naturales

60

9. Presencia de coliformes totales (UFC/g) a las 24 y 48 horas de evaluación en los lomos de las canales de cerdos que se faenan en la planta de alimentos “Don Diego”, por efecto del lavado de las canales con desinfectantes naturales

62

10. Presencia de aerobios y coliformes totales (UFC/g) a las 24 y 48 horas de evaluación en los pechos de las canales de cerdos faenados y lavados con desinfectantes naturales en la planta de alimentos “Don Diego”

63

11. Presencia de aerobios (UFC/g) a las 24 y 48 horas de evaluación en las piernas de las canales de cerdos que se faenan en la planta de alimentos “Don Diego”, por efecto del lavado de las canales con desinfectantes naturales

65

12. Presencia de coliformes totales (UFC/g) a las 24 y 48 horas de evaluación en las piernas de las canales de cerdos que se faenan en la planta de alimentos “Don Diego”, por efecto del lavado de las canales con desinfectantes naturales

67

13. Presencia de aerobios y coliformes totales (UFC/g) a las 24 y 48 horas de evaluación en las piernas de las canales de cerdos faenados y lavados con desinfectantes naturales en la planta de alimentos “Don Diego”

68

14. Valoración organoléptica del olor (10 puntos) de las canales de cerdos faenados y lavados con desinfectantes naturales en la planta de alimentos “Don Diego”

71

15. Valoración organoléptica total (40 puntos) de las canales de cerdos faenados y lavados con desinfectantes naturales en la planta de alimentos “Don Diego”

72

LISTA DE ANEXOS

N°

1. Hoja guía para la evaluación organoléptica de la carne de cerdo por efecto del empleo de desinfectantes orgánicos
2. Resultados experimentales de la carga microbiológica (UFC/20 cm² y ml) presente en el ambiente, agua y equipos que se utilizan en la planta de faenamiento de alimentos “Don Diego”
3. Análisis estadísticos de la calidad microbiológica del medio ambiente en la planta de faenamiento de alimentos “Don Diego”
4. Calidad microbiológica del agua que se emplea en la planta de faenamiento de alimentos “Don Diego”
5. Análisis estadísticos de la calidad microbiológica de la sierra de corte de la planta de faenamiento de alimentos “Don Diego”
6. Análisis estadísticos de la calidad microbiológica de la mesa de repelado de la planta de faenamiento de alimentos “Don Diego”
7. Resultados experimentales de la determinación de la calidad microbiológica (UFC/g) del pecho de las canales de cerdos que se faenan en la planta de alimentos “Don Diego”
8. Análisis estadísticos de la calidad microbiológica del pecho de las canales de cerdos después del escaldado y depilado en la planta de faenamiento de alimentos “Don Diego”
9. Análisis estadísticos de la calidad microbiológica del pecho de las canales de cerdos después del flameado en la planta de faenamiento de alimentos “Don Diego”
10. Análisis estadísticos de la calidad microbiológica del pecho de las canales de cerdos después del eviscerado en la planta de faenamiento de alimentos “Don Diego”
11. Resultados experimentales de la calidad microbiológica (UFC/g) del pecho de las canales de cerdos después del lavado en la planta de faenamiento de alimentos “Don Diego”, por efecto de diferentes tipos de desinfectantes
12. Análisis estadísticos de la calidad microbiológica del pecho de las canales de cerdos después del lavado en la planta de faenamiento de alimentos “Don Diego”, por efecto de diferentes tipos de desinfectantes para disminuir la carga bacteriana
13. Resultados experimentales de la calidad microbiológica (UFC/g) del lomo de las canales de cerdos después del lavado en la planta de faenamiento de alimentos “Don Diego”, por efecto de diferentes tipos de desinfectantes

14. Análisis estadísticos de la calidad microbiológica del lomo de las canales de cerdos después del lavado en la planta de faenamiento de alimentos “Don Diego”, por efecto de diferentes tipos de desinfectantes para disminuir la carga bacteriana
15. Resultados experimentales de la calidad microbiológica (UFC/g) de la pierna de las canales de cerdos después del lavado en la planta de faenamiento de alimentos “Don Diego”, por efecto de diferentes tipos de desinfectantes
16. Análisis estadísticos de la calidad microbiológica de la pierna de las canales de cerdos después del lavado en la planta de faenamiento de alimentos “Don Diego”, por efecto de diferentes tipos de desinfectantes para disminuir la carga bacteriana
17. Resultados experimentales de la valoración organoléptica de las canales de cerdos en la planta de faenamiento de alimentos “Don Diego”, por efecto de diferentes tipos de desinfectantes
18. Análisis estadístico de la valoración organoléptica del olor de las canales de cerdos que se faenan en la planta de alimentos “Don Diego” por efecto de la aplicación de diferentes desinfectantes durante el lavado
19. Análisis estadístico de la valoración organoléptica de la ternura de las de las canales de cerdos que se faenan en la planta de alimentos “Don Diego” por efecto de la aplicación de diferentes desinfectantes durante el lavado
20. Análisis estadístico de la valoración organoléptica total de las de las canales de cerdos que se faenan en la planta de alimentos “Don Diego” por efecto de la aplicación de diferentes desinfectantes durante el lavado

I. INTRODUCCIÓN

Los mataderos constituyen el segundo eslabón dentro de la industria cárnica, ya que de

ellos se obtiene, a partir de los animales vivos, la carne para consumo o para su transformación posterior en otros productos alimenticios. La carne de porcino constituye el principal tipo de carne que se produce y consume en el mundo, seguida de la carne de ave y vacuno, además constituye un excelente medio para el desarrollo de una gran variedad de especies microbianas, que pueden afectar a los consumidores.

La inocuidad de los alimentos es reconocida universalmente como una prioridad de la salud pública que requiere un planteamiento integral y sistémico desde la producción primaria hasta el consumo, es decir “desde el campo a la mesa”. La mayor parte de los alimentos en estado fresco, posee una vida útil limitada. Esta limitación es debida ante todo al crecimiento de microorganismos que se produce de manera natural en los alimentos, y que da lugar a su deterioro progresivo.

Los problemas microbiológicos de las carnes crudas, pueden ser controlados con la aplicación de ácidos orgánicos como el ácido láctico y el ácido peracético en una concentración de 0.5%, ya que estos producen una drástica reducción de la población microbiana, por la rápida disminución del pH externo. Los ácidos orgánicos señalados, son más efectivos que los inorgánicos en la acidificación del medio intracelular; se supone que esto ocurre porque es más fácil su difusión a través de la membrana celular en su forma no disociada (lipofílica) y posteriormente se disocian en el interior de la célula inhibiendo el transporte celular y la actividad enzimática.

Por consiguiente, el presente trabajo estuvo encaminado a la búsqueda de sistemas naturales que permitan reducir en gran porcentaje la contaminación producida en el proceso de faenamiento e incrementar el tiempo de almacenamiento en refrigeración, por cuanto la limpieza en el momento del sacrificio de los animales depende de una serie de factores que varían con la ubicación de la explotación, el método de transporte y las condiciones de estabulación en el matadero, como también las labores que se realizan durante el faenamiento sea a través de escaldado, chamuscado o flameado. La carne se contamina por contacto con el pelo, piel, patas, contenido estomacal y entérico, así como las manos y ropas de los operarios, agua utilizada para el lavado de la canal, equipo e, incluso el aire de las zonas de procesado y de almacenamiento. La contaminación puede darse casi en todas las operaciones del sacrificio, despiece, procesado, almacenamiento y distribución de la carne; la intensidad con que ocurre la contaminación refleja las normas de higiene y limpieza observadas en el matadero y en la planta de procesado. La composición de esta flora es un reflejo de las distintas fuentes contaminantes y de la eficacia de las medidas higiénicas que persiguen evitar la difusión microbiana, lo que garantizará el consumo de este producto.

Por lo anotado, en el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar dos tipos de agentes inhibidores de la contaminación bacteriana (ácido láctico y ácido peracético), en las canales porcinas luego del faenamiento en la planta de Alimentos “Don Diego”.
- Determinar las cargas microbianas (aerobios mesófilos y coliformes totales) en diferentes piezas de las canales porcinas luego de la aplicación de los agentes inhibidores.
- Evaluar la calidad organoléptica de las canales de cerdos, luego de la aplicación de ácido láctico y ácido peracético.
- Establecer los costos de la utilización de inhibidores microbianos en canales de cerdos luego del proceso de faenamiento.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS

1. Carne

Según <http://www.tecnoalimentos.com> (2001), con la denominación de carne se entiende la parte comestible de los músculos de los animales de abasto como bovinos, ovinos, porcinos, equinos, caprinos, camélidos, y de otras especies aptas para el consumo humano, así como también indica que los subproductos comestibles son las partes y órganos tales como: corazón, hígado, riñones, timo, ubre, sangre, lengua, sesos o grasa, de las especies de abasto. La carne recién faenada debe tener apariencia marmórea, con superficie brillante, ligeramente húmeda y elástica al tacto. El olor y el color deben ser característicos. La grasa debe ser firme al tacto.

Flores, I (2001), señala que la carne fresca es el músculo proveniente del faenamiento de animales de abasto, aptos para la alimentación humana, sacrificados recientemente sin haber sufrido ningún tratamiento destinado a prolongar su conservación salvo la refrigeración. En términos generales la carne tiene una composición química de aproximadamente 75 % de agua un 18 % de proteína, un 3.5 % de sustancias no proteínicas solubles y un 3 % de grasas, sin embargo es preciso tener en cuenta que la carne es un reflejo post - mortem de un complicado sistema biológico constituido fundamentalmente por tejidos muscular y que este último se haya diferenciado de acuerdo a la función que desempeña en el organismo.

En <http://www.diabetesjuvenil.com> (2005), se indica que el valor nutritivo de la carne radica en su riqueza en proteínas. En efecto las carnes aportan entre un 16 y un 22 % de proteínas y su valor biológico es alto ya que contiene los 8 aminoácidos esenciales Las aves tienen el mismo valor proteico que las carnes de vacuno y porcino, lo que varía es la cantidad de grasa (del 4 al 25%). Las menos grasas son: ternera, caballo, pollo (sin piel), conejo y las más grasas: cerdo, cordero y pato. De todas las carnes de consumo habitual en el mundo occidental, la que menor proporción de grasas posee, es la de las aves de corral como pollo, gallina y pavo, cuyo consumo afortunadamente, ha aumentado hasta más que doblarse en los últimos cincuenta años.

Posiblemente no exista ningún grupo de alimentos, cuyo consumo esté tan condicionado por factores no nutricionales, como las carnes, pero se puede decir que la incorporación de

la carne a la dieta habitual es un hecho relativamente reciente y hasta hace sólo unas décadas era un privilegio de las clases más pudientes. En los últimos años el consumo de carne se ha incrementado acercándose al modelo uniforme de consumo de los países occidentales desarrollados, establecidos en torno a los 70 kg por persona y año. Al contrario que en otros tiempos, no muy lejanos, hoy es raro que en la dieta diaria no entre algún plato a base de carne (<http://www.agroalimentacion.coop>. 2007).

2. Carne de cerdo

El cerdo es una de la carnes más importantes en la historia de la gastronomía de nuestro país, del que todo se aprovecha bien sea en fresco o en forma de jamón, chorizo, morcilla, tocino, paté, etc. Antiguamente, no había casa de campo en la que no se criasen uno o dos cerdos y la preparación y matanza del animal tenía un carácter lúdico y festivo que se esperaba todo el año (<http://www.fdfila.com>. 2004).

En <http://www.agroalimentacion.coop> (2007), se indica que en la carne de cerdo debemos distinguir dos tipos: el blanco y el ibérico. El blanco es el de mayor rendimiento de la canal, mientras que el ibérico, además de suponer una raza porcina específica, se destina sobre todo a la industria de los embutidos y chacinería. Esta carne está más cotizada, debido al coste superior que supone la alimentación especial del animal, aunque también podemos encontrar en el mercado piezas de cerdo ibérico (embutidos, jamones o carne fresca) que han sido alimentados con piensos naturales, lo que reduce además su precio.

a. Valor nutritivo

Nutricionalmente, la carne de cerdo, aporta una media de 18-20 gramos de proteína por 100 gramos de producto. La grasa es el componente más variable, pues depende de varios factores (raza, sexo, edad, corte de la carne, pieza, alimentación, etc.). La carne de cerdo contiene ácidos grasos saturados, poco saludables al estar implicados directamente en el aumento de colesterol en sangre (<http://www.fdfila.com>. 2004).

En <http://www.agroalimentacion.coop> (2007), se señala que en la carne de cerdo también contiene ácidos grasos monoinsaturados (grasa buena) y en proporción superior al resto de carnes. Además, cerca del 70 % de la grasa del cerdo está por debajo de la piel, por lo que,

el carnicero o el propio consumidor puede eliminarla fácilmente. Existe la idea entre la población de que esta carne es rica en colesterol. Pero es inexacto. La carne magra de cerdo posee un nivel más bajo que el de algunas carnes de cordero y vaca.

<http://www.fundacioneroski.es> (2007), indica que en cuanto a minerales, destacan el zinc, fósforo, sodio, potasio y el hierro, en forma de hierro hemo, que se absorbe fácilmente. Los despojos contienen más hierro pero también más colesterol. La carne (tejido muscular), contiene unos 40 a 70 mg de sodio en 100 g de producto fresco, frente a los 200 mg/100 g de la sangre, ingrediente principal de las morcillas; lo que ha de ser considerado en caso de hipertensión arterial. Esta carne no aporta vitaminas liposolubles, a excepción del hígado, rico en vitaminas A y D; pero es fuente importante de vitaminas del complejo B, excepto ácido fólico. Tiene de 8 a 10 veces más tiamina o vitamina B1 que el resto de carnes, y por supuesto, vitamina B12, (sobre todo el hígado y el riñón), que no se encuentra disponible en alimentos vegetales. Además, la carne de cerdo es una de la que menos cantidad de bases púricas contiene. Estas sustancias dan lugar al ácido úrico, elemento restringido en personas que padecen gota.

b. Partes del cerdo

En <http://www.agroalimentacion.coop> (2007), se reporta que del cerdo se aprovecha todo, aunque la parte más “prestigiosa” es el jamón, pernil o pata trasera. Del jamón deshuesado se obtienen las diferentes piezas que se utilizan para filetear. También se puede vender entero o partido en grandes piezas, para cocinarlo asado, así:

- Entre el jamón y las manos está el codillo. Se vende con hueso y es una carne muy gelatinosa.
- Las chuletas se obtienen de la riñonada, la aguja y el pescuezo. La cinta de lomo se saca de esta parte del animal, una vez se ha desprendido del hueso del espinazo y las costillas.
- También el solomillo se extrae habitualmente de la zona de la riñonada.
- La paleta es la pata delantera. Es muy tierna y jugosa. Se puede filetear o vender entera para realizar deliciosos asados y guisos.
- Las manos son muy gelatinosas y carnosas y se utilizan para guisos, rellenas o rebozadas.
- La panceta es la falda del cerdo, con piel y ternillas. Acompaña muy bien los guisos y asados preparados con otras partes del animal. Se puede adquirir salada o convenientemente ahumada.
- El tocino es la capa de grasa que acompaña a la piel y a la carne. Es más gruesa en la zona del lomo y en la del jamón. De la cabeza se aprovecha prácticamente todo, la careta o morro, las orejas, los sesos, la lengua y la papada.

B. CONTAMINACIÓN, CONSERVACIÓN Y ALTERACIÓN DE CARNES Y PRODUCTOS CÁRNICOS

1. Contaminación

Se admite que la masa interna de la carne no contiene microorganismos o estos son escasos, habiéndose, no obstante, encontrado gérmenes en los ganglios linfáticos, médula ósea e incluso en el mismo músculo. En los ganglios linfáticos de los animales de carnes rojas se han aislado estafilococos, estreptococos, clostridium y salmonella. Las prácticas comunes en los mataderos eliminan los ganglios linfáticos de las partes comestibles. Sin embargo, la contaminación más importante es de origen externo y se produce durante la sangría, desuello y cuarteado, los microorganismos proceden principalmente de las partes externas del animal (piel, pezuña y pelo) y del tracto intestinal. Los métodos "humanitarios" de sacrificio recientemente aprobados, ya sean mecánicos, químicos o eléctricos, dan lugar, por sí mismo, a escasa contaminación, pero la incisión y la sangría que se efectúan a continuación puede determinar una contaminación importante. Cuando los cerdos y aves se sacrifican por el método clásico con el cuchillo, las bacterias que contaminan este pronto se pueden encontrar en las carnes de las diversas partes de la canal, vehiculadas por la sangre y linfa. En la superficie externa del animal, además de su flora natural existe un gran número de especies de microorganismos del suelo, agua, piensos y estiércol, mientras que el intestino contiene los microorganismos propios de esta parte del aparato digestivo. Los cuchillos, paños, aire, manos y ropa del personal pueden actuar como intermediarios de contaminación. Durante la manipulación posterior de la carne puede haber nuevas contaminaciones, a partir de las carretillas de transporte, cajas u otros recipientes, así de otras carnes contaminadas, de aire y del personal. Ciertas máquinas como picadoras, embutidoras y otras, pueden aportar microorganismos perjudiciales en cantidades importantes y lo mismo pueden hacer algunos ingredientes de productos especiales, como son los rellenos y especias. El crecimiento de microorganismos en las superficies que entran en contacto con la carne y en las mismas carnes pueden hacer que aumenten mucho su número (Encarta, 2003).

Debido a la gran variedad de fuentes de contaminación, los tipos de microorganismos que suelen encontrarse en la carne son muchos. Mohos de diferentes géneros, llegan a la superficie de la carne y se desarrollan sobre ella. Son especialmente interesante las especies de los géneros Cladosporium, Sporotrichum, Geotrichum, Thamnidium, Mucor, Penicillium, Alternaria y Monilia. A menudo se encuentran levaduras, especialmente no esporuladas. Entre las muchas bacterias que pueden hallarse, las más importantes son las de género Pseudomonas, Alcaligenes, Micrococcus, Streptococcus, Sarcina, Leuconostoc, Lactobacillus, Proteus, Flavobacterium, Bacillus, Clostridium, Escherichia, Salmonellas y Streptomyces. Muchas de estas bacterias crecen a temperatura de refrigeración. también es

posible la contaminación de la carne y de sus productos por gérmenes patógenos del hombre, especialmente de origen entérico (<http://www.tecnoalimentos.com>. 2001).

2. Conservación

La conservación de la carne, así como de casi todos los alimentos perecederos, se lleva a cabo por una combinación de métodos. El hecho de que la mayoría de las carnes constituyan excelentes medios de cultivos con humedad abundante, pH casi neutro y abundancia de nutrientes, unido a la circunstancia de que pueden encontrarse algunos organismos en los ganglios linfáticos, huesos y músculos ya que la contaminación por organismos alterantes es casi inevitable. Hace que su conservación sea más difícil que la de la mayoría de los alimentos (<http://www.sancan.com>. 2001).

C. PRINCIPIOS DE HIGIENE DE ALIMENTOS

1. Los alimentos como vehículos de propagación de enfermedades

Los alimentos presentan siempre microorganismos en su superficie o en su interior. Estos microorganismos pueden ser, atendiendo a su origen, endógenos (ya presentes en el interior de las estructuras del alimento donde pueden provocar zoonosis, enfermedades animales no transmisibles al hombre y enfermedades vegetales no transmisibles al hombre) o exógenos (se incorporan al alimento durante su manipulación y procesado); y, atendiendo a su relación con el consumidor, pueden ser agentes patógenos o alterantes (saprófitos). Los agentes endógenos o son inocuos (patógenos de plantas) o son eliminados en mataderos (animales enfermos) o durante el procesado (pasteurización, emulsión, etc.). En cualquier caso, los alimentos son una vía importante de transmisión de microorganismos que pueden causar infecciones e intoxicaciones que, en general tienen un tiempo de incubación corto (2-10 h.) y suelen cursar con síndromes gastrointestinales. Puesto que algunas de estas patologías tienen una DMI (dosis mínima infectiva) muy baja es muy necesaria la higiene de los alimentos y de los procesos de elaboración, por lo que puede prevenirse mediante un tratamiento adecuado del alimento; sin embargo hay que extremar este cuidado cuando se trata de producción de alimentos o comidas a gran escala puesto que en estas condiciones es más factible una contaminación que produce un elevado número de víctimas (<http://www.unavarra.es>. 2007).

a. Puntos críticos: análisis y tratamiento

En la elaboración de un alimento se pueden identificar una serie de pasos en los que puede producirse la contaminación del alimento por microorganismos o en los que los microorganismos ya presentes en el alimento pueden multiplicarse con mayor facilidad. Estos pasos del proceso se denominan puntos críticos y sobre ellos hay que actuar a la hora de mejorar las características microbiológicas del alimento en cuestión (<http://www.unavarra.es>. 2007).

- Un producto tiene buena calidad microbiológica cuando sus cargas microbianas son reducidas y constantes (esto es, no presentan variaciones estacionales o de cualquier otro tipo de periodicidad que impiden que el producto sea homogéneo a lo largo del tiempo).
- Para lograr un aumento de la calidad microbiológica de un alimento lo que hay que hacer es determinar en la Industria cuáles son los puntos críticos del proceso y evitarlos siguiendo un código estricto de Buenas Prácticas de Elaboración y Distribución del alimento (BPE).
- La prevención, por tanto, está en evitar manufacturar productos de baja calidad microbiológica y no en comprobar la calidad microbiológica de los ya elaborados (lo que representa una relación costo - beneficio muy baja por la gran cantidad de muestras que es necesario analizar).

b. Función del control microbiológico de los alimentos

El análisis microbiológico de alimentos no tiene carácter preventivo sino que simplemente es una inspección que permite valorar la carga microbiana. Puesto que el control microbiológico es un proceso analítico es necesario seguir una serie de criterios sobre la toma de muestras y el análisis microbiológico de los productos finales (<http://www.unavarra.es>. 2007).

En este sentido, es necesario considerar:

- La distribución desigual de los microorganismos en los alimentos, lo que hace necesario seguir un esquema de toma de muestras para obtener resultados

representativos

- El número de criterios utilizados a la hora de juzgar la calidad microbiológica de los alimentos debe limitarse al mínimo necesario para así poder aumentar el número de análisis.

Los criterios de análisis aplicados han de ser específicos de cada alimento porque son diferentes los microorganismos en cada tipo de alimento.

2. Las contaminaciones alimentarias

Chango, F (2003), reporta que el diario Hoy Digital (1999), hace una publicación con el título ¡Cuidado con la *Escherichia coli!*, sobre el peligro de los alimentos contaminados que se expenden, donde se señala lo siguiente:

- Unos tres mil locales, de los 15 mil que existen en Quito, no cumplen las condiciones sanitarias para expender alimentos libres de bacterias. La Dirección de Higiene del Municipio de la ciudad ha clausurado, hasta la actualidad, 1.500. El titular de ese organismo, Fernando Astudillo, sostiene que los productos más contaminados son los cárnicos y los lácteos. Las causas, según Gonzalo Sandoval, experto en intoxicaciones alimentarias, se hallan en el manejo, manipulación y almacenamiento de la comida.
- Fernando Astudillo sostiene que, del total de alimentos que se consumen en Quito, solo de 60 a 65% son aptos para el consumo humano. Sus estadísticas semestrales así lo demuestran. El resto, entre 35 y 40%, están calificados como no aptos para el consumo. Una cifra escalofriante, según Sandoval, porque demuestra que casi toda la población puede estar expuesta a las intoxicaciones alimentarias. En el Hospital Baca Ortiz de Quito, estos casos son el pan de cada día.
- El 90% de las intoxicaciones son producidas por el estafilococo, bacteria que se encuentra en las mucosas, generalmente en las fosas nasales de quienes manipulan los alimentos. Producen diarrea y vómitos, pero no son graves, porque son autolimitadas.

- El restante 10% de intoxicaciones se deben, principalmente, a dos bacterias: la *Shigella* y el *Escherichia coli*. El segundo es un coliforme que se encontró, en gran proporción, en la leche pasteurizada que se expendía en Cuenca, según lo denunció HOY, en su edición del 24 de junio del 2004. La *Shigella* y el *Escherichia coli* son peligrosos porque invaden la pared intestinal y causan inflamación y secreción de moco y sangre. "Después de un tiempo de evolución -sostiene Sandoval-, si no recibe tratamiento oportunamente, la infección se disemina y pone en peligro la vida del paciente".
- De todos los alimentos examinados en el Instituto Izquieta Pérez, cárnicos y lácteos son los más contaminados por estafilococos y coliformes. Según el director de Higiene del Municipio, los controles se han intensificado, pero no pueden garantizar que 100% de los alimentos que se expenden en Quito sean aptos para el consumo, lo que incluso aceptaría la Organización Panamericana de la Salud".

3. Toxiinfecciones alimentarias (TIAs)

Una toxiinfección alimentaria es una enfermedad originada en el hombre al ingerir alimentos que contienen microorganismos viables o las toxinas que se producen cuando éstos se multiplican en los alimentos. Un brote de toxiinfección alimentaria se denomina a aquellos episodios que afectan a dos o más individuos (excepto para el botulismo, ya que debido a su gravedad se consideran a partir de una única persona) que poseen alteraciones gastrointestinales después de haber ingerido un mismo alimento y tras un análisis alimentario se comprueba que es el alimento el causante de esa sintomatología. El número de TIAs en los países desarrollados, a diferencia de lo que se podría creer, ha aumentado debido a que en estos países se tiende a unos hábitos de vida que favorecen la aparición de estas enfermedades. En nuestra vida cotidiana tendemos a consumir alimentos preparados. Si en la elaboración de estos platos existen alteraciones, numerosas personas se verán afectadas. Además cada día el consumidor demanda más alimentos bajos en aditivos, los cuales son una manera eficaz de evitar la presencia de microorganismos (<http://www.canalsalud.com>. 2002).

D. ALTERACIONES DE LA CARNE

1. Propiedades físicas de la carne

La proporción de superficie muscular expuesta al exterior tiene gran influencia en la velocidad de alteración, porque allí suelen encontrarse la mayor parte de los microorganismos y los aerobios pueden disponer de aire suficiente. La grasa, que es capaz de proteger algunas superficies, es a su vez susceptible de alteraciones, principalmente de naturaleza química y enzimática. El picado de la carne aumenta mucho la superficie expuesta al aire, por lo que favorece el crecimiento microbiano y además al picarla se desprende jugo, que facilita la distribución de los microorganismos por toda la carne. La piel es un agente protector, aunque también en su propia superficie se desarrollen los microorganismos (<http://www.tecnoalimentos.com>. 2001).

2. Propiedades químicas de la carne

La carne en general es un buen medio de cultivo para los microorganismos. El contenido en agua es importante para determinar la posibilidad de que crezcan microorganismos y el tipo de los mismos que crecerán, especialmente en la superficie, donde puede haber más desecación. La superficie puede estar tan seca que no permita el crecimiento microbiano; puede tener una ligera humedad que permita el crecimiento de mohos; una humedad algo mayor que permita el de levaduras, y si están muy húmedas crecerán las bacterias. Los microorganismos tienen a su disposición una cantidad abundante de nutrientes, pero la gran proporción de proteínas y el escaso contenido en hidratos de carbono que favorece el desarrollo de los tipos fermentativos capaces de utilizar las proteínas y sus productos de degradación como fuentes de carbonos, nitrógeno y energía. El pH de la carne cruda varía entre 5,7 y 7,2, dependiendo de la cantidad de glucógeno presente al efectuarse el sacrificio y de los cambios sufridos después. Un pH más alto favorece el desarrollo de los microorganismos. Un pH más bajo lo frena y a veces actúa selectivamente, permitiendo, por ejemplo, solo el desarrollo de las levaduras (<http://www.agroalimentacion.coop>. 2007).

3. Disponibilidad de oxígeno

Las condiciones de anaerobiosis presentes en las superficies de las carnes favorecen el desarrollo de mohos y levaduras y el de las bacterias aerobias. Dentro de las piezas de carnes reinan las condiciones anaerobias que tienden a mantenerse porque el potencial de óxido – reducción se halla compensado a un nivel muy bajo; en la carne picada el oxígeno se difunde lentamente al interior y eleva el potencial de óxido – reducción, a menos que el embalaje sea impermeable. La anaerobiosis favorece la putrefacción (Encarta 2003).

4. Temperatura

En <http://www.agroalimentacion.coop> (2007), se indica que la carne debe almacenarse a una temperatura ligeramente superior a la de congelación, permitiendo solo el desarrollo de los gérmenes psicótrofos. Los mohos, las levaduras y las bacterias psicótrofas se desarrollan lentamente y producen ciertos defectos, en estas condiciones es muy difícil la putrefacción. Como ocurre en la mayoría de los alimentos, la temperatura tiene una importancia decisiva en la selección del tipo de microorganismos que crecerán y, en consecuencia, del tipo de alteraciones producidas.

- A temperaturas de congelación, por ejemplo, está favorecido el desarrollo de los gérmenes psicrófilos y es probable que tenga lugar la proteólisis producida por una de las especies bacterianas dominantes, seguida de la utilización de pépticos y aminoácidos por especies secundarias.
- A la temperatura atmosférica ordinarias se desarrollan, en cambio, los gérmenes mesófilos, como las bacterias coliformes, y especies de los géneros bacillus y clostridium, que producen ácido a partir de las limitadas cantidades de carbohidratos presentes.

5. Alteraciones sufridas en condiciones de aerobiosis

a. Mucosidad superficial

Causada por ciertas especies pertenecientes a los géneros Pseudomonas, Alcaligenes, Streptococcus, Leuconostoc, Bacillus y Micrococcus. A veces se debe a ciertas especies de lactobacillus. La temperatura y la cantidad de agua disponibles influyen en el tipo de microorganismo causante de esta alteración. A temperaturas de refrigeración, la humedad abundante favorecerá el crecimiento de las bacterias pertenecientes al grupo Pseudomonas – Alcalifenes; con menos humedad, como en las salchichas de Frankfurt, se verán más favorecidos los micrococcos y levaduras, y si aun es menor pueden crecer mohos (<http://www.microbiología.com>. 2004).

b. Modificadores del color de los pigmentos de la carne

El típico color rojo de la carne puede cambiar a tonalidades diversas; verde, pardo o gris, a debido a la producción por las bacterias de ciertos compuestos oxidantes, como los peróxidos o el sulfuro de hidrógeno. El color verde de las salchichas se debe, al parecer, a especies de lactobacillus especialmente heterofermentativas y *Leuconostoc* (<http://www.microbiología.com>. 2004).

c. Modificaciones sufridas por las grasas

Las bacterias lipolíticas son capaces de producir lipólisis y acelerar la oxidación de estas sustancias. El enranciamiento de la grasa puede estar producido por especies pertenecientes a los géneros *Pseudomonas* y *Achromobacter* o por levaduras (<http://www.microbiología.com>. 2004).

d. Fosforescencias

Es un defecto poco frecuente causado por las bacterias luminosas o fosforescentes que se desarrollan en las superficies de las carnes, como algunas especies de *Photobacterium* (<http://www.microbiología.com>. 2004).

e. Diversos colores superficiales producidos por bacterias pigmentadas

Pueden producirse manchas rojas ocasionadas por *Serratia marcescens* u otras bacterias con pigmentos rojos. *Pseudomonas synchyaneas* pueden dar una coloración azul a la superficie. Las bacterias con pigmentos amarillos producen coloración de ese tono, debida, en general, a especies pertenecientes a los géneros *Micrococcus*, *Flavobacterium*, *Chromobacterium* y otras bacterias producen manchas de coloración verde azuladas o pardo negruzca en la carne almacenada en la carne almacenada. La coloración purpúrea de "tinta de estampilla" está producida en la grasa superficial por cocos y bacilos provistos de pigmentos amarillos. Cuando la grasa se enrancia y aparecen los peróxidos, el amarillo se transforma en verde, y finalmente, adquiere una coloración entre azul y púrpura (<http://www.microbiología.com>. 2004).

f. Olores y sabores extraños

El llamado "husmo", olor o sabor poco agradable que aparece en la carne a consecuencia del crecimiento bacteriano en la superficie, es con frecuencia el primer síntoma de alteración que se hace evidente. Casi todas las alteraciones que producen un olor agrio reciben el nombre general de "agriado". Dicho olor puede ser debido a ácidos volátiles, por ejemplo fórmico, acético, butírico y propiónico, e incluso el crecimiento de levaduras. El sabor "a frigorífico" es un término indefinido que identifica cualquier sabor a viejo o pasado. Los actinomicetos pueden ser responsables de cierto gusto a moho o a tierra. Las levaduras son capaces de desarrollarse en condiciones de aerobiosis en las superficies de las carnes, produciendo una película superficial viscosa, lipólisis, olores y sabores extraños y coloraciones anormales: blanca, crema, rosada o parda, causadas por los pigmentos de las levaduras (<http://www.embutidos.com>. 2002).

6. Alteraciones producidas por microorganismos anaerobios

a. Agriado

Significa olor (y a veces sabor) agrio. Puede deberse a los ácidos ascéticos, fórmico, butírico, propiónico, ácidos grasos superiores u otros ácidos orgánicos tales como el láctico o succínico. Puede deberse a las propias enzimas de la carne durante el envejecimiento o maduración; producción anaerobia de los ácidos grasos o ácido láctico por acción bacteriana, o proteólisis, sin putrefacción producidas por bacterias facultativas o anaerobias y la que a veces se denomina "fermentación agria hedionda". Las especies butíricas del género *Clostridium* y las bacterias coliformes producen ácido y gas al actuar sobre los carbohidratos. En las carnes empaquetadas al vacío, especialmente si el material de envoltura es impermeable a los gases, suelen crecer las bacterias lácticas (<http://www.microbiología.com>. 2004).

b. Putrefacción

<http://www.microbiología.com> (2004), indica que la auténtica putrefacción consiste en la descomposición anaerobia de las proteínas con la producción de sustancias malolientes: sulfuro de hidrógeno, mercaptanos, indol, escatol, amoníaco, aminas, etc. Se debe, en general, a especies del género *Clostridium*. A veces, sin embargo, está producida por bacterias facultativas, actuando por sí misma o colaborando en la producción, como se pone de manifiesto al comprobar la larga lista de especies denominadas "putrefaciens", "putrificum", "putida", etc., se debe, en general a especies del género *Proteus*. La confusión a que se presta el término "putrefacción" se debe a que suele aplicarse a cualquier tipo de alteración que va acompañada de olores desagradables, ya sea la descomposición anaerobia de proteínas o la degradación de otros compuestos incluso no nitrogenados. La putrefacción producida por los clostridiums se acompaña de la formación de gas (hidrógeno y dióxido de carbono).

E. MÉTODOS GENERALES DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS

1. Principios de garantía de la calidad microbiológica de los alimentos

El análisis microbiológico de alimentos no tiene carácter preventivo sino que simplemente es una inspección que permite valorar la carga microbiana. Por tanto, no se puede lograr un aumento de la calidad microbiológica mediante el análisis microbiológico, sino que lo que hay que hacer, es determinar en la Industria cuáles son los puntos de riesgo de contaminación (llamados Puntos Críticos del proceso) y evitarlos siguiendo un código estricto de Buenas Prácticas de Elaboración y Distribución del alimento (BPE). La prevención, por tanto, está en evitar manufacturar productos de baja calidad microbiológica y no en comprobar la calidad microbiológica de los ya elaborados. En el desarrollo de las BPE hay que hacer un análisis del riesgo consistente en determinar el peligro para la salud humana de un factor patógeno presente en un alimento y el medio como puede reducirse ese riesgo hasta valores infinitesimales por medios tecnológicos. Este riesgo depende de de la DMI (Dosis Mínima Infecciosa) del microorganismo y de los valores del mismo que se encuentren en el alimento; así mismo hay que valorar la carga inicial de microorganismos en cada una de las raciones del alimento, y el número de raciones o partes consumidas por la población en un determinado tiempo (<http://www.unavarra.es>. 2007).

2. Generalidades sobre la toma de muestras y el análisis microbiológico de

los productos finales

a. Principios ecológicos

Es necesario considerar la distribución desigual de los microorganismos en los alimentos, lo que hace necesario seguir un esquema de toma de muestras para obtener resultados representativos. El número de criterios utilizados a la hora de juzgar la calidad microbiológica de los alimentos debe limitarse al mínimo necesario para así poder aumentar el número de análisis. Los criterios de análisis aplicados han de ser específicos de cada alimento porque son diferentes los microorganismos patógenos y alterantes de cada tipo de alimento (<http://www.unavarra.es>. 2007).

b. Fundamentos de los procedimientos analíticos

Según <http://www.unavarra.es> (2007), el factor más importante en el análisis es el muestreo, que incluye:

- Evaluación de la muestra necesaria para evitar la distorsión producida por los microorganismos que se encuentran en diferentes partes de las superficies, por ejemplo de las canales o de las máquinas, sistemas de alimentos heterogéneos (ensaladas, platos congelados, etc.).
- Determinación del modo óptimo de remoción del microorganismo de la muestra o lugar de muestreo.
- La evitación de la contaminación ambiental durante la toma o transporte de muestras.

c. Transporte de muestras

<http://www.unavarra.es> (2007), señala que es importante evitar que durante el transporte de las muestras se produzca:

- Multiplicación de los microorganismos presentes.
- Inactivación de algún microorganismo.

En general es conveniente hacer el transporte a temperaturas del entorno de 0° C por un tiempo no superior a las 24 horas, excepto en el caso de gérmenes termotrofos.

d. Confianza en los procedimientos

Normalmente es necesario detectar bacterias que suponen entre 10^{-4} y 10^{-7} de la flora normal del alimento, flora ésta inocua. Es necesario utilizar medios selectivos para detectar estos microorganismos presentes en proporciones tan bajas. Como norma general conviene probar experimentalmente los medios usados para determinar su selectividad y su productividad; así como no debe usarse un medio diseñado para un producto en otro producto diferente porque las condiciones ecológicas pueden ser diferentes dando lugar a una distorsión de los resultados (<http://www.unavarra.es>. 2007).

e. Evaluación sistemática de los medios de cultivo

Dada la variabilidad debida a pequeños errores en la preparación de los medios de cultivo, tanto los generales como los selectivos, es necesario hacer controles periódicos que permitan comprobar tanto que las bacterias buscadas crecen incluso a partir de células aisladas (colonias aisladas) como que las bacterias de la flora general son satisfactoriamente inhibidas (no crecen salvo cuando se siembra un gran volumen). Este tipo de control de los medios de cultivo se denomina ecométrico (<http://www.unavarra.es>. 2007).

f. Necesidad de valores de referencia

Es necesario comparar los resultados con valores microbiológicos de referencia. Estos valores de referencia no son formulaciones teóricas de la carga microbiana aceptable, sino los valores obtenidos cuando la producción del alimento se ha ajustado a las BPE (Buenas Prácticas de Elaboración). La Microbiología de alimentos puede evaluar el riesgo asociado a estos valores de referencia y cuantificar los valores asociados a un alimento concreto para medir su alejamiento de la referencia (<http://www.unavarra.es>. 2007).

3. Muestreo

a. Muestreo único

Cuando hay que hacer un muestreo de una partida única de alimento hay que considerar que los datos de mayor importancia los proporcionan las normas de elaboración y conservación del alimento. Esto es especialmente importante en partidas de alimentos importados. Ningún muestreo único puede dar una garantía total de calidad microbiológica; si se analizan 30 muestras de una partida suficientemente grande y no aparece ninguna en malas condiciones microbiológicas, aún hay una probabilidad razonable de que el 10% del lote sea microbiológicamente defectuoso. Como norma general, si se trata de un lote desconocido es conveniente analizar un número de muestras equivalente al 1% si el lote es grande y al 10% si es pequeño. Cuando se analiza una muestra única el mejor criterio de seguimiento son las especificaciones del fabricante. Las muestras únicas están siempre sometidas a una gran probabilidad de falsos negativos (<http://www.unavarra.es>. 2007).

b. Analisis repetido

Se pueden definir dos tipos de riesgo microbiológico: (a) el riesgo del consumidor: probabilidad de aceptación de lotes substandard y (b) el riesgo del fabricante: probabilidad de rechazo de lotes substandard. Un sistema de muestras basado en el análisis de 10 muestras al azar y rechazo del lote cuando se detecte una defectuosa obligará al fabricante a establecer medidas de seguridad suficientes para proteger adecuadamente al consumidor (<http://www.unavarra.es>. 2007).

c. Planes de muestreo de tres categorías

Se aceptan con condiciones algunos alimentos que sobrepasen la norma microbiológica establecida conforme a los valores microbiológicos de referencia. Clase: aceptable, grado intermedio, inaceptable. En aquellos casos en que el obtener valores más altos que los de referencia no hace inaceptable el alimento (<http://www.unavarra.es>. 2007).

d. Toma de muestras representativas

Una vez decidido el número de muestras que hay que tomar, han de seleccionarse éstas de forma estadísticamente representativa utilizando tablas de número al azar. Dentro de cada unidad hay que tomar muestras representativas de todos los constituyentes del alimento, para ello se debe homogeneizar la muestra usando batidoras o stomacher (<http://www.unavarra.es>. 2007).

F. ÁCIDOS ORGÁNICOS PARA EL CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LA CARNE

1. El ácido láctico

<http://www.senasa.gov.ar> (2007), reporta que el ácido láctico se obtiene por la fermentación láctica de azúcares; el mismo que puede contener los productos de la condensación como el ácido láctico, lactate y dilactide. Los productos comunes de comercio son 50-90% soluciones. El ácido Láctico es higroscópico y cuando se concentra hirviendo o por la destilación forma los productos de la condensación que hidroliza al ácido láctico en la dilución y calentando en el agua, es un ácido orgánico ampliamente utilizado por sus propiedades antimicrobianas. Los resultados han dependido de la concentración de ácido láctico aplicada sobre la carne y el tiempo de contacto, encontrándose el mejor resultado en los muslos de pollo que se sumergieron en una solución de ácido láctico al 5% durante 5 minutos.

Señala además, que el ácido láctico se podría usar como descontaminante en la carne de pollo refrigerada teniendo en cuenta que no se altera el olor, textura y sabor del producto, pero se produce, sin embargo, la decoloración en la carne, lo que limita la aceptación general del producto en el análisis sensorial.

Entre las principales características se tiene:

- Nombre Químico: ácido láctico
- Fórmula química: $C_3H_6O_3$
- Pureza: No menos de 95.0%.
- Color: Ligero color a líquido almibarado o blanco, sólido amarillo o polvo

El ácido láctico es considerado como el más importante dentro de los ácidos orgánicos formados durante las fermentaciones, por la alta acidez que induce en el medio. Este ácido posee una acción bactericida que permite ejercer un control efectivo de la actividad microbiana (Ojeda, F. 2000).

2. El ácido peracético

<http://www.senasa.gov.ar> (2007), señala que el ácido peracético, actúa de una manera similar a la de los clorógenos, es decir, con un amplio poder oxidante, pero su acción es mucho menos corrosiva. A su favor debe señalarse que tiene el mayor espectro de acción de todos los desinfectantes químicos. Su acción es rápida aún a temperaturas de congelamiento. Es efectivo en presencia de materia orgánica y de aguas duras. Por requerir bajas concentraciones de uso su costo es muy moderado. Prácticamente, no genera espuma, por lo que resulta muy fácil de enjuagar. No afecta al medio ambiente y en poco tiempo deja como residuo agua, oxígeno y ácido acético. No mancha y si se almacena concentrado resulta estable durante largo tiempo. Posee algunas desventajas. Entre ellas, su fuerte olor a vinagre en soluciones concentradas y que en estas condiciones debe manejarse muy cuidadosamente. Uno de los factores negativos es cuando no se les da el tiempo de acción necesario, lo que se traduce en resultados no satisfactorios. Algo semejante ocurre cuando se los diluye en exceso. Sin embargo, la situación es peor cuando se lo sobredosifica, porque pueden ser tóxicos para los manipuladores o consumidores, contaminar el medio ambiente e incrementar los costos de su aplicación.

En cambio, la línea de productos de ácido peracético ofrece algunas características únicas para el control microbiano, como el pH bajo, el cual aumenta la vulnerabilidad de las células, y esto combinado con la capacidad oxidante del peracético. Los organismos que existen en los procesos de faenamiento causan enfermedades, pero el uso del ácido peracético controla microorganismos tales como Salmonelas, Lysteria, Campylobacter y Escherichia. Para el tratamiento de carnes rojas con ácido peracético también ha sido eficaz en la reducción del cargamento microbiano asociado a Typhimurium de salmonelas, E. Coli y Monocytogenes de Listeria.. Es más económico que el portador estándar actual en este segmento, el ácido láctico

G. VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA DE LA CARNE Y DE LOS PRODUCTOS CÁRNICOS

1. Generalidades

Picallo, A (2002), reporta que la evaluación sensorial es una herramienta necesaria en todo el ámbito alimenticio, sirviendo como punto de control de calidad en industria, como técnica para el desarrollo de productos o metodología para la caracterización de productos nuevos o disponibles en el mercado. Es una herramienta útil para conocer la opinión de los consumidores, la cual es de relevante importancia en los mercados actuales. El producto en el mercado tendrá aceptación o no, podemos ver el grado de aceptabilidad de los mismos con herramientas simples y bien utilizadas. La evaluación sensorial existió desde los comienzos de la humanidad, considerando que el hombre es el primer animal que eligió sus alimentos, buscando una alimentación estable y agradable.

2. Pruebas de preferencia

Picallo, A (2002), señala que existen distintos tipos de pruebas que uno puede ensayar, según lo que uno esté buscando. Cuando uno necesita caracterizar un producto, realiza un perfil del mismo, donde se estudia el producto y caracteriza en una serie de “atributos”. Los atributos sensoriales son, en general, todo lo que se percibe a través de los sentidos. Se puede hacer una división de los atributos de acuerdo con los sentidos por los que son percibidos, utilizándose generalmente los siguientes aspectos y sus consideraciones:

Atributos del aspecto y el color:

- Color de la carne
- Uniformidad del aspecto
- Relación tocino/grasa
- Relación carne/grasa
- Superficie
- Humedad superficial
- Elementos extraños
- Presencia y cantidad de agujeros
- Color de la grasa
- Aspecto del cuero
- Espesor del cuero

Atributos de Aroma y “Sabor”:

- Aroma típico
- Aroma ahumado
- Aromas extraños
- “Sabor” a cerdo
- “Sabor” ahumado
- Sabores extraños

Atributos de la Textura:

- Consistencia de la grasa
- Untuosidad

– Terneza

H. BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA ESPECÍFICAS PARA LAS LÍNEAS DE FAENA DE CERDOS

De acuerdo al Código Alimentario Argentino (1998), las Buenas Prácticas de Manufactura para las diferentes líneas de proceso, apuntan a asegurar el desarrollo higiénico de cada proceso mediante recomendaciones aplicables a una determinada etapa de la línea.

Los animales enviados a faena deberían ser tratados de manera humanitaria en el período previo a su muerte, no sólo por razones éticas, sino también porque el manejo apropiado, minimizando estrés, disminuye los riesgos de pérdidas de peso, las contusiones y los efectos negativos sobre la calidad de la carne (Gallo, C. 2007).

1. Estabulación

La etapa de estabulación consiste en un tiempo de reposo del animal en las instalaciones del matadero, a fin que los animales se recuperen de los efectos negativos del transporte. Durante la estabulación, se tienen que tener presentes las siguientes consideraciones (Código Alimentario Argentino, 1998):

- Se deben evitar las lesiones provocadas de un animal a otro y la contaminación cruzada de animales, ya sea por suciedad del local o por contacto con animales enfermos.
- Se deben limpiar y desinfectar los establos a emplear antes de la llegada de nuevos lotes.
- Se debe realizar una inspección veterinaria severa durante esta etapa y/o justo antes de la siguiente que permita diferenciar y separar los animales enfermos.

2. Insensibilización

Los animales pierden la conciencia muy lentamente por efecto de la sangría, por lo cual el uso de métodos de insensibilización es muy importante desde el punto de vista de evitar sufrimiento. El objetivo de la insensibilización es lograr que el animal quede inmediatamente inconsciente y se mantenga así hasta la muerte, es decir no sienta dolor al realizar la sangría que le producirá la muerte. Como principio básico, posterior a la insensibilización, se debe realizar la sangría lo más prontamente posible, para evitar el retorno a la conciencia y el sufrimiento del animal antes de la muerte (Gallo, C. 2007).

a. Efectividad de la insensibilización

Para que un método de insensibilización sea efectivo se requiere, además de usar un método indicado según la especie, que existan las condiciones que se presentan a continuación (Gallo, C. 2007):

- El noqueador debe estar debidamente capacitado en el uso de los métodos de insensibilización a aplicar. Además debe estar capacitado para reconocer cuando un animal no ha sido correctamente noqueado y tomar las medidas necesarias para solucionar esta situación.
- El equipo utilizado debe ser mantenido y operado de manera apropiada según las recomendaciones del fabricante, particularmente en lo que se refiere a especie y tamaño del animal.
- Siempre se debe contar con un equipo de insensibilización de respaldo alternativo.
- El animal se debe encontrar adecuadamente inmovilizado y ser insensibilizado tan pronto como sea posible.
- El equipo de insensibilización debe ser aplicado de manera correcta.
- El animal que ha sido insensibilizado, debe ser sangrado tan pronto como sea posible.

Así mismo, mientras no haya un sangrador disponible, no se debe insensibilizar al animal.

- Se debe chequear que el animal noqueado esté realmente inconsciente. Cualquier animal que muestre signos de recuperación de conciencia debiera ser re-noqueado inmediatamente.

3. Sacrificio

Según el Código Alimentario Argentino (1998), al conducir los animales al punto de sacrificio, éstos pueden lastimarse unos a otros y sufrir estrés. Para prevenir estos inconvenientes, se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Se debe evitar asustar a los animales, gritarles o emplear picanas, ya que la conducción debe realizarse en la forma más tranquila posible.
- El desangrado que debe realizarse tiene que ser rápido pero realizado cuidadosamente. Los cuchillos empleados pueden ser un foco de diseminación de los microorganismos presentes en la piel del animal al resto del organismo, en el momento de efectuarse la sección de los vasos. Como medida preventiva, se deben utilizar dos cuchillos, uno para seccionar la piel y otro para los vasos sanguíneos.
- En toda la etapa de sacrificio hay que tener en cuenta que los materiales y el personal que entran en contacto con la piel pueden ser un foco de contaminación cruzada de microorganismos. Por este motivo, se deben tomar medidas preventivas, como mantener un alto nivel de higiene, desinfectando el equipo entre sacrificios y restringiendo los movimientos de los operarios que trabajan en este punto. Para desinfectar los cuchillos utilizados se tiene que recurrir a un esterilizador, con agua caliente entre 80° y 84°C.

Desangrado el animal si no es desollado inmediatamente, debe procederse a su escaldado en agua a temperatura adecuada o en su defecto el depilado podrá hacerse por flameado (chamuscado).

a. Consideraciones en relación a la sangría

La sangría es el procedimiento mediante el cual se cortan las carótidas y yugulares a nivel del cuello o los vasos sanguíneos que emergen del corazón en la entrada del tórax con la finalidad de producir la muerte del animal por pérdida de sangre y/o solamente la eliminación de la sangre (Gallo, C. 2007).

- La herida de la sangría se debe hacer con el animal insensibilizado, utilizando un cuchillo para cortar piel y otro para seccionar los vasos sanguíneos. Este último debe ser lo suficientemente largo para alcanzar los vasos que salen y entran al corazón.
- Los cuchillos para realizar la sangría deben mantenerse adecuadamente afilados y libres de óxido y suciedad. Los cuchillos deben ser desinfectados entre cada animal.
- Las operaciones de faena como desolle o corte de patas y cabeza, no deben iniciarse antes de efectuada la sangría o hasta que cesen todos los movimientos reflejos.

4. Escaldado

El riesgo más frecuente en la etapa del escaldado es la contaminación cruzada a partir del agua del escaldador, ya que a medida que se va realizando la operación el agua se va contaminando debido a la suciedad de la piel, exudados y heces de los animales. Contaminada de esta manera, el agua, puede afectar a la canal por penetración en el sistema vascular y distribución a músculos y órganos. Con el fin de reducir la contaminación del agua de escaldado, se aconseja duchar a los cerdos con una solución bactericida antes de ingresar al escaldador. Además se recomienda aumentar la temperatura del agua de escaldado a 60°C, a fin de controlar el crecimiento bacteriano. Se debe tener un buen control de la temperatura para evitar un cocido superficial. El agua se debe renovar mediante corrientes de agua limpia que circulen en sentido contrario al de los cerdos (Código Alimentario Argentino, 1998).

5. Depilación

La depilación puede reducir el recuento microbiano si se realiza a altas temperaturas. Como en esta etapa pueden ocurrir recontaminaciones, es necesario realizar una limpieza frecuente y profunda de los equipos a emplear. A continuación, se procede al quemado de los pelos restantes por medio de un flash de gas conocido también como soplete con llama (Código Alimentario Argentino, 1998).

6. Evisceración

La operación de evisceración requiere cierta habilidad del operario para no romper ninguna víscera, ya que la rotura del intestino puede dar lugar a una alta contaminación de la canal. La forma adecuada de realizar la evisceración es mediante una incisión en la parte abdominal de la tripa (Código Alimentario Argentino, 1998).

- El cuchillo se debe introducir de abajo hacia arriba, separando los intestinos con el puño.
- El recto y el esófago deben ser ligados a fin de evitar contaminaciones.
- Los cuchillos y demás materiales empleados en esta operación deben limpiarse y desinfectarse entre el procesado de dos animales.
- En esta etapa, a fin de evitar las contaminaciones cruzadas entre canales por el uso de cuchillos contaminados, también se debe proceder a la higienización de los mismos con agua a 80°-84° C.
- Después de obtener las medias reses, se tiene que establecer una inspección obligatoria de todas las canales y vísceras. Esta inspección consiste en el examen visual del animal sacrificado, de sus órganos y en la palpación de determinados órganos y vísceras.

7. Lavado

El lavado, en caso de ser bien realizado, da lugar a una reducción del recuento, ya que al eliminar suciedad también se eliminan microorganismos asociados a ella. En esta etapa se debe emplear agua segura. Un lavado mal realizado puede extender una contaminación puntual por suciedad al resto de la canal a través del agua. Se debe evitar el uso en exceso de agua, ya que puede favorecer la multiplicación de microorganismos, además de retardar el posterior enfriamiento y desecación superficial de la canal. A fin de prevenir los inconvenientes asociados a esta etapa, hay que capacitar a los empleados sobre la forma adecuada de realizar el lavado y la importancia de los paños como foco de contaminación. Se puede intentar aumentar la efectividad de la operación recubriendo la media res con una nebulización de solución de ácido acético, cítrico o láctico al 2% o de una solución de 50 ppm de hipoclorito de sodio (Código Alimentario Argentino, 1998).

8. Oreo

Tradicionalmente, previo al desposte, se efectúa el oreo de las canales. Esta operación se debe realizar en una sala donde las medias reses alcancen una temperatura de entre 10° y 12°C. A continuación, las mismas deben colocarse en una cámara de enfriamiento a 0°C a fin de que lleguen a una temperatura de entre 7° y 8°C. Luego, se procede al desposte de las mismas (Código Alimentario Argentino, 1998).

9. Enfriado

Los cortes obtenidos deben ser enfriados a una temperatura de entre 0 y 5°C, y mantenidos en cámara para evitar la degradación de los mismos. El principal problema a evitar durante esta etapa es el aumento de la temperatura dentro de las cámaras, ya que tiene como consecuencia el aumento del número de microorganismos. Con este fin, se debe evitar el sobrellenado de las cámaras y controlar el cerrado de las puertas (Código Alimentario Argentino, 1998).

- Para lograr el enfriamiento adecuado, las canales deben ser distribuidas de manera homogénea dentro de la cámara con una distancia mínima de 30 cm entre las mismas.
- La producción debe ser planificada de modo que se pueda disponer de espacio suficiente para el número de canales que se procesarán.
- Es recomendable controlar la humedad dentro del recinto de enfriamiento, ya que un

exceso puede generar zonas húmedas por condensación dónde se facilita el crecimiento de microorganismos. Por este motivo, se debe evitar el ingreso de carne sin orear dentro de la cámara de enfriamiento.

- Es importante mantener la limpieza de las paredes, techo y piso de la cámara para prevenir la contaminación de las canales por contacto. El buen mantenimiento de los filtros de la cámara es otro punto a considerar.

a. Cámaras frigoríficas

La capacidad de las cámaras frigoríficas, en cuanto a volumen se refiere, es fijada según el producto a almacenar, enfriar o congelar y de acuerdo a las condiciones de temperatura que necesite cada producto (Código Alimentario Argentino, 1998).

- Para efectuar un correcto control de la temperatura dentro de las cámaras, las mismas deben estar provistas de un termógrafo y un higrómetro que se hallen a disposición de la Inspección Veterinaria.
- Hay que verificar la temperatura del almacén y el manejo adecuado del producto, a fin de evitar daños. En este sentido, se debe controlar que los productos no entren en contacto con el piso de las cámaras y que la ventilación de las mismas sea adecuada. Se debe garantizar una renovación permanente del aire a fin de prevenir la alteración de la mercadería almacenada.
- Cuando el sistema de enfriamiento o congelación se basa en la circulación de líquidos, se recomienda el empleo de dispositivos que impidan el goteo del agua de condensación hacia el suelo o sobre los productos almacenados.
- Las cámaras deben cumplir con las BPM especificadas para la infraestructura de los establecimientos, y contar, además, con una serie de características específicas que prevengan la alteración del producto almacenado. En el caso de contar con estanterías, las mismas deben ser metálicas o de material impermeable y de fácil lavado y desinfección.

- Como medida de prevención de la contaminación cruzada en la etapa de almacenamiento, no se debe depositar simultáneamente en una misma cámara frigorífica carnes, productos, subproductos o derivados provenientes de distintas especies animales, que estén desnudos o desprovistos de un envoltorio cerrado.
- Las carnes y los productos refrigerados expuestos a la temperatura ambiente, no pueden volver a ser sometidos nuevamente a la acción del frío para prolongar su conservación.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo de investigación se realizó en el área de faenamiento y laboratorio de Control de Calidad de la planta de Alimentos “Don Diego”, ubicada en la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi.

El ensayo tuvo una duración de 150 días (5 meses) distribuidos en la toma de muestras, análisis microbiológicos, organolépticos y procesamiento de resultados.

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

Tomando en cuenta que en la Planta de Alimentos Don Diego se faena un día a la semana, la toma de muestras para los análisis microbiológicos se realizaron semanalmente, por lo que para el diagnóstico inicial y la evaluación de los dos tipos de agentes inhibidores (ácido peracético y ácido láctico en concentraciones de 0.5 %), para controlar la carga bacteriana, se realizaron en un total de 51 canales, distribuidas en tres tratamientos experimentales con 8 repeticiones en la primera réplica y 9 repeticiones en la segunda, considerándose como tamaño de la unidad experimental una canal de cerdo.

C. INSTALACIONES, EQUIPOS Y MATERIALES

Los materiales, equipos e instalaciones que se utilizaron en el presente trabajo fueron:

1. Instalaciones

- Área de faenamiento de Cerdos de la Planta de Alimentos Don Diego
- Laboratorio de Control de Calidad de la Planta de Alimentos Don Diego.

2. De campo

- Guantes desechables
- Frascos plásticos estériles
- Marcadores
- Computadora
- Cámara fotográfica
- Mandil
- Libreta
- Lápiz
- Fundas plásticas
- Balanza
- Cinta adhesiva
- Overol
- Registros

3. De laboratorio

- Muestras de los equipos, personal, instalaciones y productos finales.
- Placas petrifilm para los análisis microbiológicos
- Pipetas de 1 ml
- Pipetas de 10 ml.
- Tubos de ensayo
- Agua destilada
- Balanza analítica
- Agar de peptona
- Autoclave para esterilizar
- Contador de colonias con iluminación
- Gradillas plásticas
- Frascos goteros
- Estufa
- Frascos termo resistentes.

D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Se evaluó el efecto de dos tipos de agentes inhibidores microbianos (ácido peracético y ácido láctico en concentraciones de 0.5 %), para controlar la contaminación bacteriana en las canales porcinas que se faenan en la Planta de Alimentos Don Diego, los mismos que fueron comparados con los resultados de un grupo control, en cuyas canales se empleó únicamente un lavado con agua apta para el consumo humano, por lo que se contó con dos tratamientos experimentales con ocho (8) repeticiones por tratamiento en la primera réplica y nueve (9) repeticiones en la segunda réplica. Los resultados de las unidades experimentales fueron distribuidos bajo un diseño completamente al azar con desigual número de repeticiones y que se ajustaron al siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij}	=	Valor del parámetro en determinación
μ	=	Media general
α_i	=	Efecto del tipo de inhibidor microbiano (ác. peracético y ác. láctico)
ε_{ij}	=	Efecto del error experimental

Cuadro 1. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO POR RÉPLICA

Tipo de inhibidor microbiano	Código	Repet.		TUE*	Canales/tratam.
		1ª Replica	2ª Replica		
Control (agua)	CP	8	9	1	17
Ácido peracético	CPAP	8	9	1	17
Ácido láctico	CPAL	8	9	1	17
Total canales a evaluar					51

TUE*: Tamaño de la Unidad Experimental de 1 canal de cerdo

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Las variables experimentales consideradas durante el diagnóstico fueron las cargas microbiológicas de aerobios mesófilos totales y coliformes totales (UFC/20 cm²) presentes en el ambiente, en el agua que se emplea en los diferentes procesos, así como también en varios equipos, de igual manera se determinaron las cargas microbiológicas en las canales después de su lavado con la aplicación de los inhibidores microbianos en evaluación. Las etapas que se consideraron para la evaluación fueron:

1. Para el diagnóstico

Se tomaron en consideración los siguientes aspectos:

Calidad del ambiente, aerobios mesófilos y coliformes totales (UFC/20 cm²)

Calidad del agua, aerobios mesófilos y coliformes totales (UFC/ml):

- En la tina de escaldado
- En el área de depilado
- En el área de eviscerado
- Agua que se emplea en el lavado de la canal

Superficies de los equipos:

- Sierra de corte, aerobios y coliformes totales (UFC/20 cm²)
- Mesa de raspado, aerobios y coliformes totales (UFC/20 cm²)

La calidad del pecho después del:

- Escaldado y depilado, aerobios y coliformes totales (UFC/g)
- Flameado, aerobios y coliformes totales (UFC/g)
- Eviscerado, aerobios y coliformes totales (UFC/g)

2. Efecto de los agentes inhibidores

El efecto de la aplicación de los diferentes agentes inhibidores se evaluó en diferentes piezas importantes de la canal como son:

- Pecho, aerobios mesófilos y coliformes totales (UFC/g)
- Lomo, aerobios mesófilos y coliformes totales (UFC/g)
- Piernas, aerobios mesófilos y coliformes totales (UFC/g)

3. Valoración organoléptica de la carne

- Apariencia, 10 puntos
- Color, 10 puntos
- Olor, 10 puntos
- Terneza, 10 puntos

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Los resultados experimentales fueron analizados bajo una distribución que corresponde a un diseño completamente al azar (DCA) y sometiéndose a los siguientes análisis estadísticos:

- Para la etapa de diagnóstico se emplearon las estadísticas descriptivas como las medias y sus desviaciones estándar.
- La prueba de t' Studen para comparar la evolución del desarrollo de microorganismos entre las 24 y 48 horas antes y después del faenamiento, considerándose como muestras no pareadas.
- Análisis de varianza para las diferencias (ADEVA), para establecer el efecto de los diferentes inhibidores microbianos empleados.
- Pruebas no paramétricas (Rating test) para la evaluación de las variables organolépticas
- Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey.

El esquema del análisis de varianza (ADEVA), considerándose la segunda replica como repeticiones, además de que no todas las canales evaluadas (unidades experimentales) presentaron presencia de aerobios o coliformes, por lo que se trabajaron solo con los casos

positivos; por lo que el esquema del experimento se resume de la siguiente manera:

Cuadro 2. ESQUEMA DEL ADEVA

Fuente de varianza	Grados de libertad
Total	(n -1)
Tratamiento	t-1
Error	(n-1) – (t-1)

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

La metodología que se empleó en el presente trabajo se describe a continuación:

En la Planta de Alimentos Don Diego se faena un día a la semana, por lo que la toma de muestras para los análisis microbiológicos se realizó durante este transcurso, para los análisis microbiológicos del agua, en la recolección de las muestras se utilizaron recipientes estériles de 150ml y para la toma de muestras de las superficies se realizaron mediante la técnica del hisopado que consiste en empapar un hisopo estéril en agua de peptona y realizar el barrido de la superficie escogida en un área de 20 cm².

Los agentes inhibidores ácido peracético y ácido láctico en concentraciones de 0.5 %, se aplicaron durante el lavado final de las canales, por medio de una bomba de mochila, rociando completamente la canal.

De los productos finales carne (pecho, lomo y pierna) las muestras se tomaron de forma aséptica en fundas plásticas estériles debidamente identificadas. Todas estas muestras fueron transportadas al laboratorio para proceder a realizar el análisis microbiológico respectivo.

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. Calidad microbiológica del agua

Procedimiento:

- Se flamea la llave de agua aproximadamente por 30 segundos, con el fin de eliminar las posibles bacterias adheridas en la superficie.
- Se deja correr el agua por aproximadamente 2 minutos para que el agua que esta detenida en la tubería recorra y la muestra sea efectiva.
- De manera aséptica se tomó una muestra agua, en una funda estéril.
- Se inocula 1 ml de la muestra en las placas petrifilm
- Colocar todas las placas en la estufa por 24 horas a una temperatura de 37°C
- Al cabo de este tiempo observar si hay formaciones de colonias fáciles de identificar por la coloración que adquieren.

2. De los equipos

Los equipos involucrados directamente con el proceso de faenamiento como son la sierra de corte y las mesas de raspado, se tomaron las muestras por medio de la técnica de hisopado en superficies.

3. Para productos finales (carne)

Procedimiento:

- Obtener 1 g de carne a muestrear
- Colocar en 9 ml de agua de peptona o destilada
- Agitar bien
- Luego de esta dilución se toma 1 ml y se la siembra en la placa petrifilms.

4. Especificaciones de la técnica Petrifilm.

La preparación de los medios de cultivo, la siembra y la lectura se realizó de acuerdo a la

guía de cada una de las placas Petrifilm y que se resumen en las siguientes actividades (Whirlpac, 2007):

- Preparar una dilución de 1:10 o mayor del producto
- Pesar o colocar con la pipeta el producto en un tubo de ensayo, añadir la cantidad apropiada de los siguientes diluyentes estériles: Solución amortiguadora de fosfato de Butterfield, agua peptonada al 0.1%, diluyente de sales de peptona, solución salina al 0.85 -0.90 %, caldo lethheen libre de bisulfito o agua destilada.
- Colocar la placa Petrifilm en una superficie nivelada, Levante la película superior. Con la pipeta perpendicular a la placa Petrifilm, colocar 1 ml de muestra en el centro de la película inferior.
- Cuidadosamente deslizar la película hacia abajo evitando atrapar burbujas de aire. No dejar caer la película superior.
- Suavemente aplicar presión en el esparcidor para distribuir el inóculo en un área circular antes de que se forme el gel. Esperar por lo menos un minuto para que el gel se solidifique.
- Incubar las placas, con el lado transparente hacia arriba, en pilas de hasta 10 placas. Incubar entre temperaturas de 35 a 37 °C durante dos horas. Después de la incubación, es posible que haya colonias pero que aun no sean visibles en la placa Petrifilm debido a que los indicadores se encuentran en el disco reactivo Petrifilm.
- Transfiera las placas Petrifilm a un incubador con temperatura de 62°C y realizar otra Incubación durante una a 4 horas.
- Con forceps estériles, quitar el disco reactivo redondo del marco cuadrado exterior. Levantar la película superior de la placa Petrifilm y colocar el disco reactivo Petrifilm en la cavidad de la placa. Baje la película superior. Para asegurarse que haya un contacto uniforme del disco reactivo Petrifilm con el gel y para eliminar las burbujas de aire, aplique presión suavemente en toda el área del disco.
- Incubar las placas con los discos reactivos de 1 a 3 horas a 35 – 37 °C.
- Las colonias se pueden aislar para proseguir con su identificación.
- Levante la película superior y recoja la colonia del gel.

5. Valoración organoléptica

Para la obtención de los resultados organolépticos, se coordinó con el director de tesis, así como con el Jefe de Producción de la Planta de alimentos “Don Diego”, para seleccionar el panel de catadores que calificó la calidad de la carne de cerdo bajo los siguientes parámetros:

Apariencia 10 puntos

Color 10 puntos

Olor 10 puntos

Terneza 10 puntos

El panel calificador debió cumplir con ciertas normas como: estricta individualidad entre panelistas para que no haya influencia entre los mismos. Para cada sesión de evaluación fue necesario sortear para cada juez la ubicación de cada uno de los tratamientos que se evaluaron, para lo cual se entregó a cada juez la encuesta correspondiente (Anexo 1), en la que se pide valorar las muestras en una escala numérica, de acuerdo a la escala predefinida.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. DIAGNÓSTICO

Partiendo de lo que se expone en la página <http://www.unavarra.es> (2007), se manifiesta que el análisis microbiológico no tiene carácter preventivo sino que simplemente es una inspección que permite valorar la carga microbiana. Por tanto, no se puede lograr un aumento de la calidad microbiológica mediante el análisis microbiológico, si no, determinar en la Industria cuáles son los puntos de riesgo de contaminación llamados Puntos Críticos del proceso y evitarlos siguiendo un código estricto de Buenas Prácticas de Elaboración y Distribución del alimento (BPE). La prevención, por tanto, está en evitar manufacturar productos de baja calidad microbiológica y no en comprobar la calidad microbiológica de los ya elaborados.

Al realizar el diagnóstico de la calidad sanitaria del ambiente, agua y equipos que se utilizan en la planta de faenamiento de alimentos “Don Diego”, a través de los análisis microbiológicos en base a la presencia de aerobios y coliformes totales, cuyos resultados encontrados se reportan en el cuadro 3, los mismos que denotan ausencia de coliformes tanto a las 24 horas después de finalizado el faenamiento, así como a las 48 horas posteriores, en tanto que la presencia de aerobios se registraron en pequeñas cantidades, ya que en el ambiente de la planta después de las 24 horas del faenamiento se determinó 4.83 ± 1.94 UFC/20 cm², incrementándose a las 48 horas a 6.17 ± 1.83 UFC/20 cm², sin existir influencia estadística por efecto del tiempo de evaluación, cantidades que están por debajo de las señaladas en el sitio <http://www.azti.com> (2008), donde se reporta que la carga microbiológica mínima tolerable de bacterias aerobias es de 10 UFC/20 cm² en los ambientes de los camales, por lo que se denota que en esta planta procesadora de alimentos se aplican las Buenas Prácticas de Manejo (BPM), que según Jiménez, V, Miranda, E y Murillo, O (2000), indican que las BPM son una serie de normas o procedimientos establecidos a nivel internacional, que regulan las plantas que procesan o acopian alimentos, de tal manera que los mismos sean aptos para el consumo humano, cumpliendo las normas de limpieza y desinfección de utensilios, instalaciones, equipo y áreas externas; con el fin de

Cuadro 3. CARGA MICROBIOLÓGICA PRESENTE EN EL AMBIENTE, EN EL AGUA Y EN LOS EQUIPOS QUE SE UTILIZAN EN LA PLANTA DE FAENAMIENTO DE ALIMENTOS “DON DIEGO”

	Aerobios Mesófilos						Coliformes totales	
	A las 24 horas		A las 48 horas		Tcal	Prob.	A las 24 horas	A las 48 horas
	Media	D.Est.	Media	D.Est.			Media	Media
Ambiente, UFC/20 cm ²	4,83	± 1,94	6,17	± 1,83	-1,019	0,355	0,00	0,00
Agua (UFC/ml):								
En la tina de escaldado	0,00	--	0,00	--	--	--	0,00	0,00
En la tina de depilado	0,00	--	0,00	--	--	--	0,00	0,00
En la tina de eviscerado	1,00	--	1,00	--	--	--	0,00	0,00
Del lavado de canales	1,00	± 0,58	1,00	± 0,58	--	--	0,00	0,00
En los equipos:								
Sierra de corte, UFC/20 cm ²	532,00	± 839,66	606,50	± 963,89	-1,395	0,222	0,00	0,00
Mesa de repelado, UFC/20 cm ²	766,83	970,03	1116,50	1532,17	-1,467	0,202	0,00	0,00

D.Est.: Desviación estándar

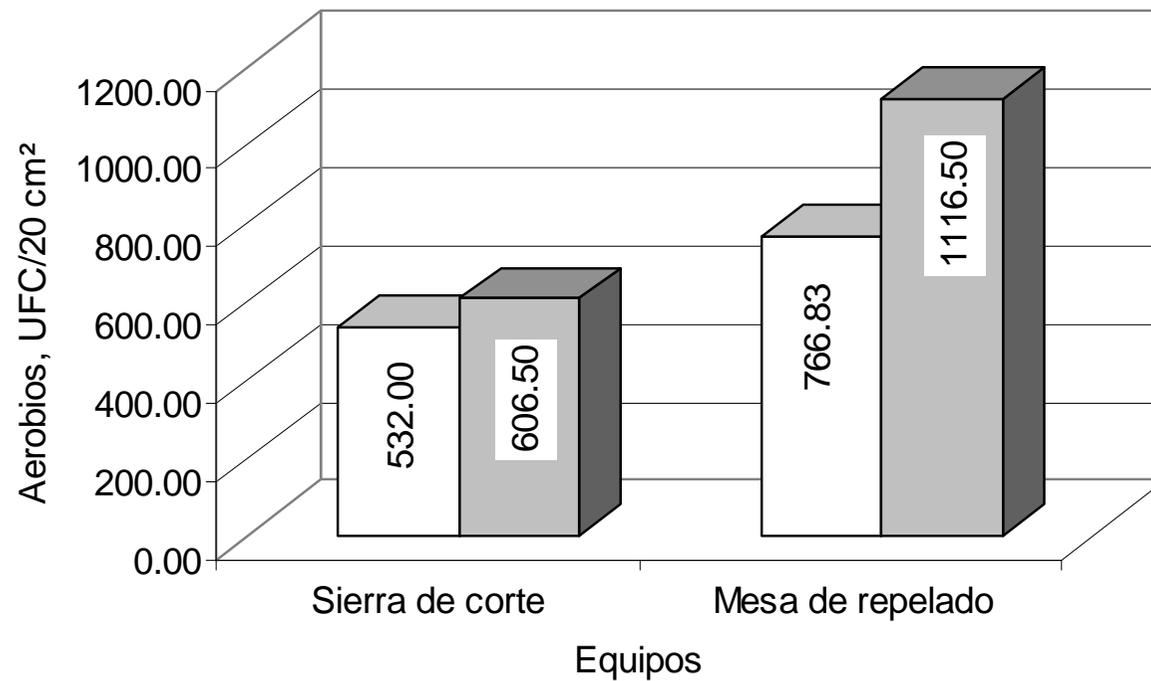
Tcal : Valor de T calculado según la prueba de t'Student

Prob. > 0,05 No existen diferencias estadísticas

que los trabajadores conozcan que se debe limpiar, como hacerlo, cuando, con cuales productos y utensilios, teniéndose en cuenta también la distribución de la planta, facilidades para el personal, manejo apropiado de desechos y sistemas de drenaje adecuados.

La calidad del agua que se emplea en las diferentes áreas del faenamiento de cerdos, presentaron respuestas favorables, por cuanto se determinó ausencia de microorganismos en el agua que se emplea en la tina de escaldado, así como en la tina de eviscerado, aunque el agua que se utiliza para el lavado de las canales denotó una presencia de 1.0 ± 0.58 UFC/ml, tanto a las 24 como a las 48 horas del faenamiento, cantidad que se puede señalar que esta dentro de los parámetros normales, cumpliéndose por tanto lo que señala Rumbado, M (2007), quien reporta que es necesario utilizar procedimientos operativos estandarizados de sanitización, antes, durante y después de las operaciones de elaboración, con lo que se reducirán los riesgos de contaminación en los procesos de producción, los mismos que deben ser fortalecidos con los sistemas de minimización de riesgos de contaminación, conocidos como Buenas Prácticas de Manejo (BPM), por lo que los resultados obtenidos denotan lo señalado por este investigador.

En la superficie de los equipos la presencia de aerobios a las 24 horas después del faenamiento fue de 532.00 ± 839.66 UFC/20 cm² en la sierra de corte y de 766.83 ± 970.03 UFC/20 cm² en la mesa de raspado, incrementándose estas cantidades a las 48 horas de evaluación, por cuanto se encontraron respuestas de 606.50 ± 963.89 y 1116.50 ± 1532.17 UFC/20 cm², respectivamente (gráfico 1), sin existir influencia estadística por efecto de los diferentes tiempos de evaluación ($P > 0.05$), pero que en todo caso, las cargas microbiológicas indicadas representan un ligero grado de contaminación, aunque estas cantidades se encuentran entre los valores señalados como de calidad Buena por <http://www.azti.com> (2008), ya que en este sitio, se expone que los indicadores internacionales de la calidad microbiológica de las superficies de los equipos de mataderos para que sean considerados de buenos deben estar entre 100 y 1000 UFC/20 cm², pero que en todo caso se sugiere que es necesario aplicar un mejoramiento de los procesos de sanitización de los equipos, para que al momento del inicio del faenamiento la presencia de aerobios sea nula, y que du-



□ A las 24 horas □ A las 48 horas

Gráfico 1. Presencia de aerobios mesófilos y coliformes totales (UFC/20 cm²) en los equipos de faenamiento que se emplean en la planta de alimentos “Don Diego”.

rante la jornada de labor se ponga énfasis en la aplicación de las buenas prácticas de manufactura para reducir la carga microbiana para que no sea transmitida a la carne y garantizar la inocuidad de los alimentos.

B. CARGA MICROBIOLÓGICA PRESENTE EN EL PECHO DE LAS CANALES DE CERDOS DURANTE EL FAENAMIENTO

Al evaluar la calidad microbiológica de las muestras tomadas del pecho de las canales de los cerdos que se faenan en la planta de faenamiento de alimentos “Don Diego”, en los diferentes procesos y analizadas a las 24 y 48 horas posteriores, se encontró las respuestas que se reportan en cuadro 4.

1. Después del escaldado y depilado

La presencia de aerobios en las muestras del pecho de las canales de cerdo después del escaldado y depilado registraron a las 24 horas después del faenamiento una carga microbiológica de 228.25 ± 114.56 UFC/g, incrementándose a 254.42 ± 105.57 UFC/g a las 48 horas (gráfico 2), denotando que este incremento es altamente significativo por efecto del tiempo de evaluación, cantidades que al considerar el reporte de <http://www.azti.com> (2008), donde se señala que la presencia de bacterias aerobias entre 100 y 1000 UFC/g, se consideran de buena calidad, notándose que las respuestas encontradas se encuentran entre este rango indicado, demostrándose que existe una contaminación de la canal durante esta etapa del proceso.

La presencia de coliformes en las muestras de los pechos tomadas después del escaldado y depilado, analizadas a las 24 horas, registraron cantidades de 9.38 ± 6.49 UFC/g, que se redujeron a las 48 horas a 3.91 ± 3.48 UFC/g, existiendo diferencias altamente significativas por efecto del tiempo de evaluación ($P < 0.01$), valores que se encuentran por debajo de los índices referenciales señalados por la Norma INEN (1996), quienes indican que la carne apta para el consumo humano debe contener un máximo de coliformes de 1.0×10^1 UFC/g, por lo que en el mismo sentido, de acuerdo a <http://www.azti.com> (2008), se puede afirmar que en base a la presencia de coliformes los pechos de las canales son consideradas

Cuadro 4. CARGA MICROBIOLÓGICA PRESENTE EN EL PECHO DE LAS CANALES DE CERDOS QUE SE FAENAN EN LA PLANTA DE ALIMENTOS “DON DIEGO”

Después del:	Aerobios mesófilos, UFC/g						Coliformes totales, UFC/g					
	A las 24 horas		A las 48 horas		Tcal	Prob.	A las 24 horas		A las 48 horas		Tcal	Prob.
	Media	D.Est.	Media	D.Est.			Media	D.Est.	Media	D.Est.		
Escaldado y depilado	228,25 ±	114,56	254,42 ±	105,57	3,086	0,0100	9,38 ±	6,49	3,91 ±	3,48	5,069	0,0001
Flameado	46,36 ±	32,10	83,86 ±	41,75	6,104	0,0001	4,75 ±	4,94	2,25 ±	2,05	3,391	0,0120
Eviscerado	71,46 ±	46,02	75,50 ±	50,09	2,966	0,0120	7,62 ±	4,13	4,75 ±	3,22	6,461	0,0001

D.Est.: Desviación estándar

Tcal : Valor de T calculado según la prueba de t'Student

Prob. > 0,05 No existen diferencias estadísticas

Prob. < 0,05 Existen diferencias significativas

Prob. < 0,01 Existen diferencias altamente significativas

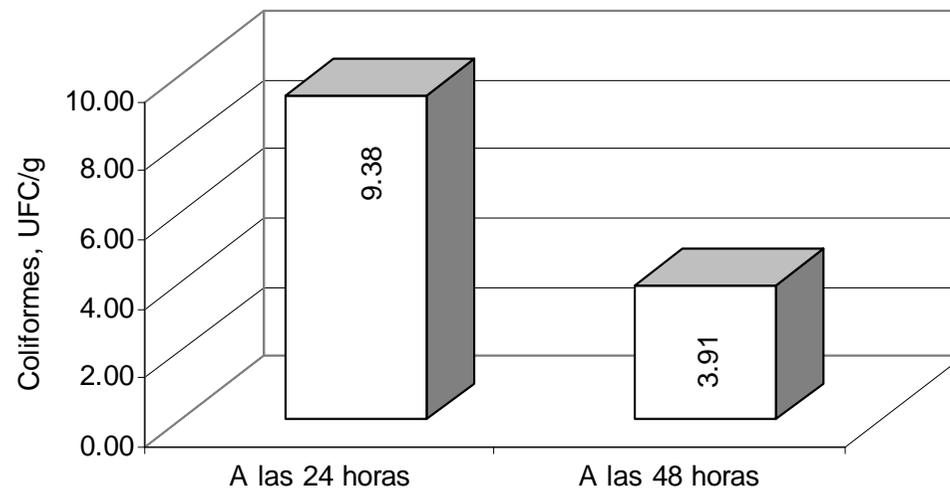
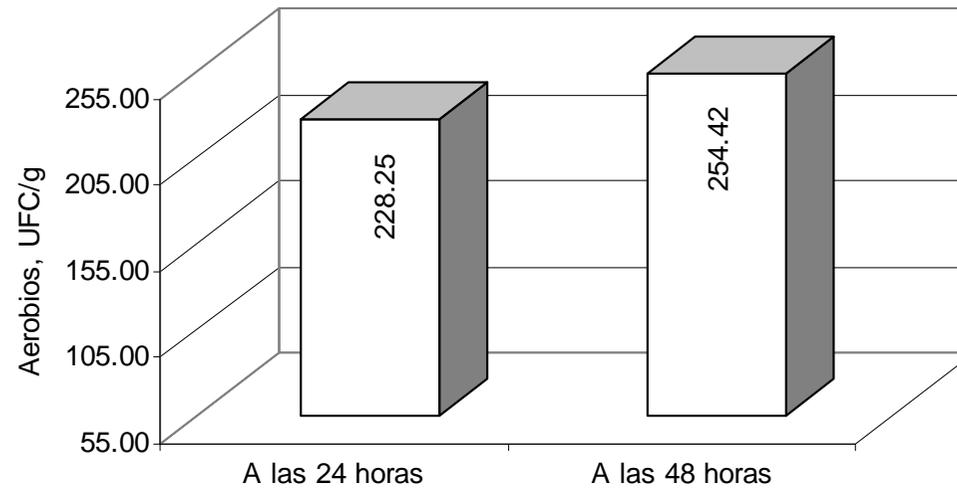


Gráfico 2. Presencia de aerobios mesófilos y coliformes totales (UFC/g) en los pechos de las canales de cerdos que se faenan en la planta de alimentos “Don Diego”, después del escaldado y depilado.

de calidad excelente, por cuanto en este sitio de referencia, se señala que se considera a las carnes de excelentes cuando la presencia de coliformes es menor a 10 UFC/g, debiendo indicarse además que la reducción de la cantidad a las 48 horas puede deberse a que las muestras son mantenidas en refrigeración, lo que inhibe el desarrollo de las bacterias coliformes, sin embargo <http://www.unavarra.es> (2007), señala que la presencia de coliformes en un alimento indica que éste ha tenido contacto con heces y por tanto su presencia indica una contaminación reciente, la misma que puede deberse principalmente a la calidad higiénica de los cerdos, a pesar de que son duchados antes del sacrificio, pero que sin embargo existe una contaminación cruzada a partir del agua del escaldador, ya que a medida que se va realizando la operación el agua se va contaminando debido a la suciedad de la piel, exudados y heces de los animales, por lo que el Código Alimentario Argentino (1998), señala que para reducir la contaminación del agua de escaldado y depilado, es aconsejable aumentar la temperatura del agua a 60°C, a fin de controlar el crecimiento bacteriano, así como su renovación constante mediante corrientes de agua limpia que circulen en sentido contrario a la línea de faenamiento de los cerdos.

2. Después del Flameado

Siendo el flameado, el quemado de los pelos restantes por medio de un flash de gas conocido también como soplete con llama, la presencia de microorganismos en las muestras de los pechos de las canales fueron menores que durante el escaldado y depilado, considerándose por tanto que los microorganismos al entrar en contacto con la llama (calor), estos son destruidos, lo que se ratifica en los resultados encontrados, por cuanto la presencia de aerobios a las 24 horas fueron de 46.36 ± 32.10 UFC/g, en cambio a las 48 horas de 83.83 ± 41.75 UFC/g, de igual manera la cantidad de coliformes a las 24 horas fueron de 4.75 ± 4.94 UFC/g y de 2.25 ± 2.05 UFC/g a las 48 horas (gráfico 3), demostrándose que entre las 24 y 48 horas existieron diferencias estadísticas, con un incremento de los aerobios, en cambio que los coliformes se redujeron conforme se incrementó el tiempo transcurrido hasta su evaluación, lo que puede deberse a lo que señala Cattana, R (2001), quien indica que la mayoría de los microorganismos que producen la alteración de los alimentos, pueden crecer entre los 5 °C y los 45 °C a una

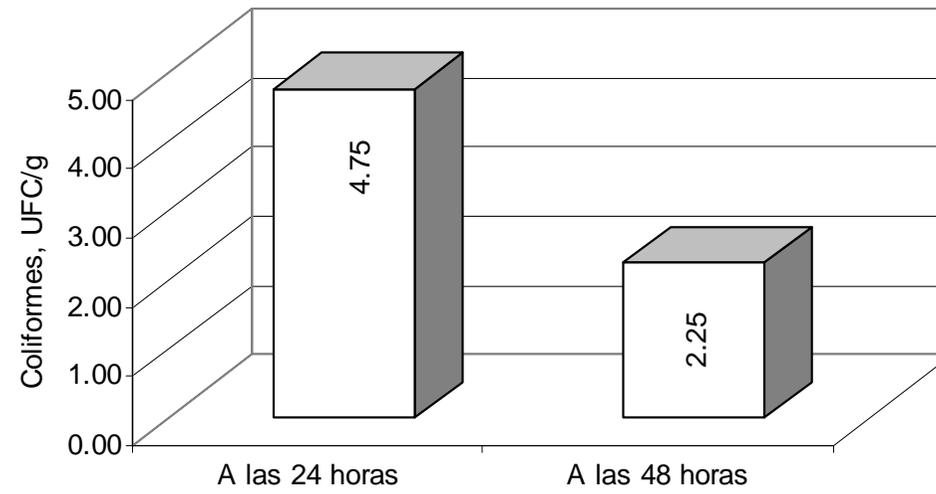
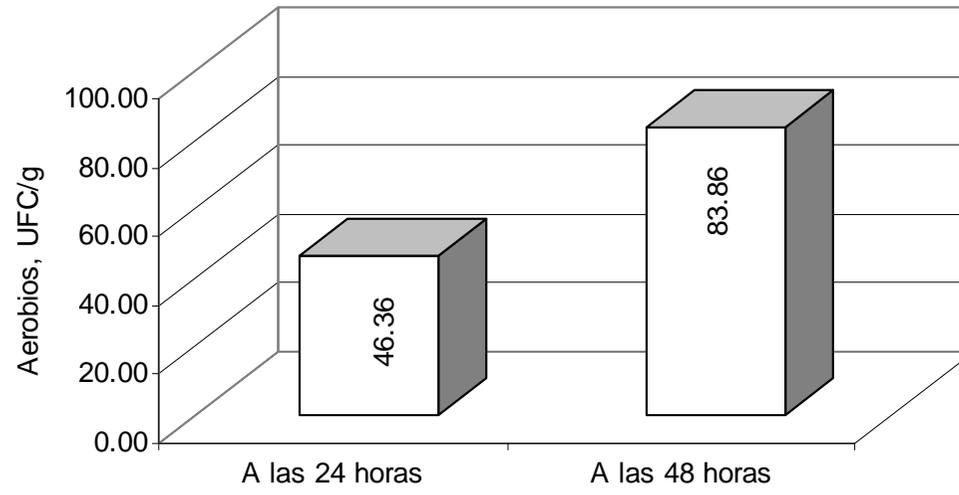


Gráfico 3. Presencia de aerobios mesófilos y coliformes totales (UFC/g) en los pechos de las canales de cerdos que se faenan en la planta de alimentos “Don Diego”, después del flameado.

velocidad considerable; fuera de este rango su crecimiento es más lento y su potencia reproductora se ve disminuida; a temperaturas superiores a los 65 °C comienzan a alterarse y al llegar a los 100 °C mueren si el calor actúa un tiempo suficiente, estableciéndose que las canales de los cerdos faenados a pesar de que se cumplen con las exigencias de la Norma INEN (1996), y características señaladas en <http://www.azti.com> (2008), demuestran que es necesario realizar el lavado permanente de los equipos, materiales y utensilio, para proteger los alimentos contra cualquier contaminación cruzada (<http://www.cfsan.fda.gov>. 2007), es decir, que la contaminación final es la que se produce cuando un proceso o producto y/o materia prima, pueden ser contaminado de otro proceso, como se demostró al analizar la calidad microbiológica de la mesa de repelado, que es donde se colocan los cerdos después del flameado, la misma que presentó antes del faenamamiento un índice de contaminación considerable (766.83 ± 970.03 UFC/20 cm²).

3. Después del eviscerado

Las cargas microbiológicas determinadas después del eviscerado, son superiores a las después del flameado, ya que la operación de evisceración no es más que el retiro de las vísceras del cuerpo del animal a través de procesos manuales, para lo cual el operario debe tener un cuidado especial para no romper ninguna víscera, ya que la rotura de estas puede dar lugar a una alta contaminación de la canal; por consiguiente la carga microbiológica de aerobios fue de 71.46 ± 46.02 UFC/g a las 24 horas, que se incrementó significativamente a las 48 horas a 75.50 ± 50.09 UFC/g, respecto a los coliformes de 7.62 ± 4.13 UFC/g registrados a las 24 horas, se reduce a 4.75 ± 3.22 UFC/g a las 48 horas de evaluación (gráfico 4), presentando sus diferencias altamente significativas respectivamente en cada grupo por efecto del tiempo de evaluación después del faenamamiento, estableciéndose por consiguiente que si se quiere evitar la contaminación microbiana se debe tener en cuenta lo señalado por el Código Alimentario Argentino (1998), quien manifiesta que la forma adecuada de realizar la

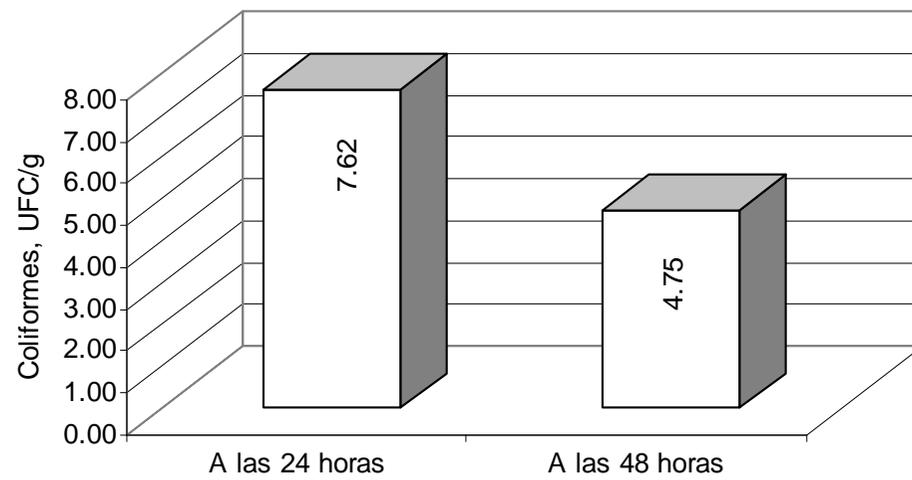
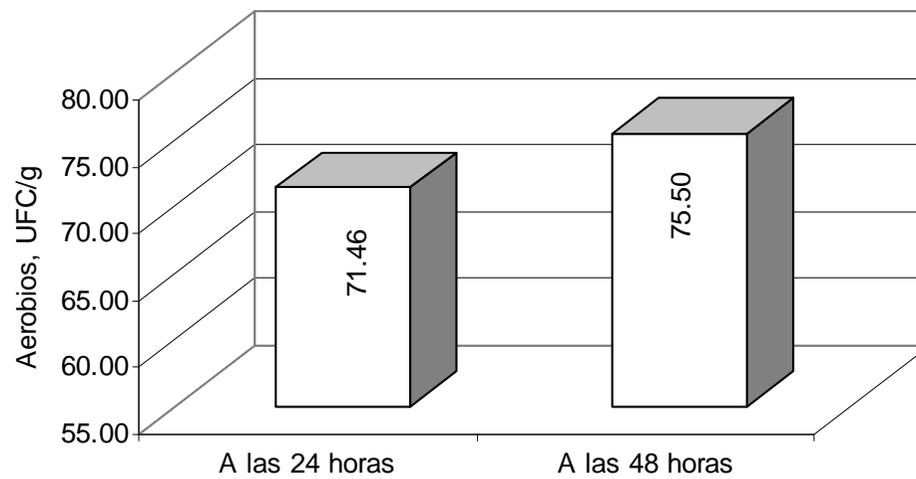


Gráfico 4. Presencia de aerobios mesófilos y coliformes totales (UFC/g) en los pechos de las canales de cerdos que se faenan en la planta de alimentos “Don Diego”, después del eviscerado.

evisceración es mediante una incisión en la parte media del abdomen, el cuchillo se debe introducir de abajo hacia arriba, una vez abierto el abdomen, se procede a separar los intestinos con el puño y colocarlos en los recipientes de transporte hacia el área de lavado de vísceras; el recto y el esófago deben ser ligados a fin de evitar contaminaciones. Los cuchillos y demás materiales empleados en esta operación deben limpiarse y desinfectarse entre el procesado de dos animales, procediéndose a la higienización de los mismos con agua a 80° a 84°C.

C. EFECTO DEL ROCIADO DE LAS CANALES CON INHIBIDORES MICROBIANOS

Para la evaluación de la acción antimicrobiana de los inhibidores (ácido láctico y ácido peracético) en el lavado de las canales de cerdos se consideraron las piezas representativas de estas como son: el pecho, el lomo y la pierna, obteniéndose los resultados que se reportan en el cuadro 5 y que se analizan a continuación:

1. En el pecho

La presencia de aerobios en el pecho de las canales de cerdos a las 24 horas no presentaron diferencias estadísticas por efecto de los diferentes desinfectantes naturales empleados en el rociado de las canales, aunque numéricamente se observó un mejor efecto del ácido láctico con el cual se registró una presencia de 26.86±44.13 UFC/g, a diferencia del empleo del ácido peracético cuyo efecto fue negativo, es decir se registró una mayor carga bacteriana de aerobios (51.36±69.72 UFC/g), que supera incluso a las canales lavadas únicamente con agua limpia y que fueron de 48.46±26.95 UFC/g (gráfico 5); registrándose el mismo comportamiento en la evaluación a las 48 horas posteriores del faenamiento, pero con un incremento en sus valores que fueron de 58.50±71.20, 70.21±49.04 y 34.86±49.56 UFC/g, en los pechos de las canales que se rociaron con las disoluciones de ácido láctico, ácido peracético y agua, respectivamente, por lo que al realizarse la comparación entre las respuestas obtenidas entre las 24 y 48 horas (42.07±50.55 frente a 54.52±58.05 UFC/g, en su orden), existe un efecto altamente significativo, que denota que las bacterias aerobias se incremen

Cuadro 5. CARGA MICROBIOLÓGICA PRESENTE EN DIFERENTES PIEZAS DE CANALES DE CERDOS QUE SE FAENAN EN LA PLANTA DE ALIMENTOS “DON DIEGO” POR EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES INHIBIDORES DURANTE EL LAVADO DE LAS CANALES

Pieza	Inhibidor	Aerobios mesófilos, UFC/g					Coliformes totales, UFC/g				
		A las 24 horas		A las 48 horas		Tcal	A las 24 horas		A las 48 horas		Tcal
		Media	D.Est.	Media	D.Est.		Media	D.Est.	Media	D.Est.	
Pecho											
	Agua	48,46 ±	26,95 a	70,21 ±	49,04 a		6,64 ±	6,15 a	3,90 ±	4,36 a	
	Acido láctico	26,86 ±	44,13 a	34,86 ±	49,56 a		9,00 ±	11,12 a	4,33 ±	4,33 a	
	Acido peracético	51,36 ±	69,72 a	58,50 ±	71,20 a		3,69 ±	4,05 a	2,33 ±	1,94 a	
	Promedio	42,07 _	50,55	54,52 _	58,05	-3,985	6,32 _	7,52	3,54 _	3,71	3,744
	Prob.	0,3870		0,2660		0,0001	0,2270		0,4990		0,0010
Lomo											
	Agua	245,00 ±	104,51 a	271,18 ±	104,57 a		12,71 ±	5,31 a	7,65 ±	3,06 a	
	Acido láctico	3,19 ±	1,91 b	4,71 ±	1,96 b		2,63 ±	1,36 b	1,75 ±	0,87 b	
	Acido peracético	3,87 ±	2,13 b	7,53 ±	4,05 b		3,47 ±	1,51 b	1,92 ±	0,95 b	
	Promedio	89,04 _	131,69	94,47 _	139,40	-6,171	6,46 _	5,73	4,19 _	3,53	5,342
	Prob.	0,0001		0,0001		0,0001	0,0001		0,0001		0,0001
Pierna											

Agua	161,76 ±	141,32 a	199,59 ±	120,27 a		9,29 ±	4,38 a	6,18 ±	3,17 a	
Acido láctico	6,24 ±	2,75 b	8,71 ±	2,62 b		3,13 ±	1,67 b	2,07 ±	1,07 b	
Acido peracético	6,12 ±	1,73 b	9,41 ±	3,00 b		3,35 ±	1,58 b	1,62 ±	0,77 b	
Promedio	58,04	109,00	72,57	113,41	-4,27	5,30	4,04	3,52	2,97	5,205
Prob.	0,0001		0,0001		0,0001	0,0001		0,0001		0,0001

D.Est.: Desviación estándar

Tcal : Valor de T calculado según la prueba de t'Student

Prob. > 0,05 No existen diferencias estadísticas

Prob. < 0,05 Existen diferencias significativas

Prob. < 0,01 Existen diferencias altamente significativas

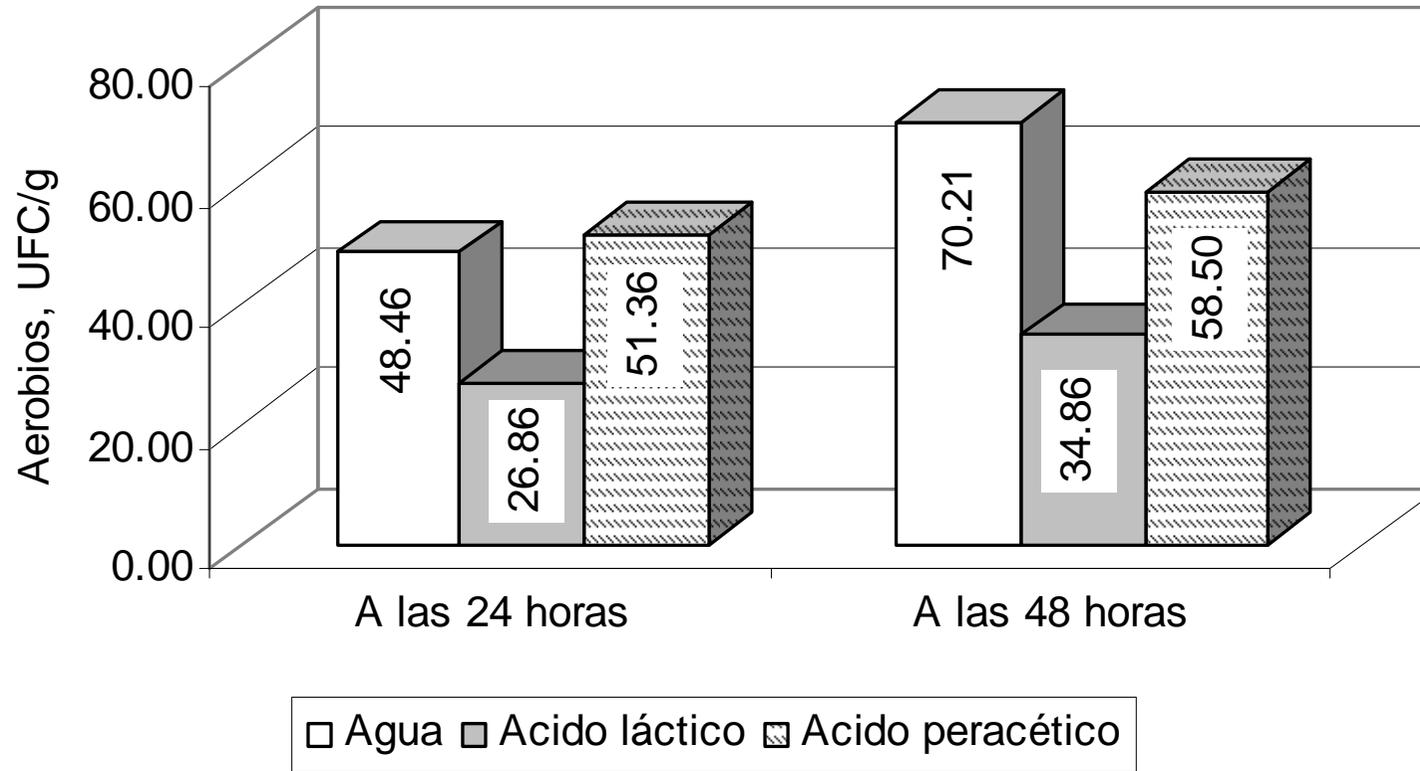


Gráfico 5. Presencia de aerobios mesófilos (UFC/g) a las 24 y 48 horas de evaluación en los pechos de las canales de cerdos que se faenan en la planta de alimentos “Don Diego”, por efecto del lavado de las canales con inhibidores microbianos.

tan proporcionalmente con el tiempo de almacenamiento refrigerado.

Con relación a la presencia de coliformes, los resultados obtenidos no registraron diferencias estadísticas por efecto de los inhibidores empleados, pero numéricamente se obtuvo mejores respuestas con el empleo del ácido peracético, por cuanto a las 24 horas se determinó una presencia de coliformes de 3.69 ± 4.05 UFC/g, a diferencia del uso del ácido láctico que fue de 9.00 ± 11.12 UFC/g, que supera la contaminación registrada por empleo del lavado solamente con agua (6.64 ± 6.15 UFC/g); con la diferencia de que a las 48 horas en todos los casos las cantidades se redujeron pues se establecieron 2.33 ± 1.94 , 4.33 ± 4.33 y 3.90 ± 4.36 UFC/g, en el mismo orden (gráfico 6), Al evaluar las cantidades encontradas por efecto de los tiempos de almacenamiento las cargas microbianas fueron altamente significativas con valores de 6.32 ± 7.52 frente a 3.54 ± 3.71 UFC/g a las 24 y 48 horas, respectivamente (gráfico 7), por lo que se puede considerar comparando entre las respuestas de los aerobios y coliformes, su desarrollo presentan un comportamiento inverso, es decir, que mientras transcurre el tiempo de almacenamiento la presencia de aerobios se incrementa en cambio que la cantidad de coliformes se reduce, lo que puede deberse a que la temperatura de almacenamiento en refrigeración no le afecta a los aerobios pero si a los coliformes, por cuanto Gallegos, C (1997), señala que los coliformes presentan un crecimiento óptimo están entre 20°C y 40°C, pero son bastantes sensibles a casi todos los desinfectantes, o que se demuestra con los resultados obtenidos.

Tomando en consideración los efectos encontrados de los diferentes inhibidores empleados, se confirma lo que señala Ojeda, F (2000), quien indica que el ácido láctico por la alta acidez que induce en el medio, posee una acción bactericida que permite ejercer un control efectivo de la actividad microbiana, aunque <http://www.senasa.gov.ar> (2007), reporta que los resultados que se obtengan dependerán de la concentración de ácido láctico que se aplique sobre la carne y el tiempo de contacto, siendo este efecto notorio únicamente en el caso del control de las bacterias aerobias; en cambio, el ácido peracético, a pesar de que <http://www.senasa.gov.ar> (2007), manifiesta que este ácido actúa de una manera similar a la de los clorógenos, es decir, con un amplio poder oxidante

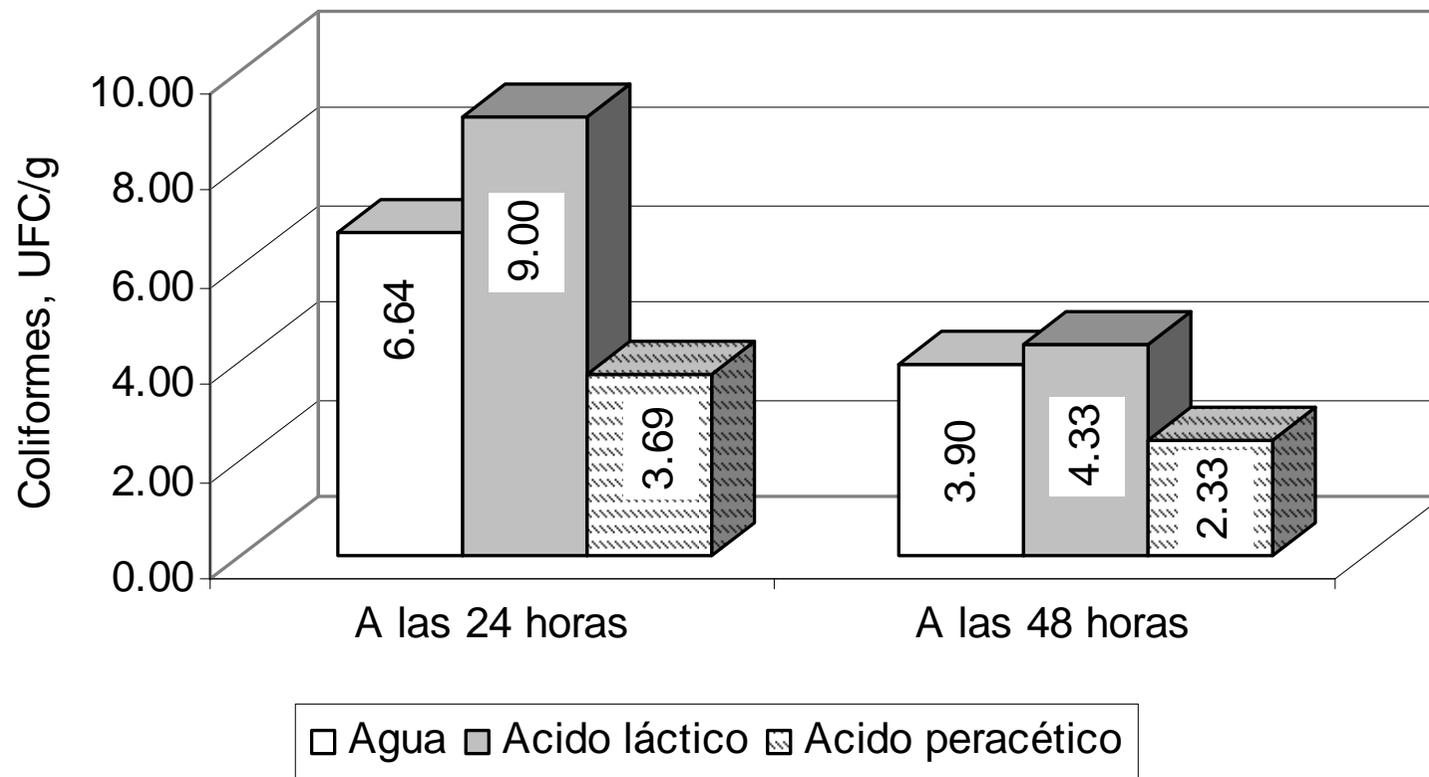


Gráfico 6. Presencia de coliformes totales (UFC/g) a las 24 y 48 horas de evaluación en los pechos de las canales de cerdos que se faenan en la planta de alimentos “Don Diego”, por efecto del lavado de las canales con inhibidores microbianos.

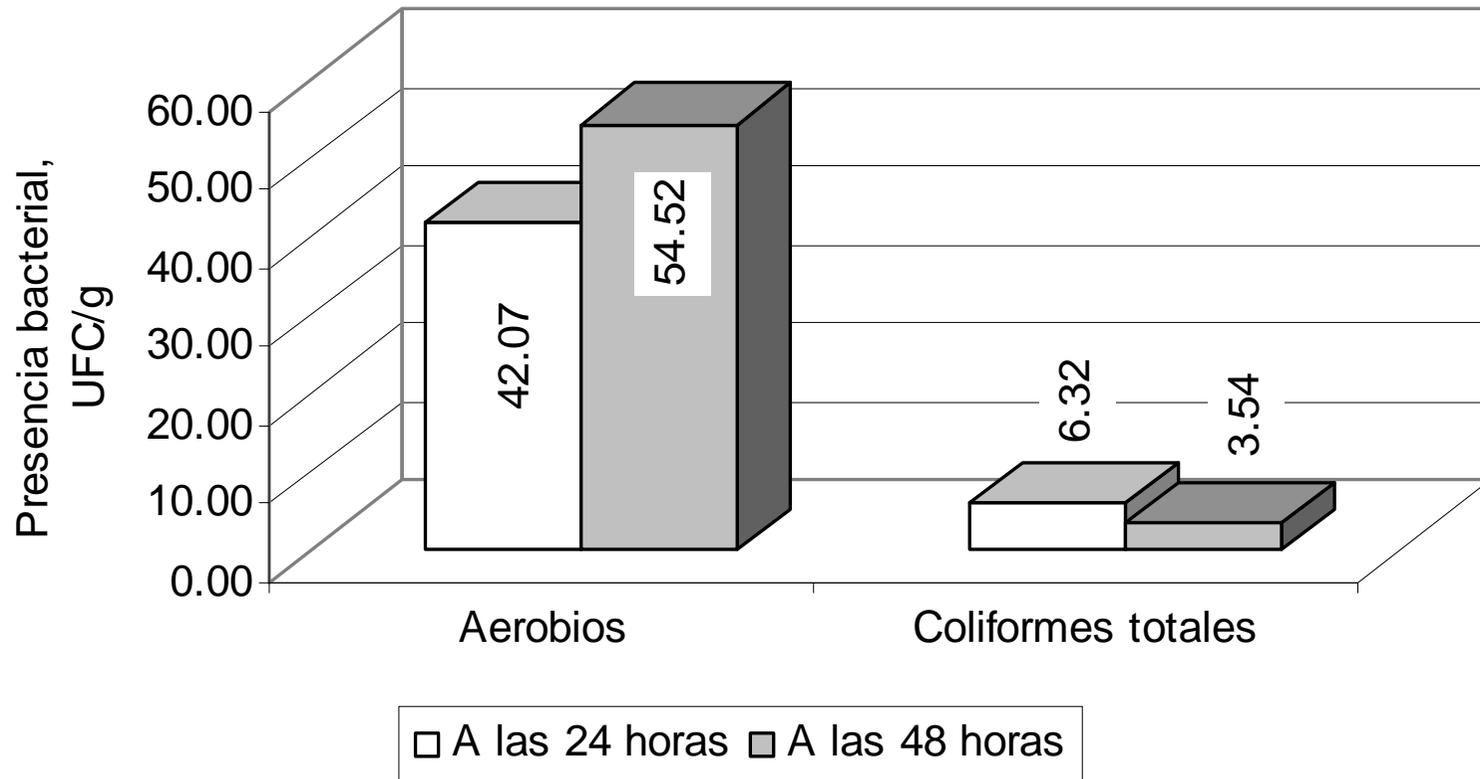


Gráfico 7. Presencia de aerobios mesófilos y coliformes totales (UFC/g) a las 24 y 48 horas de evaluación en los pechos de las canales de cerdos faenados y lavados con inhibidores microbianos en la planta de alimentos “Don Diego”.

y que tiene el mayor espectro de acción de todos los desinfectantes químicos, lo que se confirma con las respuestas obtenidas en el control del desarrollo de las bacterias coliformes, pero no en las aerobias, ya que uno de los factores negativos es cuando no se les da el tiempo de acción necesario, lo que se traduce en resultados no satisfactorios. Algo semejante ocurre cuando se los diluye en exceso. Sin embargo, la situación es peor cuando se lo sobredosifica, porque pueden ser tóxicos para los manipuladores o consumidores, contaminar el medio ambiente e incrementar los costos de su aplicación.

2. En el lomo

El control de la contaminación microbiana en el lomo de las canales de cerdos, determinó que los ácidos láctico y peracético presentaron respuestas favorables, logrando reducir el desarrollo de las bacterias aerobias, pues se registraron a las 24 horas cantidades de 3.19 ± 1.91 y 3.87 ± 2.13 UFC/g, respectivamente, valores que presentan diferencias altamente significativas con respecto a la carga microbiana registradas en los lomos de las canales del grupo control, las mismas que al ser lavadas solamente con agua presentaron 245.00 ± 104.51 UFC/g (gráfico 8), notándose en esta porción de la canal que los ácidos láctico y peracético, tienen una excelente acción antibacterial, cuyo efecto sobrepasa las 48 horas, ya que las cargas microbianas a pesar de incrementarse mantienen sus comportamientos, es decir, que las respuestas observadas en este período fueron de 4.71 ± 1.96 y 7.53 ± 4.05 UFC/g, frente a 271.18 ± 104.57 UFC/g, en el orden que se citaron los tratamientos experimentales, adicionalmente se encontró que existe influencia estadística por efecto del tiempo de almacenamiento que determina que la cantidad de aerobios se incremente cuando mayor es el tiempo de almacenamiento, ya que los promedios obtenidos fueron de 89.04 ± 131.69 y 94.47 ± 139.40 UFC/g a las 24 y 48 horas, en su orden; sin embargo las respuestas obtenidas por efecto de los ácidos orgánicos empleados concuerda con lo señalado por Ojeda, F (2000) y <http://www.senasa.gov.ar> (2007), quienes sostienen que los ácidos orgánicos tienen una elevada acción antibacterial, sin que su empleo altere el olor, textura y sabor de la carne.

En el mismo sentido, el efecto antibacteriano que poseen los ácidos láctico y peracético

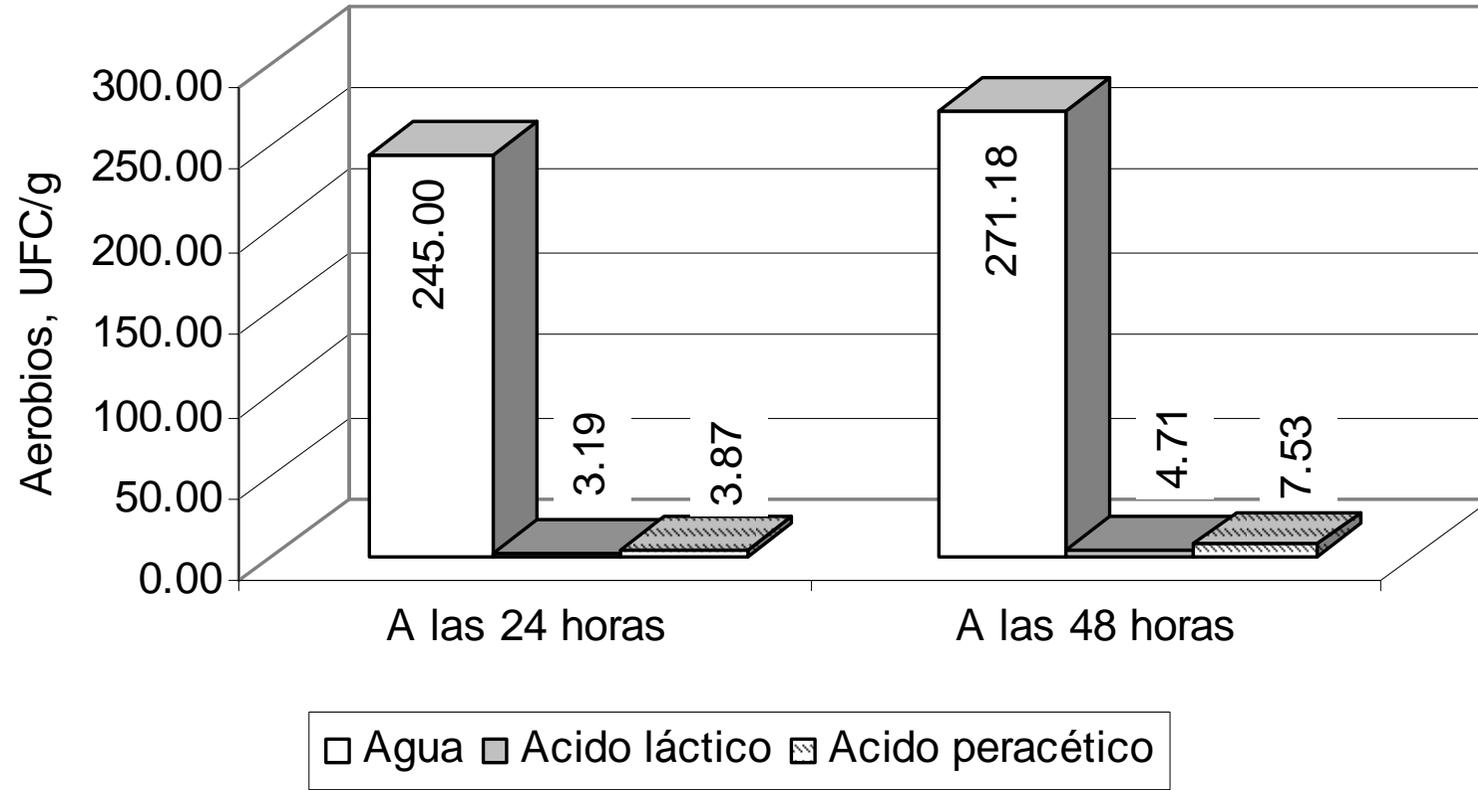


Gráfico 8. Presencia de aerobios mesófilos (UFC/g) a las 24 y 48 horas de evaluación en los lomos de las canales de cerdos que se faenan en la planta de alimentos “Don Diego”, por efecto del lavado de las canales con inhibidores microbianos.

cético se demuestra con los resultados obtenidos, por cuanto los lomos que fueron rociados con las soluciones elaboradas con estos productos presentaron a las 24 horas coliformes en cantidades de 2.63 ± 1.36 y 3.47 ± 1.51 UFC/g, que son diferentes estadísticamente respecto a los valores determinados en las canales que se lavaron solamente con agua y que presentaron 12.71 ± 5.31 UFC/g, presentándose en menor cantidad en su evaluación a las 48 horas posteriores, pero manteniendo el mismo comportamiento, es decir, los lomos registraron cantidades de 7.65 ± 3.06 UFC/g cuando se lavaron únicamente con agua, descendiendo a 1.75 ± 0.87 y 1.92 ± 0.95 UFC/g, cuando se emplearon los ácidos láctico y peracético, respectivamente (gráfico 9), ratificándose por tanto lo señalado por Ojeda, F (2000), en que los ácidos orgánicos poseen una acción bactericida que permite ejercer un control efectivo de la actividad microbiana; por otra parte, al considerar el efecto tiempo de evaluación, de igual manera se determinó que existen diferencias altamente significativas entre las cantidades encontradas a las 24 horas con respecto a las 48 horas, notándose una considerable reducción, por cuanto los valores determinados fueron de 6.46 ± 5.73 y 4.19 ± 3.53 UFC/g, respectivamente (gráfico 10), lo que denota que los ácidos empleados tienen una acción bacterial prolongada al cambiar el pH de las superficies de la carne, pero también se debe considerar las temperaturas de refrigeración, la misma que pudo haber inhibido el desarrollo de estas bacterias, por cuanto Cattana, R (2001), señala que los productos sometidos a bajas temperaturas, el desarrollo de los microorganismos se dificulta y por debajo de 4°C los microorganismos dejan de multiplicarse pero no mueren, por lo que recomienda que la temperatura a la que debería mantenerse un alimento para evitar el crecimiento microbiano es menor a los 5°C .

Tomando como referencia los reportes de <http://www.azti.com> (2008), quien señala que la presencia de bacterias aerobias en la carne entre 100 y 1000 UFC/g, se consideran de buena calidad, así como la Norma INEN (1996), que indica que la carne apta para el consumo humano debe contener un máximo de coliformes de 1.0×10^2 UFC/g, se considera que las canales de cerdos que se procesan en la planta de faenamiento de alimentos “Don Diego”, son de muy buena calidad microbiológica, aunque hace suponer que existe una contaminación por contacto a través de las manos del manipulador, utensilios, superficies contaminadas y

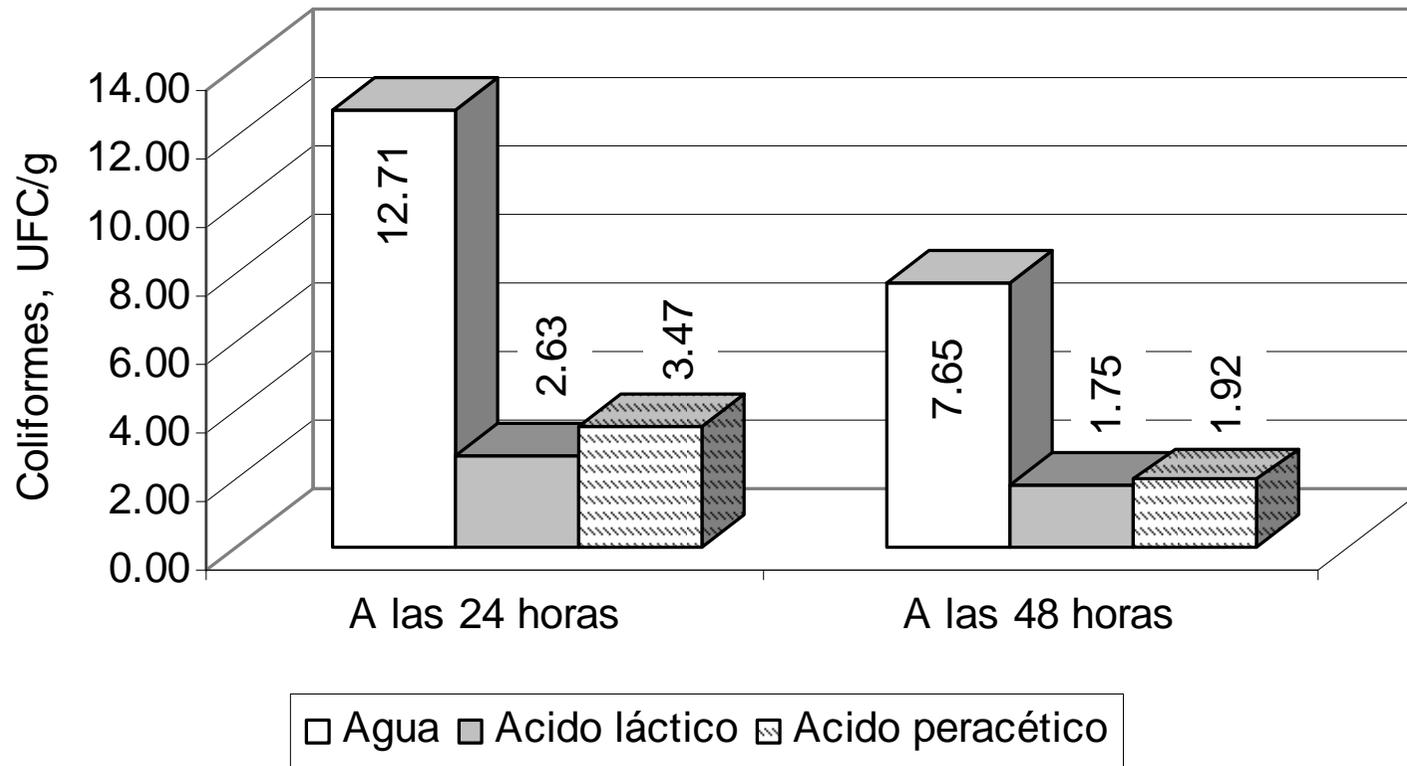


Gráfico 9. Presencia de coliformes totales (UFC/g) a las 24 y 48 horas de evaluación en los lomos de las canales de cerdos que se faenan en la planta de alimentos “Don Diego”, por efecto del lavado de las canales con inhibidores microbianos.

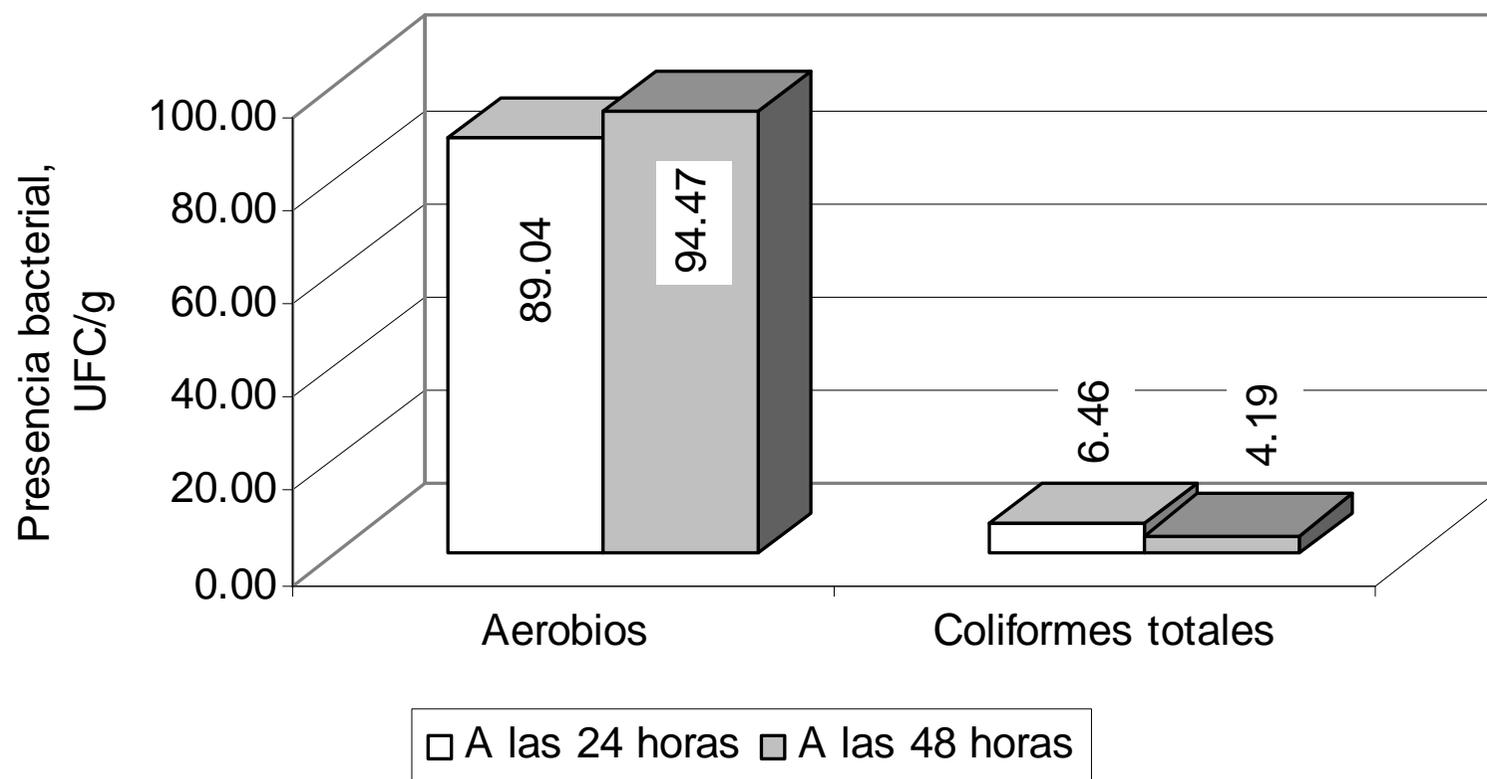


Gráfico 10. Presencia de aerobios mesófilos y coliformes totales (UFC/g) a las 24 y 48 horas de evaluación en los pechos de las canales de cerdos faenados y lavados con inhibidores microbianos en la planta de alimentos “Don Diego”.

equipos alimentarios, principalmente, lo que se puede corregir con la aplicación de las buenas practicas de manufactura.

3. En la pierna

De igual manera al evaluar la calidad microbiológica de las piernas de las canales de los cerdos que se procesan en la planta de faenamiento de alimentos “Don Diego”, se determinó que al aplicarse los ácidos orgánicos (láctico y peracético) la presencia de aerobios y coliformes se reducen considerablemente, estableciéndose diferencias altamente significativas entre sus respuestas, ya que cuando se lavaron únicamente con agua la presencia de aerobios a las 24 horas fue de 161.76 ± 141.32 UFC/g, mientras que con la utilización de los ácidos se redujeron a 6.24 ± 2.75 y 6.12 ± 1.73 UFC/g, de similar manera en la evaluación a las 48 horas posteriores, por cuanto de 199.59 ± 120.27 UFC/g (del tratamiento control, agua), se redujeron a 8.71 ± 2.62 y 9.42 ± 3.00 UFC/g, con el empleo de los ácidos láctico y peracético, respectivamente (gráfico 11), notándose además que existe influencia estadística por efecto del tiempo de almacenamiento, ya que de 58.04 ± 109.00 a las 24 horas se incrementó a 72.57 ± 113.41 UFC/g, que puede deberse a que los microorganismos aerobios soportan la temperatura de refrigeración, ya que según Cattana, R (2001), el crecimiento de estos organismos cuando la carne es conservada a temperaturas cercanas a los 5°C , su crecimiento es más lento y su potencia reproductora se ve disminuida, pero notándose claramente que el efecto de los ácidos orgánicos justifican plenamente su utilización por sus efectos antibacterianos que contienen, ya que al cambiar la acidez de las superficies de las canales, reducen notoriamente las cargas bacterianas.

En la presencia de los coliformes se registró un efecto similar por acción de los ácidos orgánicos empleados, observándose a las 24 horas que en las canales lavadas con agua presentaron 9.29 ± 4.38 UFC/g, mientras que al emplearse los ácidos láctico y peracético, las cantidades disminuyeron a 3.13 ± 1.67 y 3.35 ± 1.58 UFC/g, respectivamente, presentando diferencias altamente significativas, manteniéndose este comportamiento a las 48 horas, pues de 6.18 ± 3.17 UFC/g del grupo control se redujeron a 2.07 ± 1.07 y 1.62 ± 0.77 UFC/g, en el mismo orden

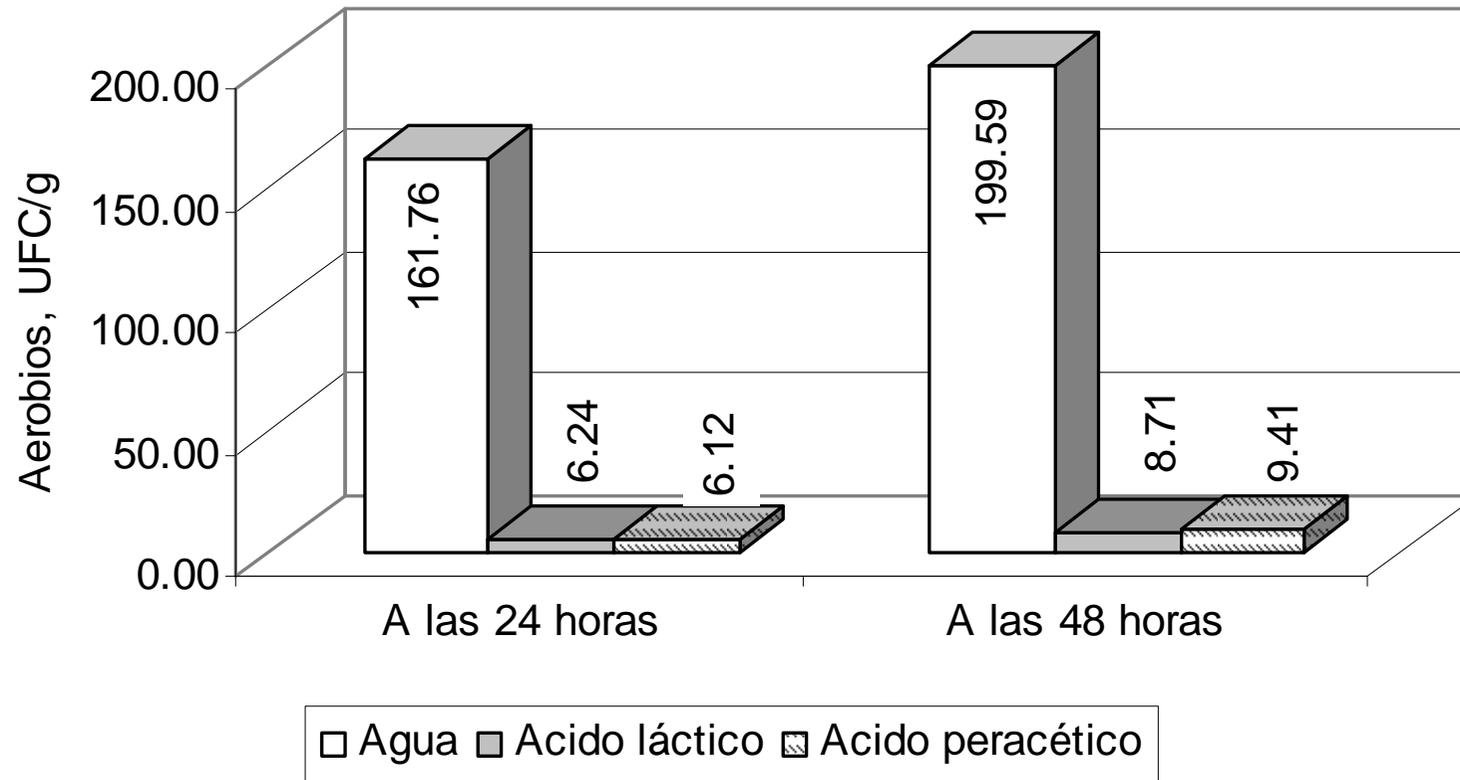


Gráfico 11. Presencia de aerobios mesófilos (UFC/g) a las 24 y 48 horas de evaluación en las piernas de las canales de cerdos que se faenan en la planta de alimentos “Don Diego”, por efecto del lavado de las canales con inhibidores microbianos.

(gráfico 12), también se observó que los tiempos de almacenamiento en refrigeración afectaron significativamente la presencia de coliformes, por cuanto de 5.30 ± 4.04 a las 24 horas, presentaron 3.52 ± 2.97 UFC/g a las 48 horas (gráfico 13), lo que ratifica que la temperatura de refrigeración detuvo el desarrollo microbiano, corroborado con la acción ácida de los productos orgánicos empleados, ya que por Ojeda, F (2000) y <http://www.senasa.gov.ar> (2007), sostienen que los ácidos orgánicos tienen una elevada acción antibacteriana, que impide el desarrollo de las bacterias, la misma que de acuerdo a los resultados encontrados, se considera apta para el consumo humano así como para ser utilizada en la industrialización, por cuanto se enmarca dentro de los valores referencias de la calidad microbiológica señala por <http://www.azti.com> (2008) y la Norma INEN (1996), sin embargo es necesario tener presente que los resultados presentan una posible contaminación por contacto, que es frecuente en cualquier proceso, siendo relevante que cada operario conozca la importancia de realizar las operaciones en el sitio y de la manera adecuada, debiendo aplicarse las buenas prácticas de manufactura y los programas de sanitización necesarios.

D. VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA

Al realizar la valoración organoléptica de las canales rociadas con desinfectantes naturales (ácido láctico y ácido peracético), obtuvieron los resultados que se reportan en el cuadro 6 y que se desglosan a continuación:

La evaluación de la apariencia y del color de las canales demostraron que no existieron influencia estadística por efecto de la aplicación de ácido láctico y ácido peracético durante su lavado, por cuanto, todas recibieron la misma calificación (10 sobre 10 de referencia), ratificándose lo señalado por Ojeda, F (2000) y <http://www.senasa.gov.ar> (2007), quienes manifiestan que estos ácidos orgánicos a más de acción antibacteriana, no alteran la apariencia, olor, color, y sabor de la carne.

Respecto al olor, que se debe a la presencia de compuestos volátiles, producidos principalmente por efecto de los ácidos orgánicos, se estableció que al emplear el ácido láctico le transfirió un olor ligeramente a leche ácida por lo que los evaluado

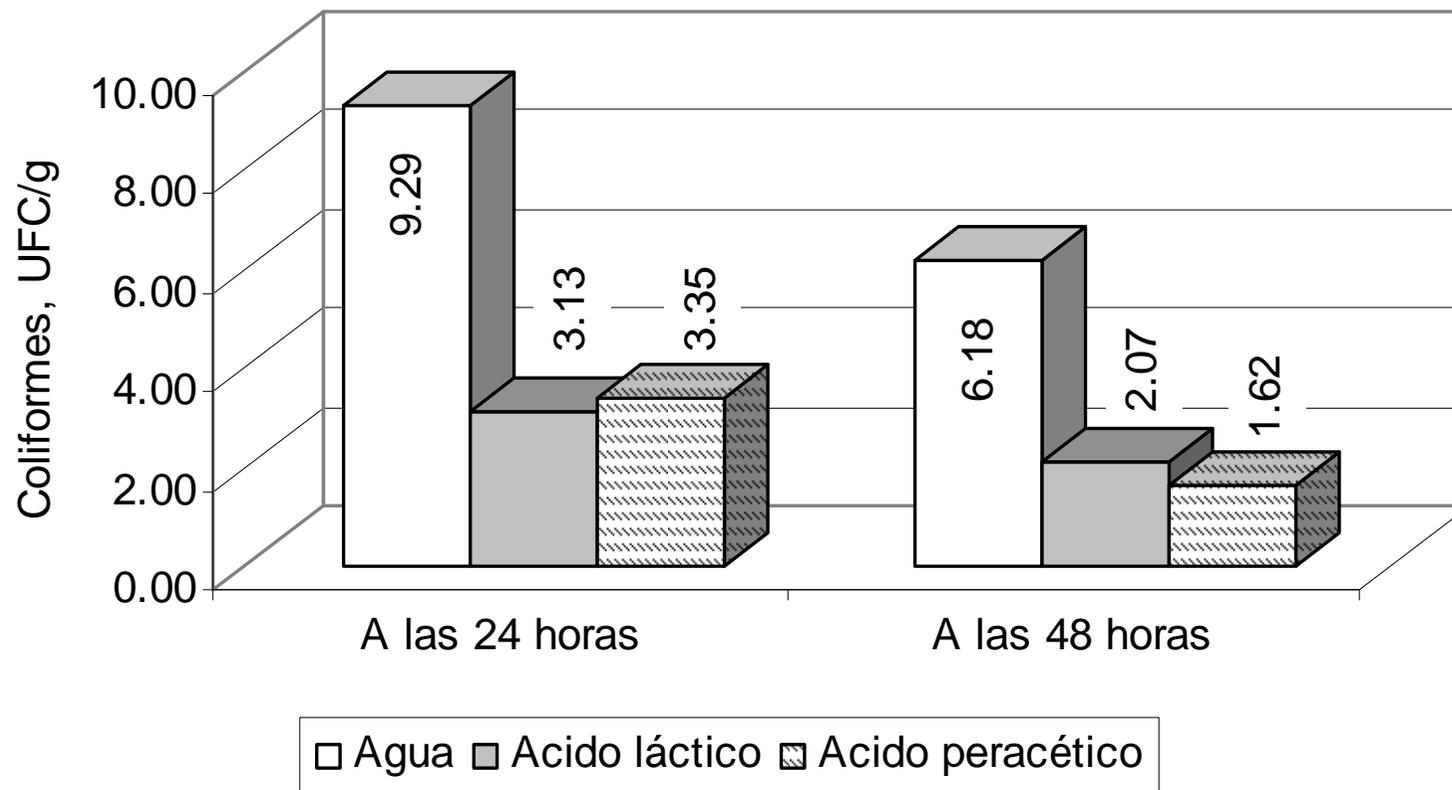
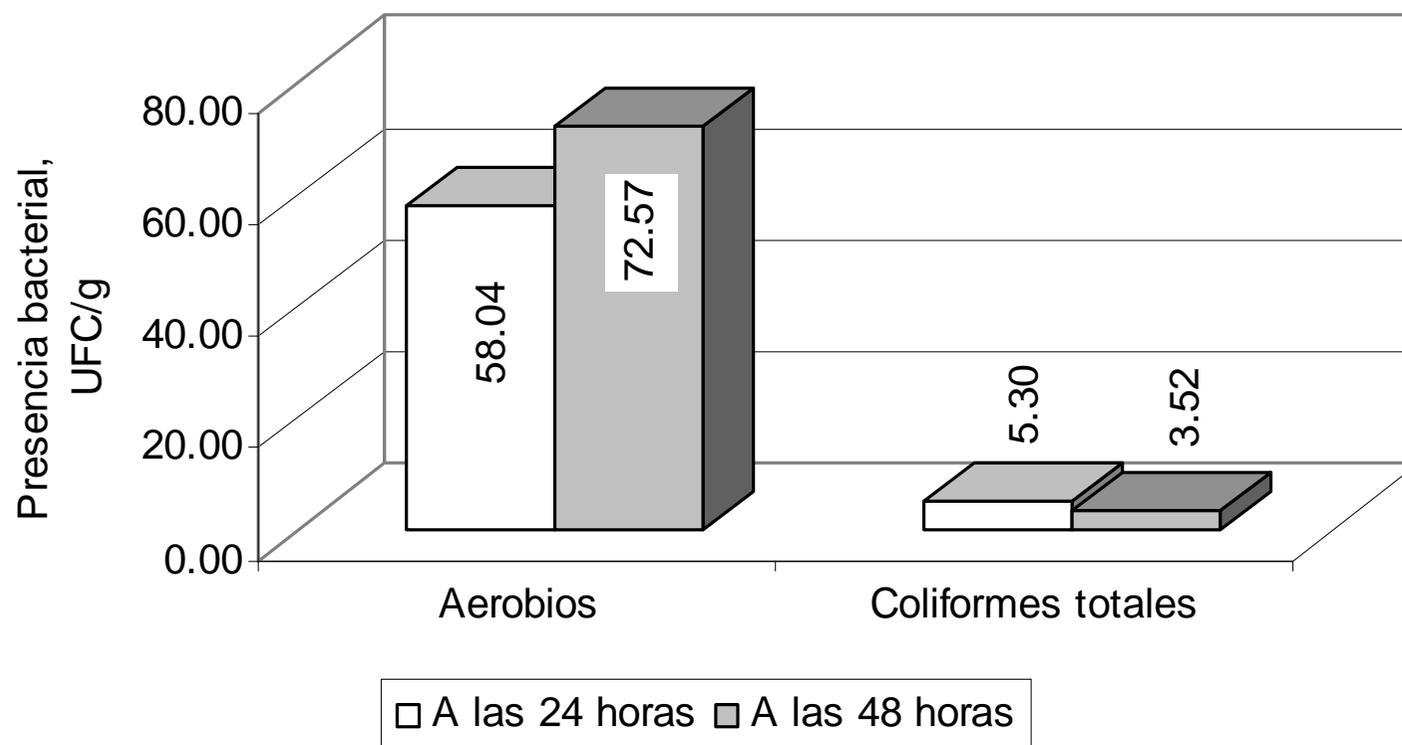


Gráfico 12. Presencia de coliformes totales (UFC/g) a las 24 y 48 horas de evaluación en las piernas de las canales de cerdos que se faenan en la planta de alimentos “Don Diego”, por efecto del lavado de las canales con inhibidores microbianos



Cuadro 6. VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA DE LAS CANALES DE CERDOS QUE SE FAENAN EN LA PLANTA DE ALIMENTOS “DON DIEGO” POR EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES INHIBIDORES DURANTE EL LAVADO DE LAS CANALES

Gráfico 13. Presencia de aerobios mesófilos y coliformes (UFC/g) a las 24 y 48 horas de evaluación en las piernas de las de cerdos faenados y lavados

Característica	Inhibidor Microbiano				F&	F _{tab} 5%	F _{tab} 1 %	totales canales con
	Agua	A. peracético	A. Láctico					
inhibidores microbianos en la planta de alimentos “Don Diego”.								

Apariencia, 10 puntos	10,00	a	10,00	a	10,00	a			
Color, 10 puntos	10,00	a	10,00	a	10,00	a			
Olor, 10 puntos	9,50	a	9,75	a	7,75	b	57,00	5,14	10,92
Terneza, 10 puntos	8,50	a	9,00	a	9,25	a	4,20	5,14	10,92
Total, 40 puntos	38,00	ab	38,75	a	37,00	b	15,86	5,14	10,92
Valoración 1	E		E		MB				

F&: Razón entre varianzas de tratamientos y error

Existen diferencias estadísticas cuando F& es mayor Ftab.

1 Valoración cualitativa según la escala de calidad para productos alimenticios según Witting (1981)

Calidad	Puntaje/100	Puntaje/40 puntos
Excelente	95	38
Muy bueno	90	36
Bueno	85	34
Regular	80	32

dores le asignaron una puntuación de 7.75 sobre 10 puntos de referencia, valor que difiere estadísticamente con las calificaciones asignadas a las canales lavadas con agua y con el empleo de ácido peracético que alcanzaron puntuaciones de 9.50 y 9.75, respectivamente (gráfico 14), notándose por tanto que el ácido peracético es inoloro y no incorpora sustancias que alteran el olor de la carne a diferencia del ácido láctico, lo que se contrapone a lo señalado por Ojeda, F (2000) y <http://www.senasa.gov.ar> (2007), quienes reportan que estos los orgánicos no alteran el olor de la carne, aunque los mismos sostienen que los resultados dependerán de la concentración de ácido láctico aplicada sobre la carne y el tiempo de contacto.

La característica de terneza de la carne presentó pequeñas variaciones numéricas por efecto de la aplicación de los ácidos orgánicos durante el lavado de las canales, por cuanto los catadores les asignaron valores superiores a aquellas que se lavaron con los ácidos láctico y peracético (9.00 y 9.25 puntos), en cambio que a las que se lavaron únicamente con agua recibió una puntuación de 8.50 sobre 10 de referencia, lo que permite indicar que la incorporación de los ácidos orgánicos presentan una capacidad de retención de la humedad y retardan la degradación oxidativa de los lípidos, lo que le proporciona la terneza característica, aunque estadísticamente no puede sostenerse esta afirmación, por cuanto los valores medios no presentaron diferencias significativas.

En las puntuaciones totales, se estableció que las diferencias entre las medias fueron significativas ($F < F_{tab}$), por cuanto las puntuaciones alcanzadas fueron de 37.00 puntos sobre 40 de referencia cuando se empleo el ácido láctico, 38.00 puntos las canales lavadas solamente con agua y la mejor respuesta con la utilización del ácido peracético cuyas canales alcanzaron 38.75 puntos (gráfico 15), por lo que las calificaciones asignadas de acuerdo a la escala de Witting, E (1981), les corresponde a las canales lavadas con agua y peracético una valoración de Excelentes y a las lavadas con ácido láctico una calificación de Muy buena, por lo que se denota que el ácido peracético presenta respuestas superiores al ácido láctico, aunque ambos demostraron una muy buena acción antibacterial, para la conservación de las canales antes de ser industrializadas.

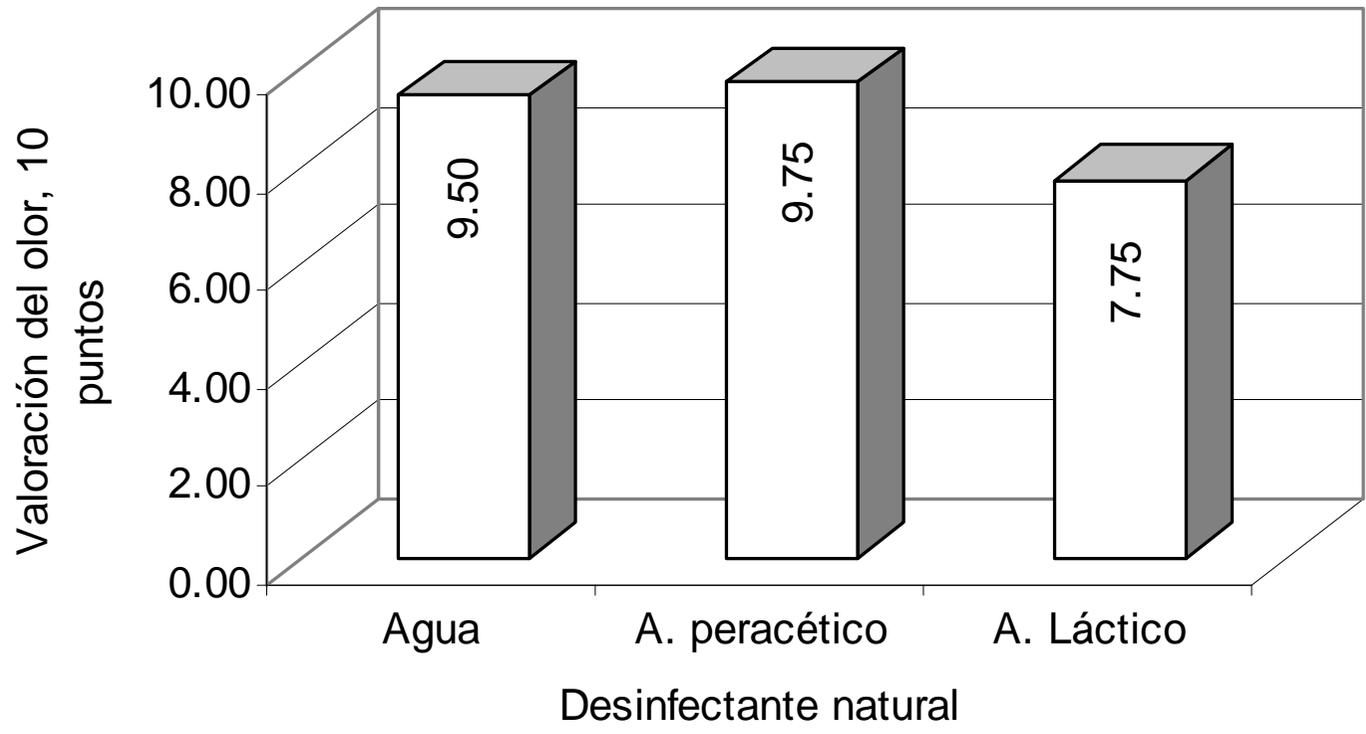


Gráfico 14. Valoración organoléptica del olor (10 puntos) de las canales de cerdos faenados y lavados con inhibidores microbianos naturales en la planta de alimentos “Don Diego”.

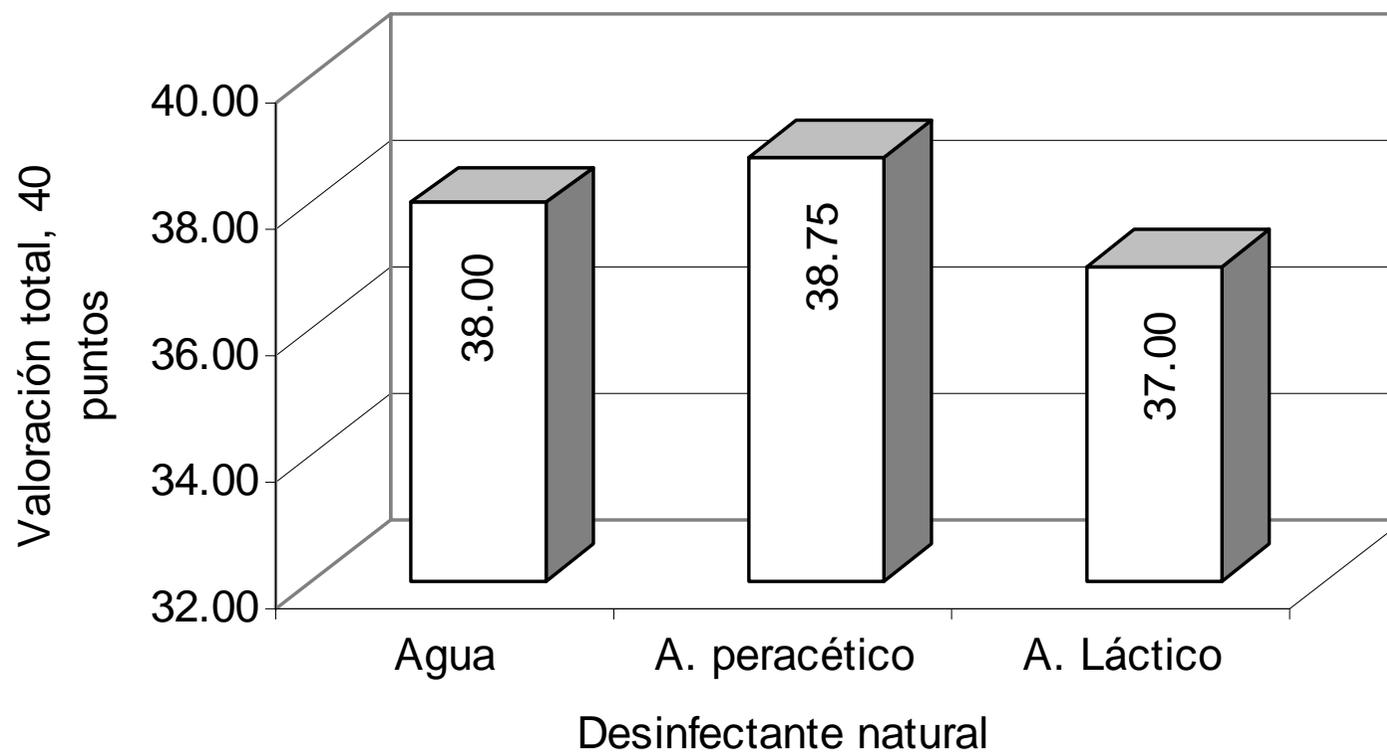


Gráfico 15. Valoración organoléptica total (40 puntos) de las canales de cerdos faenados y lavados con inhibidores microbianos en la planta de alimentos “Don Diego”.

E. ANÁLISIS ECONÓMICO

Mediante el análisis económico (cuadro 7), se establece que los costos del lavado de las canales se incrementa al adicionar los ácidos orgánicos, pero que proporcionan características de seguridad alimentaria, es decir, reducen las cargas microbianas que se pueden formar en la carne durante el tiempo de almacenamiento, presentando la aplicación del ácido peracético mejores respuestas económicas, ya que además de registrar un menor costo (0.38 dólares por canal), mantiene las características organolépticas de la carne, lo que no se aprecia por efecto del empleo del ácido láctico y que además tiene un mayor costo (0.40 dólares por canal).

Cuadro 7. VALORACIÓN ECONÓMICA (DÓLARES)
 DEL CONTROL MICROBIOLÓGICO DE
 CANALES PORCINAS EN LA PLANTA DE ALIMENTOS “DON DIEGO” CON
 DIFERENTES INHIBIDORES

	Unidad	Inhibidor Microbiano		
		Agua	Acido peracético	Acido láctico
Canales porcinas		17,00	17,00	17,00
Solución desinfectante/canal				
Agua 1	lt	1,00	1,00	1,00
Acido peracético *	lt		0,01	
Acido láctico *	lt			0,01
Costos, dólares				
Agua, lt	0,36	6,12	6,12	6,12
Acido peracético	3,00	0,00	0,26	0,00

Acido láctico	8,00	0,00	0,00	0,68
TOTAL COSTOS		6,12	6,38	6,80
<hr/>				
COSTO POR CANAL		0,36	0,38	0,40

1: El agua empleada para la desinfección fue la de consumo humano

*: El ácido se empleó en una cantidad de 0,5 % del
agua

V. CONCLUSIONES

- La calidad higiénica del ambiente y del agua que se emplea en el área de faenamiento de la planta de alimentos “Don Diego”, se consideran excelentes por cuanto se determinó ausencia de coliformes, registrándose la presencia de aerobios únicamente en el ambiente ($4.83 \text{ UFC}/20 \text{ cm}^2$) y en el agua que se emplea en el lavado de las canales ($1.0 \pm 0.58 \text{ UFC}/\text{ml}$), pero en cantidades por debajo de los límites permisibles.
- En la superficie de los equipos la presencia de aerobios a las 24 horas después del faenamiento fue de $532.00 \pm 839.66 \text{ UFC}/20 \text{ cm}^2$ en la sierra de corte y de $766.83 \pm 970.03 \text{ UFC}/20 \text{ cm}^2$ en la mesa de raspado, incrementándose estas cantidades a las 48 horas (606.50 ± 963.89 y $1116.50 \pm 1532.17 \text{ UFC}/20 \text{ cm}^2$, respectivamente), que representan un ligero grado de contaminación.
- Durante el faenamiento, el mayor grado de contaminación por aerobios se registró después del escaldado y depilado, reduciéndose durante el flameado e incrementándose ligeramente en el eviscerado (228.25 ± 114.56 , 46.36 ± 32.10 y $71.46 \pm 46.02 \text{ UFC}/\text{g}$, respectivamente), por otro lado a las 48 horas de evaluación se registró el mismo comportamiento pero en cantidades inferiores (9.38 ± 6.49 , 4.75 ± 4.94 y $7.62 \pm 4.13 \text{ UFC}/\text{g}$, en el mismo orden), con la diferencia que a las 48 horas, las cargas microbianas se redujeron a 3.91 ± 3.48 , 2.25 ± 2.05 y $4.75 \pm 3.22 \text{ UFC}/\text{g}$, respectivamente.
- La disminución de la carga microbiológica por efecto del empleo de los inhibidores microbianos en el lavado de las canales presentó influencia altamente significativas, determinándose que la presencia de aerobios se redujo en aproximadamente en el 98.37 % en el lomo y el 96.29 % en la pierna, pues los valores encontrados en lomo fueron de 245.00 ± 104.51 frente a 3.19 y $3.87 \text{ UFC}/\text{g}$ y en la pierna de 161.76 ± 141.32 a 6.24 ± 2.75 y $6.12 \pm 1.73 \text{ UFC}/\text{g}$, al lavarse las canales con agua y los ácidos lácticos y peracético, respectivamente; de igual manera el control de la multiplicación

de coliformes se redujo en el 78.76 % en el lomo y 67.71 % en la pierna, ya que de 12.71 ± 5.31 se redujo a 2.63 ± 1.36 y 3.47 ± 1.51 UFC/g, en el lomo y de 9.29 ± 4.38 a 3.13 y 3.15 UFC/g en la pierna, respectivamente; pero que se consideran aptas para el consumo humano por cuanto estos valores están dentro de los límites permisibles.

- Respecto a la valoración organoléptica la aplicación de los inhibidores microbianos no afectaron las características apariencia, color y terneza, a diferencia del olor que por efecto del ácido láctico las canales presentaron un aroma ligeramente a leche ácida, lo que le redujo su calificación, a diferencia del ácido peracético que no alteraron el olor característicos de la carne, factores que influyeron en la valoración total, presentando mayor acogida las canales lavadas con ácido peracético y agua, que aquellas que se emplearon el ácido láctico.

- El análisis económico determinó que los costos del lavado de las canales se incrementa al adicionar los inhibidores microbianos, pero que proporcionan características de seguridad alimentaria, presentando el ácido peracético mejores respuestas, ya que además de registrar un menor costo (0.38 dólares por canal), mantiene las características organolépticas de la carne, lo que no se aprecia por efecto del empleo del ácido láctico, que además tiene un mayor costo (0.40 dólares por canal). Por lo tanto con un mínimo de incremento del costo por canal, se asegura la calidad de la carne y su inocuidad.

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se pueden señalar las siguientes recomendaciones:

- Emplear en el lavado de las canales la solución de agua más 0.5 % de ácido peracético, como inhibidor, para disminuir la carga bacteriana presente en las canales porcinas que se faenan en la Planta de Alimentos Don Diego, sin la alteración de las características organolépticas.

- Fortalecer los sistemas de minimización de riesgos de contaminación, conocidos como Buenas Prácticas de Manejo (BPM), y Programas Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES), con el fin reducir la contaminación por contacto que se producen durante el faenamiento, poniendo énfasis en el proceso donde se existe mayor contaminación, (escaldado y depilado).

- Evaluar el efecto del ácido peracético a diferentes concentraciones, como inhibidor microbiano de canales que deben almacenarse por períodos largos en refrigeración, y establecer sus efectos.

VII. LITERATURA CITADA

1. ARGENTINA. SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA. 1998. CÓDIGO ALIMENTARIO ARGENTINO. Guía de aplicación de buenas prácticas de manufactura. faena de cerdos y elaboración de derivados, Resolución 233/98. Archivo de Internet. Guia_BMP.Cerdos.pdf.
2. CHANGO, F. 2003. Determinación de la carga microbiana coliforme en ocho marcas comerciales de salchicha que se expende en Riobamba.. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp 17-18.
3. ECUADOR. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, INEN. 1996. Carne y productos cárnicos. Salchicha. Requisitos. Norma NTE INEN 1 338:96. Quito.
4. ENCARTA (Enciclopedia Microsoft Encarta) 2003. Microsoft® Encarta® 2003. © 1993-2003 Microsoft Corporation.
5. FLORES, I. 2001, Manual de Técnicas de laboratorio para la Industria Pecuaria 1a ed. Edit. AASI, Riobamba – Ecuador. PP 24 – 40
6. GALLEGOS, J. 1997. Microbiología de Alimentos. Riobamba, Ecuador. Edit CRD Xerox. pp 8-12.
7. <http://www.tecnoalimentos.com>. 2001. Título XI del Control Sanitario de los alimentos en Chile.
8. <http://www.sancan.com>. 2001. Conservación de la carne

9. <http://www.agroalimentacion.coop>. 2007. Información general. Carnes y productos cárnicos.
10. http://www.bov_web.com. 2007. GALLO, C. Guía técnica de buenas prácticas. en bienestar animal para el manejo de bovinos en predios, ferias, medios de transporte y plantas faenadoras. Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile.
11. <http://www.calidadalimentaria.net>. 2007. RUMBADO, M. ¿Qué se entiende por calidad alimentaria?
12. <http://www.canalsalud.com>. 2002. Salud alimentaria.
13. <http://www.cfsan.fda.gov> . 2007. Código de Reglamentos Federales de los Estados Unidos de América. Administración de Drogas y Alimentos, Departamento de la salud y servicios humanos. Practicas de buena manufactura en la manufactura, empaque o almacenaje de alimentos para los seres humanos.
14. <http://www.diabetesjuvenil.com>. 2005. Grupo 2 de los grupos alimenticios. Las carnes.
15. <http://www.embutidos.com>. 2002. Conservación de embutidos.
16. <http://www.fdfila.com>. 2004. La carne y sus derivados.
17. <http://www.fgargentina.com>. 2000. OJEDA, F. Desinfectantes orgánicos, el ácido láctico.
18. <http://www.fundacioneroski.es>. 2007. Carnes, huevos y derivados. Carne de cerdo.
19. <http://www.geocities.com>. 2001. CATTANA, R. Importancia de la manipulación de alimentos en los nodos de la RGT. Nodo Ayni Utama (Río Cuarto).

20. <http://www.microbiología.com>. 2004. Microbiología de la carne.
21. <http://www.senasa.gov.ar>. 2007. Alimentos argentinos. Resolución SENASA N° 233. Buenas Prácticas de Fabricación (BPF).
22. <http://www.unavarra.es>. 2007. Métodos generales de análisis microbiológico.
23. <http://www.unavarra.es>. 2007. Notas de microbiología de los alimentos
24. <http://www.azti.com>. 2008. Tablas guías para el control microbiológico de la industria cárnica.
25. JIMÉNEZ, V, MIRANDA, E, MURILLO, O. 2000. Folleto sobre Buenas Prácticas de Manufactura. Archivo de Internet. folleto_bpm.pdf.
26. PICALLO, A. 2002. El análisis sensorial como herramienta de calidad de carne y productos cárnicos de cerdo. Buenos Aires, Argentina. Edit. INTA. Página pdf.
27. WHIRLPAC. 2007. 3M Petrifilm. Folletos divulgativos de las placas de recuento y guías de interpretación.
28. WITTING, E. 1981. Evaluación sensorial. Una metodología actual para tecnología de alimentos. Santiago, Chile. Edit. Talleres gráficos USACH. pp 8-15.

ANEXOS

Anexo 3. Análisis estadísticos de la calidad microbiológica del medio ambiente en la planta de faenamiento de alimentos “Don Diego”

1. Estadísticas descriptivas

Parámetro	Nº obs.	Mínimo	Máximo	Media	Desv. estándar
Aerobios a las 24 horas	6	3,00	8,00	4,8333	1,9408
Aerobios a las 48 horas	6	4,00	9,00	6,1667	1,8348

R = -0.440 Prob. 0.383

2. Prueba de T' Student entre la cantidad de Aerobios a las 24 horas y Aerobios a las 48 horas

Diferencia de las medias	Desviación estándar	Error estándar de la media	Intervalo de confianza de las diferencias al 95 %		Tcal	g.l.	Sig.
			Inferior	Superior			
-1,3333	3,2042	1,3081	-4,6959	2,0292	-1,019	5	0,355

Anexo 4. Calidad microbiológica del agua que se emplea en la planta de faenamiento de alimentos “Don Diego”

Agua en la:	Aerobios a 24 horas		Coliformes a 24 horas	Aerobios a 48 horas		Coliformes a 48 horas
	Media	Des. Est.		Media	Des. Est.	
Tina de escaldado	0.0		0.0	0.0		0.0
Tina de depilado	0.0		0.0	0.0		0.0
Tina de eviscerado	1.0		0.0	1.0		0.0
Lavado de canales	1.0	± 0.58	0.0	1.0	± 0.58	0.0

Anexo 5. Análisis estadísticos de la calidad microbiológica de la sierra de corte de la planta de faenamiento de alimentos “Don Diego”

1. Estadísticas descriptivas

Parámetro	Nº obs.	Mínimo	Máximo	Media	Desv. estándar
Aerobios a las 24 horas	6	15,00	2110,00	532,0000	839,6606
Aerobios a las 48 horas	6	40,00	2450,00	606,5000	963,8900

R = -0.999 Prob. 0.0000

2. Prueba de T' Student entre la cantidad de Aerobios a las 24 horas y Aerobios a las 48 horas

Diferencia de las medias	Desviación estándar	Error estándar de la media	Intervalo de confianza de las diferencias al 95 %		Tcal	g.l.	Sig.
			Inferior	Superior			
-74,5000	130,8186	53,4065	-211,786	62,7857	-1,395	5	,222

Anexo 6. Análisis estadísticos de la calidad microbiológica de la mesa de repelado de la planta de faenamiento de alimentos “Don Diego”

1. Estadísticas descriptivas

Parámetro	N° obs.	Mínimo	Máximo	Media	Desv. estándar
Aerobios a las 24 horas	6	152,00	2700,00	766,8333	970,0327
Aerobios a las 48 horas	6	162,00	4200,00	1116,5000	1532,1681

R = -0.992 Prob. 0.0000

2. Prueba de T' Student entre la cantidad de Aerobios a las 24 horas y Aerobios a las 48 horas

Diferencia de las medias	Desviación estándar	Error estándar de la media	Intervalo de confianza de las diferencias al 95 %		Tcal	g.l.	Sig.
			Inferior	Superior			
-349,6667	583,9002	238,3763	-962,432	263,0990	-1,467	5	,202

Anexo 8. Análisis estadísticos de la calidad microbiológica del pecho de las canales de cerdos después del escaldado y depilado en la planta de faenamiento de alimentos “don diego”

1. Estadísticas descriptivas

Parámetro	Nº obs.	Mínimo	Máximo	Media	Desv. estándar
Aerobios a las 24 horas	12	19,00	321,00	228,2500	114,5577
Coliformes 24 horas	13	1,00	23,00	9,3846	6,4877
Aerobios a las 48 horas	12	39,00	353,00	254,4167	105,5690
Coliformes 48 horas	11	1,00	14,00	3,9091	3,4772

2. Prueba de T' Student entre la cantidad de Aerobios a las 24 horas y Aerobios a las 48 horas

Diferencia de las medias	Desviación estándar	Error estándar de la media	Intervalo de confianza de las diferencias al 95 %		Tcal	g.l.	Sig.
			Inferior	Superior			
-26,1667	29,3748	8,4798	-44,8305	-7,5028	-3,086	11	0,010

R = -0.968

Prob. 0.0000

3. Prueba de T' Student entre la cantidad de Coliformes a las 24 horas y Coliformes a las 48 horas

Diferencia de las	Desviación	Error estándar	Intervalo de confianza de las		Tcal	g.l.	Sig.
-------------------	------------	----------------	-------------------------------	--	------	------	------

medias	estándar	de la media	diferencias al 95 %		5,069	10	0,000
			Inferior	Superior			
6,6364	4,3422	1,3092	3,7192	9,5535			

R = -0.757

Prob. 0.007

Anexo 9. Análisis estadísticos de la calidad microbiológica del pecho de las canales de cerdos después del flameado en la planta de faenamamiento de alimentos “don diego”

1. Estadísticas descriptivas

Parámetro	Nº obs.	Mínimo	Máximo	Media	Desv. estándar
Aerobios a las 24 horas	14	2,00	135,00	46,3571	32,1023
Coliformes 24 horas	12	1,00	18,00	4,7500	4,9383
Aerobios a las 48 horas	14	7,00	156,00	83,8571	41,7462
Coliformes 48 horas	8	1,00	7,00	2,2500	2,0529

2. Prueba de T' Student entre la cantidad de Aerobios a las 24 horas y Aerobios a las 48 horas

Diferencia de las medias	Desviación estándar	Error estándar de la media	Intervalo de confianza de las diferencias al 95 %		Tcal	g.l.	Sig.
			Inferior	Superior			
-37,5000	22,9875	6,1437	-50,7726	-24,2274	-6,104	13	0,000

R = -0.838 Prob. 0.0000

3. Prueba de T' Student entre la cantidad de Coliformes a las 24 horas y Coliformes a las 48 horas

Diferencia de las	Desviación	Error estándar	Intervalo de confianza de las	Tcal	g.l.	Sig.
-------------------	------------	----------------	-------------------------------	------	------	------

medias	estándar	de la media	diferencias al 95 %		3,391	7	0,012
			Inferior	Superior			
4,1250	3,4408	1,2165	1,2484	7,0016			

R = -0.970

Prob. 0.000

Anexo 10. Análisis estadísticos de la calidad microbiológica del pecho de las canales de cerdos después del eviscerado en la planta de faenamiento de alimentos “Don Diego”

1. Estadísticas descriptivas

Parámetro	Nº obs.	Mínimo	Máximo	Media	Desv. estándar
Aerobios a las 24 horas	13	1,00	123,00	71,4615	46,0228
Coliformes 24 horas	13	1,00	16,00	7,6154	4,1340
Aerobios a las 48 horas	14	1,00	131,00	75,5000	50,0903
Coliformes 48 horas	12	2,00	14,00	4,7500	3,2228

2. Prueba de T’ Student entre la cantidad de Aerobios a las 24 horas y Aerobios a las 48 horas

Diferencia de las medias	Desviación estándar	Error estándar de la media	Intervalo de confianza de las diferencias al 95 %		Tcal	g.l.	Sig.
			Inferior	Superior			
-9,7692	11,8754	3,2936	-16,9455	-2,5930	-2,966	12	0,012

R = -0.968 Prob. 0.0000

3. Prueba de T’ Student entre la cantidad de Coliformes a las 24 horas y Coliformes a las 48 horas

Diferencia de las	Desviación	Error	Intervalo de	Tcal	g.l.	Sig.
-------------------	------------	-------	--------------	------	------	------

medias	estándar	estándar de la media	confianza de las diferencias al 95 %		6,461	11	0,000
			Inferior	Superior			
3,4167	1,8320	0,5288	2,2527	4,5806			

R = -0.875

Prob. 0.000

Anexo 12. Análisis estadísticos de la calidad microbiológica del pecho de las canales de cerdos después del lavado en la planta de faenamiento de alimentos “Don Diego”, por efecto de diferentes tipos de inhibidores microbianos para disminuir la carga bacteriana

1. Estadísticas descriptivas

Microorganismos	Inhibidor	N° obs.	Media	D. Est.	E. Est.	Mínimo	Máximo
Aerobios a las 24 horas	Agua	13	48,4615	26,9494	7,4744	5,00	120,00
	Acido láctico	14	26,8571	44,1324	11,7949	2,00	158,00
	Acido peracético	14	51,3571	69,7155	18,6322	6,00	217,00
	Total	41	42,0732	50,5462	7,8940	2,00	217,00
Coliformes 24 horas	Agua	14	6,6429	6,1470	1,6429	1,00	20,00
	Acido láctico	11	9,0000	11,1176	3,3521	1,00	37,00
	Acido peracético	13	3,6923	4,0494	1,1231	1,00	15,00
	Total	38	6,3158	7,5233	1,2204	1,00	37,00
Aerobios a las 48 horas	Agua	14	70,2143	49,0356	13,1053	6,00	192,00
	Acido láctico	14	34,8571	49,5578	13,2449	2,00	163,00
	Acido peracético	14	58,5000	71,2015	19,0294	8,00	220,00
	Total	42	54,5238	58,0526	8,9577	2,00	220,00
Coliformes 48 horas	Agua	10	3,9000	4,3576	1,3780	1,00	15,00
	Acido láctico	9	4,3333	4,3301	1,4434	1,00	15,00
	Acido peracético	9	2,3333	1,9365	,6455	1,00	7,00
	Total	28	3,5357	3,7067	,7005	1,00	15,00

2. Análisis de varianza

Parámetro	F.V.	S.C.	g.l.	C.M.	Fcal	Signf.
Aerobios a las 24 horas	Tratamientos	4978,621	2	2489,311	,973	0,387 ns
	Error	97218,159	38	2558,373		
	Total	102196,780	40			
Coliformes 24 horas	Tratamientos	170,227	2	85,114	1,548	0,227 ns
	Error	1923,984	35	54,971		
	Total	2094,211	37			
Aerobios a las 48 horas	Tratamientos	9082,905	2	4541,452	1,372	0,266 ns
	Error	129091,571	39	3310,040		
	Total	138174,476	41			
Coliformes 48 horas	Tratamientos	20,064	2	10,032	,715	0,499 ns
	Error	350,900	25	14,036		
	Total	370,964	27			

3. Prueba de T'Student entre la cantidad de Aerobios a las 24 horas y Aerobios a las 48 horas

Diferencia de las medias	Desviación estándar	Error estándar de la media	Intervalo de confianza de las diferencias al 95 %		Tcal	g.l.	Sig.
			Inferior	Superior			

-13,6341	21,9063	3,4212	-20,5486	-6,7197	-3,985	40	0,000
----------	---------	--------	----------	---------	--------	----	-------

R = -0.929 Prob. 0.0000

3. Prueba de T' Student entre la cantidad de Coliformes a las 24 horas y Coliformes a las 48 horas

Diferencia de las medias	Desviación estándar	Error estándar de la media	Intervalo de confianza de las diferencias al 95 %		Tcal	g.l.	Sig.
			Inferior	Superior			
4,4643	6,3098	1,1924	2,0176	6,9110	3,744	27	0,001

R = -0.666 Prob. 0.000

Anexo 14. Análisis estadísticos de la calidad microbiológica del lomo de las canales de cerdos después del lavado en la planta de faenamiento de alimentos “Don Diego”, por efecto de diferentes tipos de inhibidores microbianos para disminuir la carga bacteriana

1. Estadísticas descriptivas

Microorganismos	Inhibidor	N° obs.	Media	D. Est.	E. Est.	Mínimo	Máximo
Aerobios a las 24 horas	Agua	17	245,0000	104,5132	25,3482	129,00	380,00
	Acido láctico	16	3,1875	1,9050	,4763	1,00	7,00
	Acido peracético	15	3,8667	2,1336	,5509	1,00	8,00
	Total	48	89,0417	131,6939	19,0084	1,00	380,00
Coliformes 24 horas	Agua	17	12,7059	5,3123	1,2884	4,00	24,00
	Acido láctico	16	2,6250	1,3601	,3400	1,00	6,00
	Acido peracético	15	3,4667	1,5055	,3887	1,00	6,00
	Total	48	6,4583	5,7314	,8273	1,00	24,00
Aerobios a las 48 horas	Agua	17	271,1765	104,5749	25,3631	146,00	402,00
	Acido láctico	17	4,7059	1,9610	,4756	2,00	8,00
	Acido peracético	17	7,5294	4,0484	,9819	1,00	15,00
	Total	51	94,4706	139,3989	19,5198	1,00	402,00
Coliformes 48 horas	Agua	17	7,6471	3,0607	,7423	3,00	14,00
	Acido láctico	12	1,7500	,8660	,2500	1,00	4,00
	Acido peracético	13	1,9231	,9541	,2646	1,00	4,00
	Total	42	4,1905	3,5285	,5445	1,00	14,00

2. Análisis de varianza

Parámetro	F.V.	S.C.	g.l.	C.M.	Fcal	Signf.
Aerobios a las 24 horas	Tratamientos	640247,746	2	320123,873	82,371	,000
	Error	174886,171	45	3886,359		
	Total	815133,917	47			
Coliformes 24 horas	Tratamientos	1032,904	2	516,452	45,479	,000
	Error	511,013	45	11,356		
	Total	1543,917	47			
Aerobios a las 48 horas	Tratamientos	796304,471	2	398152,235	109,022	,000
	Error	175298,235	48	3652,047		
	Total	971602,706	50			
Coliformes 48 horas	Tratamientos	341,421	2	170,710	39,382	,000
	Error	169,055	39	4,335		
	Total	510,476	41			

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey

a. Aerobios a las 24 horas

Tratamiento	N° obs.	Grupos homogéneos	
		B	A
Acido láctico	16	3,1875	
Acido peracético	15	3,8667	
Agua	17		245,0000

b. Coliformes a las 24 horas

Tratamiento	N° obs.	Grupos homogéneos	
		B	A
Acido láctico	16	2,6250	
Acido peracético	15	3,4667	
Agua	17		12,7059

c. Aerobios a las 48 horas

Tratamiento	N° obs.	Grupos homogéneos	
		B	A
Acido láctico	17	4,7059	
Acido peracético	17	7,5294	
Agua	17		271,1765

d. Coliformes a las 48 horas

Tratamiento	N° obs.	Grupos homogéneos	
		B	A
Acido láctico	12	1,7500	

Acido peracético	13	1,9231
Agua	17	7,6471

4. Prueba de T' Student entre la cantidad de Aerobios a las 24 horas y Aerobios a las 48 horas

Diferencia de las medias	Desviación estándar	Error estándar de la media	Intervalo de confianza de las diferencias al 95 %		Tcal	g.l.	Sig.
			Inferior	Superior			
-11,1250	12,4894	1,8027	-14,7515	-7,4985	-6,171	47	,000

R = 0.999 Prob. 0.0000

5. Prueba de T' Student entre la cantidad de Coliformes a las 24 horas y Coliformes a las 48 horas

Diferencia de las medias	Desviación estándar	Error estándar de la media	Intervalo de confianza de las diferencias al 95 %		Tcal	g.l.	Sig.
			Inferior	Superior			
2,9524	3,5815	,5526	1,8363	4,0684	5,342	41	,000

R = -0.814 Prob. 0.000

Anexo 16. Análisis estadísticos de la calidad microbiológica de la pierna de las canales de cerdos después del lavado en la planta de faenamiento de alimentos “Don Diego”, por efecto de diferentes tipos de inhibidores microbianos para disminuir la carga bacteriana

1. Estadísticas descriptivas

Microorganismos	Inhibidor	N° obs.	Media	D. Est.	E. Est.	Mínimo	Máximo
Aerobios a las 24 horas	Agua	17	161,7647	141,3150	34,2739	45,00	383,00
	Acido láctico	17	6,2353	2,7507	,6671	3,00	12,00
	Acido peracético	17	6,1176	1,7278	,4191	3,00	9,00
	Total	51	58,0392	108,9993	15,2629	3,00	383,00
Coliformes 24 horas	Agua	17	9,2941	4,3841	1,0633	2,00	18,00
	Acido láctico	16	3,1250	1,6683	,4171	1,00	6,00
	Acido peracético	17	3,3529	1,5788	,3829	1,00	7,00
	Total	50	5,3000	4,0419	,5716	1,00	18,00
Aerobios a las 48 horas	Agua	17	199,5882	120,2659	29,1688	97,00	386,00
	Acido láctico	17	8,7059	2,6164	,6346	6,00	14,00
	Acido peracético	17	9,4118	3,0012	,7279	4,00	15,00
	Total	51	72,5686	113,4105	15,8806	4,00	386,00
Coliformes 48 horas	Agua	17	6,1765	3,1669	,7681	1,00	13,00
	Acido láctico	14	2,0714	1,0716	,2864	1,00	4,00
	Acido peracético	13	1,6154	,7679	,2130	1,00	3,00
	Total	44	3,5227	2,9687	,4476	1,00	13,00

2. Análisis de varianza

Parámetro	F.V.	S.C.	g.l.	C.M.	Fcal	Signf.
Aerobios a las 24 horas	Tratamientos	274354,039	2	137177,020	20,597	,000
	Error	319687,882	48	6660,164		
	Total	594041,922	50			
Coliformes 24 horas	Tratamientos	411,338	2	205,669	24,839	,000
	Error	389,162	47	8,280		
	Total	800,500	49			
Aerobios a las 48 horas	Tratamientos	411420,745	2	205710,373	42,620	,000
	Error	231675,765	48	4826,578		
	Total	643096,510	50			
Coliformes 48 horas	Tratamientos	196,501	2	98,251	22,076	,000
	Error	182,476	41	4,451		
	Total	378,977	43			

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey

a. Aerobios a las 24 horas

Tratamiento	N° obs.	Grupos homogéneos	
		B	A
Acido peracético	17	6,1176	
Acido láctico	17	6,2353	
Agua	17		161,7647

b. Coliformes a las 24 horas

Tratamiento	N° obs.	Grupos homogéneos	
		B	A
Acido láctico	16	3,1250	
Acido peracético	17	3,3529	
Agua	17		9,2941

c. Aerobios a las 48 horas

Tratamiento	N° obs.	Grupos homogéneos	
		B	A
Acido láctico	17	8,7059	
Acido peracético	17	9,4118	
Agua	17		199,5882

d. Coliformes a las 48 horas

Tratamiento	N° obs.	Grupos homogéneos	
		B	A
Acido peracético	13	1,6154	

Acido láctico	14	2,0714
Agua	17	6,1765

4. Prueba de T' Student entre la cantidad de Aerobios a las 24 horas y Aerobios a las 48 horas

Diferencia de las medias	Desviación estándar	Error estándar de la media	Intervalo de confianza de las diferencias al 95 %		Tcal	g.l.	Sig.
			Inferior	Superior			
-14,5294	24,2960	3,4021	-21,3628	-7,6961	-4,271	50	,000

R = 0.977 Prob. 0.0000

5. Prueba de T' Student entre la cantidad de Coliformes a las 24 horas y Coliformes a las 48 horas

Diferencia de las medias	Desviación estándar	Error estándar de la media	Intervalo de confianza de las diferencias al 95 %		Tcal	g.l.	Sig.
			Inferior	Superior			
2,2727	2,8964	,4366	1,3921	3,1533	5,205	43	,000

R = -0700 Prob. 0.000