

# Capítulo LXXVI

## Aspectos importantes sobre la inocuidad de la carne de res

Claudia Narváez-Bravo, MSc  
Alejandro Echeverry, MSc, PhD

---

### INTRODUCCIÓN

De acuerdo a lo establecido por el Codex Alimentarius (1999), la inocuidad es la garantía de que un alimento no causará daño al consumidor cuando el mismo sea preparado o ingerido de acuerdo con el uso al cual se destine. La inocuidad de los alimentos es reconocida universalmente como una prioridad de salud pública a fin de evitar que los consumidores sufran enfermedades transmitidas por alimentos (ETA's). Esto requiere un planteamiento integral y sistémico desde la producción primaria hasta el consumo, más aún, cuando la apertura comercial ha generado un incremento en el comercio de animales y productos derivados, lo cual genera el riesgo de facilitar la propagación de enfermedades en el mundo, tales como la encefalitis espongiforme bovina (BSE) o cepas de microorganismos patógenos emergentes o re-emergentes para el hombre.

Las ETA's pueden ser causadas por microorganismos, agentes químicos y parásitos. Dentro del grupo de los microorganismos, las bacterias son responsables de un amplio rango de estas infecciones o intoxicaciones alimentarias, por lo que son los agentes más importantes asociados con ETA's. Debido a esto, la mayoría de las precauciones de procesamiento y manipulación son principalmente dirigidas contra las bacterias. En muchos casos, las bacterias causantes de ETA's son capaces de crecer en los alimentos y causar gastroenteritis aguda, además de causar complicaciones a largo plazo como artritis reactiva (debida a *Salmonella*, *Shigella* y *Yersinia*) síndrome de Guillan Barré (debida a *Campylobacter*) y falla renal (debida a *E. coli* O157:H7) (Varnam y Evans, 1991, Jay, 2005).

Cada año en Estados Unidos ocurren más de 76 millones de casos de enfermedades por consumo de alimentos contaminados con bacterias patógenas. Muchos de estos brotes han sido relacionados con productos cárnicos (Callaway *et al.*, 2002). Según el Instituto Panamericano de Protección de Alimentos (INPPAZ) entre los años 1995

y 2001 ocurrieron en Latinoamérica y el Caribe 5283 brotes de ETA afectando 174.976 personas y causando 275 muertes (Franco *et al.*, 2003). En el caso de Venezuela entre los años 2000 y 2002 se reportaron a través del SIRVETA, 7 brotes, con 506 enfermos debidos al consumo de carnes rojas y salchichas (SIRVETA/INPPAZ, 2008), sin embargo estas cifras podrían ser mayores a las reportadas, debido a que Venezuela no cuenta con un sistema de registro y reporte epidemiológico ajustado a la realidad (Arispe y Tapia, 2007); sumado a esto los consumidores no siempre reportan los brotes de enfermedad o no se identifican o diagnostican de forma correcta.

Para conocer algunos aspectos de inocuidad de la carne de res, este capítulo presenta una revisión de los principales patógenos causante de ETA's relacionados por el consumo de carne de res y los principales métodos de control microbiano, haciendo hincapié en las intervenciones pre y post-cosecha que existen hoy en día a nivel mundial.

## **EL GANADO BOVINO COMO RESERVORIO**

Un elevado número de bacterias están presentes en el cuero, pelo, pezuñas y tracto gastrointestinal del ganado vacuno. La población y composición de esta microflora está afectada por las condiciones ambientales (Jackson *et al.*, 2001, Jay *et al.*, 2005). La canales bovinas son inicialmente estériles, ya que los tejidos internos de animales saludables que van a sacrificio se encuentran libres de bacterias hasta el momento del sacrificio (Jay *et al.*, 2005, Aberle *et al.*, 2001). La contaminación de las canales bovinas y de la carne cruda por bacterias de tipo putrefactivo y/o patogénico, ocurre debido a que los animales se comportan como portadores asintomáticos y como vehículos de infección. El medio ambiente del procesamiento y almacenamiento también se convierte en factores de contaminación de la canal, si no existe un buen programa de higiene y desinfección (Sofos, 2005).

En Venezuela, Nava (2005) aisló *Salmonella* spp. en muestras de heces de bovinos provenientes de 15 fincas de doble propósito de la zona noreste del Estado Zulia sobre un total de 1463 animales (vacas en producción y sus becerros); todas las fincas evaluadas resultaron positivas a *Salmonella* spp variando entre 1,1% hasta 55,7%. A nivel de planta beneficiadora, algunas investigaciones han mostrado que el ganado vacuno puede ser un importante reservorio de *Salmonella* spp. Un estudio realizado a nivel de 3 mataderos de la región Centro-Occidental de Venezuela (Narváez *et al.*, 2007), encontró que 13,7% de los animales sacrificados (n=80) fue positivo a *Salmonella* spp. a nivel intestinal, y en 36,2% a nivel del cuero, los cuales son fuente importante de contaminación de la canal. En otro estudio realizado a nivel de una planta procesadora de carne de hamburguesa, se reportó la presencia de *Salmonella* spp. en ingredientes y productos derivados de las fases del procesamiento (Narváez *et al.*, 2005).

Referente a la detección de *E. coli* O157:H7 en Venezuela, Narváez *et al.* (2005), realizaron un estudio en seis (6) fincas de ganado doble propósito en el Estado Zulia, procesando 309 muestras de heces, de las cuales 1,94% resultaron positivas a *E. coli* O157:H7. En otra investigación realizada a nivel de planta beneficiadora, no se pudo aislar este patógeno en las diferencias fases del faenado (Narváez *et al.*, datos no publicados). Sin embargo, Bravo *et al.* (2002) reportaron el aislamiento de *E. coli* O157:H7

en el 3,1% de las muestras de carne molida y chorizos obtenidos en el mercado municipal de Cumaná.

Evaluaciones en carne de hamburguesa, elaborada en una planta del estado Zulia, no mostraron presencia de *E. coli* O157:H7, sin embargo, se determinó la presencia de cepas de *E. coli* de tipo enteropatógeno, enteroinvasivo y enterotoxigénico en ingredientes, fases operativas y producto terminado (Narváez *et al.*, 2005).

## **MEDIDAS DE CONTROL MICROBIANO**

Diferentes medidas de control pueden ser aplicadas desde la producción primaria y durante el proceso de sacrificio, fabricación, distribución y preparación de los productos para su consumo (Aberle *et al.*, 2001). Entre estas medidas de control se encuentran: Buenas Prácticas Pecuarias (a nivel de la producción primaria), Procedimientos Operativos Sanitarios Estándar (POSE), Buenas Prácticas de Fabricación (BPF), Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP), e intervenciones microbiológicas pre y post cosecha.

### **Buenas Prácticas Pecuarias (BPP)**

La habilidad de controlar enfermedades transmitidas por alimentos causadas por carnes frescas y productos cárnicos, se inicia con la reducción de la prevalencia de infecciones a nivel de granja. La interacción de los animales de abasto con su ambiente es el primer factor modulador de la salud animal. El sentido común indica que un ambiente sanitario puede promover la salud animal y la productividad (Scott *et al.*, 2004).

Los animales de granja pueden infectarse por un variado número de rutas, tales como agua, suelo, fuente de alimentación (pastoreo ó alimento concentrado), roedores, presencia de otros animales silvestres, y manejo humano, entre otros. Estas rutas están estrechamente relacionadas con las prácticas agrícolas en cada región (Varnam y Evans, 1991). En este sentido es importante proporcionar un ambiente propicio para reducir la ocurrencia de patógenos a través del desarrollo de sistemas de producción como son la implementación de sistemas BPP y HACCP a nivel de las granjas. Mediante estos sistemas se pueden aplicar controles medioambientales efectivos tales como: drenajes apropiados, tratamiento del agua de las granjas, sanitización, monitoreo de patógenos, controles efectivos de plagas y un apropiado manejo de los animales y sus desechos, previniendo así el acúmulo, supervivencia y transmisión de patógenos a los animales (Scott *et al.*, 2004, Manual de Buenas Prácticas Pecuarias en la Producción Primaria, 2004, Manual de Buenas Prácticas Pecuarias SAGARPA, 2008).

### **Procedimientos Operativos Sanitarios Estándar (POSE)**

La contaminación bacteriana de las canales puede ocurrir como consecuencia de contaminación cruzada en el ambiente de procesamiento a partir de la manipulación repetida por parte de los trabajadores, los cuales pueden tocar superficies contaminadas y/o equipos mal sanitizados, y posteriormente, transferir esta carga microbiana al tocar las canales durante el faenado. El diseño cuidadoso de los procesos operativos, específicamente en la remoción del cuero y evisceración podrían ayudar a re-

resolver estos problemas. Un lavado frecuente y sanitización de las manos por parte del trabajador, lo mismo que de las herramientas, equipo y maquinarias, es requerido con la finalidad de remover bacterias antes de que alcancen la superficie expuesta de las canales. Un buen programa de saneamiento y desinfección mejora la calidad del producto y su vida útil, reduce los costos de manutención y contribuye a la eficacia operacional (Katsuyama y Jantschke, 1999).

Los POSE contemplan los procesos de sanitización durante el proceso productivo. Estos deben describir todos los pasos y procedimientos que se llevarán a cabo diariamente, antes y durante las operaciones de procesamiento, con el fin de prevenir la contaminación o adulteración de los productos. Cada establecimiento debe monitorear diariamente la implementación y el seguimiento correcto de estos procedimientos (Katsuyama y Jantschke, 1999).

Los programas POSE describen sanitización pre-operacional y operacional. La sanitización pre-operacional es establecida con la finalidad de garantizar que antes de comenzar la producción todas las instalaciones, equipos y utensilios se encuentren libres de cualquier suciedad, restos de tejidos, químicos u otras substancias dañinas que puedan contaminar el producto (Katsuyama y Jantschke, 1999; Aberle *et al.*, 2001). La sanitización operacional contempla los procedimientos que deben realizarse durante las operaciones para garantizar el mantenimiento de un ambiente sanitario donde se prepare, almacene o manipule cualquier producto cárnico. Usualmente incluye higiene personal del manipulador de alimentos, desinfección de herramientas y equipos así como la planificación cuidadosa de los procedimientos operativos (Aberle *et al.*, 2001).

### **Buenas Prácticas de Fabricación de Alimentos (BPF)**

Las buenas prácticas de fabricación de alimentos son una herramienta básica para la obtención de alimentos seguros para el consumo humano. Contemplan procedimientos y prácticas generales de higiene para el personal, edificaciones e instalaciones, equipos y utensilios, controles de procesos en la manipulación, producción, envasado, almacenamiento, transporte y distribución, así como control de plagas y roedores (Katsuyama y Jantschke, 1999). Las BPF contribuyen al aseguramiento de una producción de alimentos seguros, saludables e inocuos para el consumo humano al asegurar que éstos han sido fabricados bajo condiciones sanitarias. Cabe destacar que en Venezuela la aplicación de las BPF (No 36081) es de carácter obligatorio desde el año 1996 (Gaceta Oficial, 1996), sin embargo, no todas las empresas que manejan alimentos las cumplen de forma efectiva.

### **Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP)**

El HACCP es un sistema de gestión para la seguridad de los alimentos, basado en el análisis y control de peligros biológicos, químicos y físicos que existen a lo largo de la cadena productiva. Está diseñado para ser aplicado en todos los segmentos de la industria alimentaria, desde la producción, cosecha, procesamiento, fabricación, distribución y comercialización, hasta el procesamiento de alimentos para el consumo. Su objetivo específico es asegurar que los alimentos sean inocuos para el consumo humano. Una implementación exitosa de este sistema exige que la gerencia esté fuerte-

mente comprometida con el concepto de HACCP y la implementación de la misma (Comité Nacional Asesor sobre Criterios Microbiológicos para Alimentos, 1999).

La fabricación de productos alimenticios seguros, exige que el sistema HACCP esté fundado en una base sólida conformada por los programas pre-requisitos, los cuales incluyen las POSE y BPF, ya descritos. Cada segmento de la industria alimentaria debe contar con estos programas de forma de poder proteger los alimentos mientras están bajo su control. La existencia y efectividad de los programas pre-requisitos deben evaluarse durante la etapa de diseño e implementación del plan HACCP (Bernard y Parkinson, 1999) y están bajo responsabilidad directa de la dirección de la empresa.

Las enfermedades transmitidas por alimentos pueden producirse cuando no se controla apropiadamente la presencia de un peligro biológico en los alimentos. El HACCP exige el conocimiento de los tipos de peligros biológicos relevantes en un alimento específico; por ejemplo la presencia de *E. coli* O157:H7 en carne cruda molida o de *Listeria monocytogenes* en productos cárnicos listos para el consumo. Se deben examinar las características de los microorganismos con el fin de determinar los controles apropiados en cada caso (Scott, 1999).

### **Intervenciones microbiológicas pre y post-cosecha**

A pesar de los adelantos en la aplicación de sistemas de inocuidad como el HACCP, la industria procesadora de carnes rojas continúa siendo desafiada por la contaminación de microorganismos patógenos en las canales y, como consecuencia, en los productos cárnicos y derivados (Rodríguez *et al.*, 2004). Con el objetivo de reforzar los programas de inocuidad de los suplidores de alimentos ha sido necesaria una estrategia de inocuidad que contemple peligros en diferentes puntos de la cadena “de la granja a la mesa”. Estas estrategias están siendo desarrolladas por la industria de alimentos, entes gubernamentales y academia en países como Estados Unidos. Dentro de las estrategias de inocuidad se encuentran los métodos de intervenciones para descontaminación microbiológica, técnicas efectivas de valoración de riesgos, el suministro de información que considere identificación y caracterización de los peligros, ocurrencia y frecuencia de esos peligros, así como controles de riesgo. Sin embargo, garantizar la seguridad del público consumidor aún sigue siendo un desafío especialmente considerando que la industria de alimentos se encuentra en constantes cambios en sus operaciones de procesamiento, y también debido a la emergencia y re-emergencia de patógenos, los cuales se adaptan continuamente a las nuevas condiciones ambientales que se les presentan.

## **INTERVENCIONES PRE Y POST-COSECHA**

A continuación se discutirá como punto principal de este capítulo las diferentes intervenciones pre y post-cosecha, que hasta la actualidad, pueden ser accesibles y que han mostrado resultados promisorios para el control de patógenos.

### **Intervenciones Pre-Cosecha**

El objetivo de estas intervenciones es minimizar la contaminación microbiana de carne y productos cárnicos a través de la manipulación de factores de manejo que

pueden afectar los patógenos, su ecología, prevalencia y detección a nivel de granjas, para lograr así la reducción de la colonización y diseminación de bacterias patógenas en el ganado antes de ser introducidas en el procesamiento (Loneragan *et al.*, 2005). Entre las intervenciones que han sido investigadas en ganadería de carne, en este capítulo se discutirá el uso de probióticos, exclusión competitiva y uso de antimicrobianos.

- **Uso de probióticos y exclusión competitiva**

Los cultivos probióticos se pueden definir como microorganismos vivos que pueden ser administrados como suplemento en la alimentación animal. Estos microorganismos actúan de forma benéfica en el animal mejorando su balance microbiano a nivel intestinal (Fuller, 1989). En esta definición se ha incluido recientemente el uso de productos que contienen microorganismos o sus productos finales, sin restringir el concepto solo a efectos de colonización *per se* (Doyle, 2000, Callaway *et al.*, 2002, 2005). Estos probióticos generalmente consisten en preparaciones que incluyen especies microbianas individuales o mezclas de bacterias ácido lácticas y levaduras.

Varios tipos de probióticos han sido ampliamente utilizados en ganadería bovina para incrementar la tasa de crecimiento y aumento de masa muscular, la producción de leche y eficiencia productiva (Callaway *et al.*, 2005). También se han demostrado efectos benéficos en el control de bacterias patógenas, tales como *E. coli* O157:H7. En una investigación realizada por Brashears y Gallean (2002) se demostró que la administración de un cultivo de *Lactobacillus acidophilus* a ganado bovino de engorde terminado redujo la excreción de *E. coli* O157:H7 en más de un 50% sin afectar las características de la canal.

Los probióticos mejoran la salud, incrementan el crecimiento y ganancia de peso y suprimen microorganismos patógenos, pudiendo ser fácilmente utilizado como una estrategia integrada de manejo a nivel de granja. También ofrecen una excelente alternativa al uso de antibióticos en el manejo animal, ya que no crean problemas de resistencia antimicrobiana (Donohue, 2004). Las cepas más comúnmente utilizadas en ganado bovino para estos propósitos pertenecen a los géneros *Lactobacillus*, *Enterococcus* y *Streptococcus*, ya que se ha comprobado su actividad como agentes probióticos o su efectividad en la exclusión competitiva en animales de engorde (Brashears *et al.*, 2003).

La exclusión competitiva (EC) es una tecnología que involucra la adición de cultivos de bacterias no patógenas al tracto gastrointestinal de animales de abasto con el objetivo de reducir la colonización o disminuir la población de bacterias patógenas. Esto se basa en la idea de que los microorganismos compiten por los nutrientes o producen sustancias que pueden inhibir otras especies de microorganismos. Por ejemplo, las altas poblaciones de *Lactobacillus acidophilus* y *Propionibacterium freudenreichii* producen compuestos como ácido láctico y bacteriocinas los cuales reducen o inhiben el crecimiento de otras bacterias patógenas (*E. coli* O157:H7) que compiten por los mismos nutrientes. Estos cultivos pueden estar compuestos por una o varias cepas de una bacteria o por diferentes especies bacterianas, y son actualmente utilizados con éxito en ganadería bovina para reducir las cargas de *E. coli* O157:H7 (Brashears *et al.*, 2005). En una investigación se utilizaron cepas de *E. coli* no patógenas aisladas de ganado bovino negativo a *E. coli* O157:H7 y los resultados mostraron que estas *E. coli* ge-

néricas pudieron desplazar las cepas de *E. coli* O157:H7 ya establecidas en los intestinos del animal (Zhao *et al.*, 1998).

La mayoría de las investigaciones aplicadas en esta área se han focalizado en *Lactobacillus* específicos administrados en la dieta animal. La cepa bacteriana que aparece como la más efectiva en la literatura es *Lactobacillus acidophilus*, también conocida como NP51 (Loneragan *et al.*, 2005). Este producto NP51 está comercialmente disponible bajo el nombre de Bovamine® (Nutrition Physiology Corporation), y aproximadamente el 10% de los animales en proceso de engorde en US son suplementados con este producto (Loneragan *et al.*, 2005).

El concepto de probióticos y exclusión competitiva ha sido demostrado en varios estudios utilizando técnicas *in vitro* o con animales gnotobióticos; sin embargo, los resultados obtenidos en experimentación animal utilizando bacterias ácido lácticas (BAL) en animales de granja han sido variables (Nousiainen *et al.*, 2004). Debido a esto sería recomendable realizar investigaciones sobre el uso de probióticos y/o exclusión competitiva en la ganadería venezolana antes de su uso, con la finalidad de determinar si los cultivos probióticos ó aquellos utilizados para exclusión competitiva son efectivos bajo las condiciones de manejo, engorde y procesamiento que se realizan en el país.

#### • Uso de Antimicrobianos

Las drogas antimicrobianas o antibióticos han sido utilizados con frecuencia para el control de enfermedades y también para incrementar la tasa de crecimiento y/o eficiencia en los animales de engorde (Prescott *et al.*, 2002). También se ha estudiado su utilidad en el control de patógenos causantes de ETA en animales vivos. Entre los antibióticos evaluados para estos propósitos, está el Sulfato de neomicina, el cual es un antibiótico aprobado en Estados Unidos para su uso en ganado bovino. En estudios donde se le administró al ganado bovino alimento suplementado con neomicina durante 48 h, se encontró que posterior al periodo de retiro (24 horas), la excreción de *E. coli* genérica y *E. coli* O157:H7 se había reducido significativamente (Elder *et al.*, 2002).

Es importante recalcar en esta sección, que el uso de antimicrobianos en producción animal es un tema muy controversial y de mucha preocupación a nivel mundial debido al potencial que poseen las bacterias patógenas de generar resistencia antimicrobiana (Doyle y Ericsson, 2006; Loneragan *et al.*, 2005) y su impacto tanto en el ámbito de la salud como en el económico para poblaciones humanas y animales (Singer, 2003). El incremento del desarrollo de resistencia antimicrobiana ha sido bien documentado por diferentes investigadores (Esaki *et al.*, 2004; Dias de Oliveira *et al.*, 2005; Doyle y Erickson, 2006; Briceño *et al.*, 2007) y es un tema de gran importancia para la salud pública, debido a que cepas bacterianas resistentes provenientes de animales pueden ser transferidas a humanos (Doyle y Erickson, 2006). Este desarrollo de resistencia ha resultado en el fracaso del tratamiento de infecciones humanas y animales que no responden a las drogas antimicrobianas actualmente disponibles.

La resistencia es una consecuencia inevitable del uso de antibióticos en producción animal (Witte, 2000; Prescott, 2000; Doyle y Erickson, 2006). Cuando se expone un patógeno bacteriano a un antimicrobiano específico se le está exponiendo a una

presión selectiva, en la cual la bacteria debe adaptarse al nuevo ambiente que se le presenta a fin de lograr su supervivencia. Investigaciones realizadas en Venezuela en el área de resistencia antimicrobiana han demostrado aumento de la resistencia para algunos agentes antimicrobianos como las fluoroquinolonas y otras drogas en cepas de *Salmonella* spp. aisladas de ganado bovino y en pollos de engorde (Nava, 2005; Briceño et al, 2007). Sin embargo, son necesarias más investigaciones a nivel nacional para tener una apreciación real del estatus de resistencia de diversos patógenos microbianos en producción animal. Estos factores deben ser considerados y evaluados antes de utilizar drogas antimicrobianas para tratar de disminuir la excreción de patógenos en ganado bovino en Venezuela.

### **Intervenciones Post-Cosecha**

Las intervenciones post-cosecha consisten en procedimientos mecánicos o humanos que pueden disminuir significativamente el número de patógenos y de otros microorganismos presentes en la superficie de la carne, sea la canal o piezas de carne. Utilizando estas intervenciones se puede, por consiguiente, mejorar la vida útil de la carne fresca o productos cárnicos procesados. En Estados Unidos, muchos de estos mecanismos de control son de uso obligatorio y forman parte integral del plan HACCP a fin de lograr disminuir la presencia de patógenos en el producto. Este tipo de controles pueden ser usados individualmente o en combinación, pudiendo incluir: intervenciones a nivel del cuero, cortes con cuchillos de zonas contaminadas de la canal, lavados con agua caliente, lavados de la canal con aspersion de agua, lavados con ácidos orgánicos, lavados utilizando agua clorinada e inyección de vapor y aspirado de la canal. A continuación se explica brevemente cada una de estas intervenciones.

- **Intervenciones a nivel del cuero.** El cuero del ganado bovino es una de las fuentes primarias de microorganismos patógenos que contaminan las canales (Narváez *et al.*, 2007; Jackson *et al.*, 2001) por lo que una efectiva descontaminación del mismo, resultaría en menos contaminación de la canal posterior al desollado (Koohmararie *et al.*, 2005). Para lograr este objetivo se debe aplicar un paso previo al sacrificio del animal y previo al desollado, que consiste en la remoción de peligros físicos y microbiológicos de la superficie de los animales previo a la exanguinación, con el objetivo de reducir la presencia de microorganismos patógenos (Scanga, 2005). Diversas investigaciones se han realizado en este aspecto; entre ellas está el uso del depilado químico el cual ha demostrado ser efectivo, sin embargo, la industria lo considera poco viable debido a su complejidad en la aplicación y costos (Scanga, 2005).

Otros tratamientos a nivel del cuero consisten en la aplicación de diferentes compuestos antimicrobianos tales como: hidróxido de sodio (1,6%), fosfato trisódico (4%), clorofoam (detergente clorinado espumante, 4%) y ácido fosfórico (4%). Estos compuestos fueron aplicados por separado al cuero del ganado bovino (Koohmararie *et al.*, 2005) y posteriormente enjuagados utilizando agua ó soluciones de cloro acidificado (200 a 500ppm). Adicionalmente se utilizó un paso de aspirado con la finalidad de eliminar el goteo por exceso de líquido, ya que este interfiere negativamente con los resultados del lavado del cuero. Los resultados mostraron que el ácido fosfórico, hidróxido de sodio y clorofoam fueron



más efectivos que el fosfato trisódico, mientras que el ácido fosfórico y el enjuagado con cloro acidificado a 500 ppm mostraron ser los tratamientos más efectivos para eliminar *E. coli* O157:H7 (Koohmararie *et al.*, 2005).

- **Corte final con cuchillos a nivel de la superficie de la canal.** Este procedimiento se ha venido utilizando durante muchos años en las plantas de procesamiento de carnes rojas. El corte consiste básicamente en remover cualquier contaminación de material fecal que sea visible en la superficie de la canal. Los cortes de la superficie de la canal se realizan durante el proceso de matanza, posterior al desollado, antes del lavado final y enfriamiento de la canal. Es importante mencionar que esta práctica no garantiza la remoción completa de todos los contaminantes microscópicos como las bacterias (Koohmararie *et al.*, 2005; Scanga, 2005).
- **Lavado de la canal utilizando agua caliente.** Lavados con agua caliente de las canales, antes del enfriamiento, puede ser una alternativa o un paso complementario a los lavados con agua a temperatura ambiente. Investigaciones en esta área han encontrado que combinaciones de la temperatura del agua (71°C) y el tiempo de lavado (10-20 seg), son efectivas en la remoción de bacterias, sin efectos permanentes en la apariencia de la carne tratada, especialmente en el color (Koohmararie *et al.*, 2005).
- **Lavado de la canal con aspersión de agua.** El lavado inicial de la canal es importante para remover materia orgánica o cualquier contaminación visible de la superficie de la canal. Este método es automatizado y disponible en forma comercial y se suelen utilizar temperaturas entre 32 y 40°C con una presión de 300 psi. (Koohmararie *et al.*, 2005). Es efectivo en remover parte de la carga bacteriana presente y el hecho de ser automatizado, elimina el error humano, asegurando que cada canal sea expuesta completamente al rocío con agua (Bacon, 2005).
- **Lavados utilizando ácidos orgánicos.** A través de los años, se han probado diferentes ácidos orgánicos con la finalidad de reducir la flora microbiana en las canales y subproductos. Estos ácidos incluyen: láctico, acético, cítrico, propiónico, ascórbico, fórmico y ácido peracético. De estos el ácido acético, láctico y cítrico en soluciones al 1,5-2,5% han sido aprobados por el USDA/FSIS como intervenciones aceptables para reducir la contaminación de la canal (USDA/FSIS, 1996). El ácido láctico es el más comúnmente utilizado en la práctica comercial.
- **Lavados utilizando agua clorinada.** Soluciones de agua clorinada han sido utilizadas para lavados de canales con la finalidad de reducir o prevenir la proliferación de cualquier bacteria remanente en la superficie de la canal. Agua clorinada a 200ppm reduce el recuento total de bacterias (APC) después de 24 horas del tratamiento. El hipoclorito de calcio ( $\text{CaCl}_2\text{O}_2$ ) y dióxido de cloro ( $\text{ClO}_2$ ) también han mostrado su efectividad. Sin embargo, la rápida inactivación del cloro en sistemas orgánicos, como la carne, es una gran desventaja para este tratamiento.
- **Inyección de vapor y aspirado de la canal.** Este método normalmente combina la remoción física de la carga microbiana (por ejemplo barro, pelo) por medio

de succión y la descontaminación simultánea por medio del vapor. Este paso normalmente se realiza después del lavado con agua para eliminar el exceso de líquido que hay en el cuero y el cual puede contaminar la canal durante el proceso de descuerado (Koochmarie *et al.*, 2005). Esta intervención es ideal para aquellos puntos en la canal que presentan contaminación visible al ojo humano pero que por ser pequeños no requieren de la remoción por cuchillo. El Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) ha aprobado el uso de esta intervención como sustituto para la remoción con cuchillo siempre y cuando la contaminación sea < 2,54 cm de diámetro (USDA/FSIS, 1996; Huffman, 2002) y ha demostrado ser efectivo en la remoción de hasta 5 logs en superficies inoculadas con *E. coli* O157:H7 (Dorsa *et al.*, 1996).

## CONCLUSIONES

Prevención significa adoptar las acciones necesarias para evitar la contaminación o crecimiento bacteriano en la canal, mientras que los procedimientos correctivos son aplicados con el objetivo de remover o destruir bacterias que pudiesen estar presentes en las canales. Esta reducción puede lograrse a través los programas de calidad e inocuidad de alimentos, así como la aplicación de intervenciones microbiológicas por parte del sector ganadero e industrial. Algunas intervenciones pre-cosecha y post-cosecha resultan ser prometedoras, sin embargo es necesario realizar investigaciones en cuanto a efectividad y costos en el agro venezolano antes de su implementación.

Es importante que el sector salud se avoque a mejorar la eficiencia de los sistemas actuales de reporte y registro epidemiológico de ETA's en el país, ya que esta información es fundamental para el desarrollo e implementación de estrategias específicas en el área de inocuidad de alimentos. El factor económico se observa a largo plazo en todas las mejoras que se realicen en el área de procesamiento e higiene de alimentos que puede conllevar en un futuro a un incremento y expansión en el comercio intraregional de estos productos.

La participación de la comunidad científica con el apoyo del sector industrial y gubernamental es fundamental para generar la información epidemiológica necesaria para atacar problemas específicos de inocuidad de alimentos en el agro venezolano.

## LITERATURA CITADA

- Aberle ED, Forrest JC, Gerrard DE, Mills EW, Hedrick HB, Judge MD, Merkel RA. 2001. Chapter 8. Microbiology and deterioration of meat. En, Principles of meat science Fourth edition. Kendal/Hunt Publishing Company. 155-177.
- Arispe I, Tapia MS. 2007. Inocuidad y calidad: requisitos indispensables para la protección de la salud de los consumidores. *Agroalimentaria* 24: 105-117.
- Bacon RT. 2005. Physical decontamination strategies for meat. En, Improving the safety of fresh meat. Edited by JN Sofos (ed). CRC Press. Chapter 16: 319-349.
- Bernard DT, Parkinson NG. 1999. Prerrequisitos para el HACCP. En: HACCP Un enfoque sistemático hacia la seguridad de alimentos. K Stevenson, DT Bernard (ed). Tercera edic. Food Processors Institute. Capítulo 3: 43-53.

- Brashears MM, Galyean ML. 2002. American Meat Institute Foundation. Final report. Testing of Probiotic Bacteria for the Elimination of *Escherichia coli* O157:H7 in Cattle. Disponible en: [http://www.foodsafetynetwork.ca/articles/263/probiotic\\_Ecoli\\_cattle.pdf](http://www.foodsafetynetwork.ca/articles/263/probiotic_Ecoli_cattle.pdf)
- Brashears MM, Loneragan G, Younts-Dahl S. 2005. Controlling microbial contamination on the farm: and overview. En, Improving the safety of fresh meat. JN Sofos. CRC Press. Capitulo 7:156-189.
- Brashears MM, Jaroni D, Trimble J. 2003. Isolation, selection and characterization of lactic acid bacteria for a competitive exclusion product to reduce shedding of *Escherichia coli* O157:H7 in cattle. J Food Prot 66 (3): 355-363.
- Bravo VJB, Villalobos de B, LB. 2002. *Escherichia coli* enterohemorrágica en product carnicos comercializados en el Mercado municipal de Cumana. Venezuela. Rev Soc Microbiol 22(2):119-121.
- Briceño-Torres L, Narváez-Bravo C, Rodas-González R, Wittum TE, Hoet AE. 2007. Resistencia a las fluoroquinolonas y otros antimicrobianos en cepas de *Salmonella* spp. aisladas en el procesamiento de pollo entero. Rev. Cientif. FCV-LUZ XVII (5):521-528.
- Callaway TR, Anderson RC, Edrington TS, Elder RO, Genovese KJ, Bischoff KM, Poole TL, Jung YS, Harvey RB, Nisbet DJ. 2002. Preslaughter intervention strategies to reduce food-borne pathogens in food animals. J Anim Sci 81(E. Suppl.2):E17-E23.
- Callaway TR, Anderson RC, Edrington TS, Genovese KJ, Poole TL, Harvey RB, Nisbet DJ. 2005. Probiotics, vaccines and other interventions for pathogen control in animals. En: Improving the safety of fresh meat. JN Sofos (ed). CRC Press. 4-789
- Codex Alimentarius - Food Hygiene. 1999. Basic Texts-Second Edition. 7.
- Comité Nacional Asesor sobre Criterios Microbiológicos para Alimentos. 1999. Principios y Guía de aplicación para el análisis de riesgos y control de puntos críticos. En, HACCP un enfoque sistemático hacia la seguridad de los alimentos. KE Stevenson, DT Bernard (ed). Tercera edición. Capitulo 2: 7-31.
- Dias De Oliveira S, Siqueira F, Ruschel Dosantos L, Brandelli A. 2005. Antimicrobial resistance in *Salmonella enteritidis* strains isolated from broilers carcasses, food, human and poultry - related samples. Intern J Food Microbio. 97: 297-305.
- Disponible en: [http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg/manual/manual\\_bovino.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg/manual/manual_bovino.pdf)
- Donohue DC. 2004. Safety of novel probiotic bacteria. En, Lactic Acid Bacteria. Microbiological and Functional Aspects. Third Ed. Edic Seppo Salmigen. Chapter 19: 531-546.
- Dorsa WJ, Cutter CN, Siragusa GR. 1996. Effectiveness of a steam-vacuum sanitizer for reducing *Escherichia coli* O157:H7 inoculated to beef carcass surface tissue. Lett. in Applied Microbiol 22: 393-396.
- Doyle MP, Erickson MC. 2006. Emerging microbiological food safety issues related to meat. Meat Sci 74: 98-112.
- Doyle MP. 2000. Use of microorganisms in non-traditional methods to increases meat safety. Proc 46<sup>th</sup> Intern Cong Meat Sci Techn (ICoMST). Meat diversity meals. 2: 636-638.
- Elder RO, Keen JE, Wittum TE, Callaway TR, Edrington TS, Anderson RC, Nisbet DJ. 2002. Intervention to reduce fecal shedding of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in naturally infected cattle using neomycin sulfate. Amer. Soc. Anim. Sci/Amer. Dairy Sci. Assoc. Joint Mtg. Quebec. 602.

- Esaki H, Morioka A, Ishihara K, Kojima A, Shiroki S, Tamura Y, Takahashi T. 2004. Antimicrobial susceptibility of *Salmonella* isolated from cattle, swine and poultry (2001-2002): report from Jap vet antimicrobial monitoring program. *J Ant Chemoth* 53: 266-270.
- Franco BDGM, Landgraf M, Destro MT, Gelli D. 2003. Foodborne diseases in Southern South América. En: *International Handbook of Foodborne Pathogens*. M Miliotis, J Bier, J Marcel Dekker (eds), New York. 733-743.
- Fuller R. 1989. Probiotics in man and animals. *J Appl Bacteriol* 66:365-378.
- Gaceta Oficial de la República de Venezuela. N° 36.081. Cap.II. p. 7  
[http://www.comex.go.cr/acuerdos/comerciales/centroamerica/resoluciones/ane9\\_1172\\_004](http://www.comex.go.cr/acuerdos/comerciales/centroamerica/resoluciones/ane9_1172_004)
- Huffman RD. 2002. Current and future technologies for the decontamination of carcasses and fresh meat. *Meat Sci* 62: 285-294.
- Jackson TC, Marshall DL, Acuff GR, Dickson JS. 2001. Meat, Poultry and seafood. En, *Food Microbiology, Fundamentals and Frontiers*. MP Doyle, LR Beuchat, TJ Montville (eds). 2<sup>nd</sup> edition. ASM press. Washinton DC. Chapter 5: 91-109.
- Jay JM, Loessner MJ, Goleen DA. 2005. *Modern Food Microbiology*. Seventh Edition. Ed. Springer. 3-743.
- Katsuyama AM, Jantschke M. 1999. Sanitización y procedimientos operativos estandar. En, HACCP Un enfoque sistemático hacia la seguridad de alimentos. K Stevenson, DT Bernard (ed). Tercera Ed. Food Processors Institute. Capitulo 4: 43-53.
- Koohmararie M, Arthur TM, Bosilevac JM, Guerini M, Shackelford SD, Wheeler TL. 2005. Post-harvest interventions to reduce/eliminate pathogens in beef. *Meat Sci* 71:79-91.
- Loneragan GH, Brashears MM. 2005. Pre-harvest interventions to reduce carriage of *E. coli* O157:H7 by harvest-ready feedlot cattle. *Meat Sci* 71:72-78.
- Narváez-Bravo C, Fuenmayor Y, Rodas-González A, Flores RC, Carruyo-Núñez R, Moreno M, Hoet AE, Wittum TE. 2007. Distribución de *Salmonella* spp. durante el faenado del ganado vacuno. IX Cong Latinoam Microb Higiene Alim. VI Cong Nac Cienc Tecn Alim.
- Narváez-Bravo C, Parra K, Huerta-Leidenz N, Rodas-González A, Arenas de Moreno L. 2005. Aislamiento de *Salmonella* y *Escherichia coli* patógenas durante el procesamiento de hamburguesas en una pequeña planta de Maracaibo, Venezuela. *Rev. Cientif. FCV-LUZ*. XV (6):551-559.
- Nava R. 2005. Aislamiento de *Salmonella* spp. en heces bovinas y determinación de los patrones de resistencia a los antimicrobianos. [Tesis]. Universidad del Zulia. Facultad de Ciencias Veterinarias. Biblioteca Claudio Muskus. Maracaibo-Venezuela. 8-46.
- Nousiainen J, Javanainen P, Setälä J. 2004. Lactic acid bacteria as animal probióticos. En, *Lactic Acid Bacteria. Microbiological and Functional Aspects*. Third Ed. Seppo Salminen (ed) 547-580.
- Prescott JF, Baggot JD, Walker RD. 2002. Antimicrobial Therapy in Veterinary Medicine. Fluoroquinolones. 3era Ed. Iowa State Press. Chapter 15: 315-338.
- Rodríguez G, Acuff GR, Castillo A. 2004. Development of a carcass sanitizing spraying system for small and very small slaughterhouses. Final Report to FSIS/TPDS. Texas A&M University. Disponible en: [http://www.fsis.usda.gov/PDF/Coop\\_Agree\\_09-2003.pdf](http://www.fsis.usda.gov/PDF/Coop_Agree_09-2003.pdf). 2004.

- Scanga JA. 2005. Slaughter and fabrication/boning processes and procedures. En, Improving the safety of fresh meat. JN Sofos. CRC Press.. Chapter 13: 260-272.
- Scott E, Dowd JA, Thurston E, Brashears M. 2004. Environmental reservoirs and transmission of food borne pathogens. En, Preharvest and postharvest food safety, contemporary issues and future directions. RC Beier, SD Pillai, TD Phillips, RL Zipin Associated Editor. IFT Press. Blackwell Publ 161-171.
- Scott VN. 1999. Peligros Biológicos y sus controles. En, HACCP un enfoque sistemático hacia la seguridad de los alimentos. KE Stevenson, DT Bernard. 3era ed. Cap 5: 555-572
- Singer RS. 2003. Antimicrobial resistance in foodborne organisms. En, Microbial Food Safety in animal agriculture. ME Torrence, RE Isaacson (eds). Iowa States Press II:27-34.
- SIRVETA/INPPAZ OPS/OMS. 2008. Disponible en: <http://www.panalimentos.org/panalimentos/artPublicada.asp?id=1>
- Sofos JN. 2005. Improving the safety of fresh meat. JN Sofos (ed). CRC Press. 4-789.
- USDA-FSIS. 1996. Use of knife trimming and vacuuming of beef carcasses with hot water or steam; other beef carcasses interventions. Direct 6350.1.USDA-FSIS. Washington, DC
- Varnam AH, Evans MG. 1991. Foodborne Pathogens and Illustrated Text. Food Poisoning: Medical and Microbiological Overview. Chapter I: 9- 12.
- Witte W. 2000. Selective pressure by antibiotic use in livestock. Int. J. Antimicrob. Agents 16:19-24.
- Zhao T, Doyle MP, Harmon BG, Brown CA, Mueller POE, Parks AH. 1998. Reduction of carriage of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in cattle by inoculation with probiótic bacteria. J Clin Microbial. 36:641-647.