Capítulo XC

Tendencias futuras de la investigación sobre la calidad e inocuidad de la carne vacuna venezolana

Lilia Arenas de Moreno
María Giuffrida-Mendoza

La calidad es considerada como un parámetro de gran importancia cuando se analiza la evolución de los distintos mercados de productos agroalimentarios, y en particular, para la cadena de la carne, la cual ha tenido una evolución considerable en los últimos años, a la vez que ha protagonizado escándalos alimentarios, que se han traducido en una menor confianza del consumidor en el producto.

Es difícil establecer un concepto único de calidad pues es un término bastante complejo que involucra muchos significados. Sin embargo, en el mundo global actual, las expectativas y requerimientos de los consumidores constituyen la base para su definición. Los aspectos que se han de considerar para tal definición incluyen los fundamentos de las preferencias/elecciones de los consumidores, el precio, los beneficios de los caracteres sensoriales y de la imagen, las inquietudes sobre salud e inocuidad, la ética a nivel de la producción y la faena, y globalmente, los efectos de la producción, industrialización y distribución sobre el consumo.

Rápidos y dramáticos cambios sociales, económicos y tecnológicos producidos en el sector agro-alimentario en los últimos años, inducen a la reflexión sobre su orientación futura, y plantean nuevos retos y una nueva visión para la investigación agrícola. El presente Capítulo abordará sólo los aspectos relacionados con los nuevos enfoque de la investigación que permitirían la mejora del valor nutritivo, calidad sensorial e inocuidad de la carne vacuna, que constituyen los aspectos más preciados por los consumidores.

LA DEFINICIÓN DE CALIDAD Y LA INOCUIDAD

De modo general, la calidad puede ser descrita como los requerimientos de un producto, proceso o servicio necesarios para satisfacer las necesidades y expectativas explícitas o implícitas de los clientes o consumidores. El Cuadro 1 muestra un resumen de los rasgos de importancia para los diferentes segmentos del sector cárnico.

Cuadro 1
Rasgos de importancia para los diferentes segmentos de la cadena cárnica

Componente o segmento	Rasgos de importancia
Productor	Mantenimiento de un rebaño productivo saludable, de apropiadas características genéticas, y morfológicas, de alta eficiencia, que le permitan mantener los costos de producción y generar ganancias
Industria de procesamiento/transformación	Animales de buena conformación que le permitan obtener canales de alta calificación, altos rendimientos en canal, baja proporción de desperdicios.
Agentes de distribución/comercialización	Canales y/o cortes de tamaño apropiado, con baja proporción de grasa, en óptimas condiciones de higiene.
Consumidores	Carne fresca de buen color, magra, tierna, proveniente de animales sanos, mantenida en óptimas condiciones higiénicas, saludable, nutritiva, de buen sabor, de razonable precio, y de calidad garantizada.

Se observa diferencia de "intereses" entre los segmentos, y el significado que de la calidad tiene cada uno de ellos es, en muchas ocasiones, contradictorio. Este aspecto tiene una gran trascendencia, puesto que la calidad debe gestionarse, lo cual implica: la planificación, el control, el aseguramiento y la mejora de los factores que la afectan en todos los segmentos, sin olvidar la necesidad de proveer de mayor información al consumidor a la hora de fomentar el consumo de carne vacuna (Maza & Ramírez, 2004).

Aspectos como el valor del placer, el valor simbólico, la importancia y la probabilidad del riesgo demuestran el carácter multidimensional de la percepción de la calidad de la carne fresca. Sin embargo, resulta difícil definir lo que los consumidores conciben como calidad, sobre todo en aquellos países donde tradicionalmente se ha comercializado la carne sin conocer los deseos del consumidor.

Tradicionalmente se admite de una manera muy general tres "tipos" de calidad (calidad nutricional o valor nutritivo; organoléptica o sensorial, e higiénico-sanitaria o inocuidad). Sin embargo, se dejan de lado muchos otros aspectos que están relacionados con el interés sobre los temas ambientales, sanidad, biodiversidad, identidad cultural, origen, uso de hormonas, producción orgánica, certificación de los sistemas de producción (HACCP, y/o trazabilidad), la marca comercial, etc., que se enfocan principalmente, en la calidad del proceso de producción de la carne y sus productos (Hocquette & Gigli, 2005). En los últimos años, el término de calidad ética ha cobrado auge; cada día los consumidores quieren saber cómo son beneficiados los animales, además que se conoce que el bienestar animal afecta la calidad de la carne (Gallo & Tadich, 2005).

En lo que respecta a la carne bovina, la calidad está particularmente definida por su composición química (valor nutricional), determinada por su contenido de nutrientes (vitaminas, minerales, proteínas, lípidos, etc.), por sus características organolépticas (el color, el olor, el sabor, la terneza y la jugosidad), y por la higiene o inocuidad del producto. El sistema de producción, el tipo de animal, el plano nutricional ofrecido y el manejo pre y post faena, pueden modificar considerablemente estas características.

VALOR NUTRITIVO

La calidad nutricional de los alimentos se relaciona con su contenido de nutrientes, su biodisponibilidad y su capacidad para satisfacer las necesidades humanas y que responden a las distintas necesidades metabólicas del organismo (vitaminas, minerales, proteínas, lípidos, etc.). Muchos de estos componentes (Fe, Zn, ácido linoleico, linolénico y el araquidónico, entre otros) son esenciales en la dieta humana, pues no son sintetizados por el organismo, y deben ser incorporados a través de la alimentación.

La dieta, entendida como la cantidad y calidad de alimentos ingeridos, influye sobre el desarrollo de una amplia serie de enfermedades orgánicas; por ello, ciertos alimentos deben consumirse con moderación. Especialistas en nutrición han destacado la necesidad de evaluar la calidad nutricional de la ingesta alimentaria de las poblaciones para adecuarla a las necesidades fisiológicas, dependiendo de la edad, condición física y la actividad física. Se hace conveniente entonces, la concepción de "nuevas dietas" utilizando alimentos de origen animal, entre ellos, la carne vacuna, cuya producción cumpla con ciertas condiciones de manejo y alimentación, que sirva para satisfacer no solamente los requerimientos alimentarios, si no también, las necesidades de los productores, de la industria procesadora y de los exportadores, puesto que se trata de productos atractivos para el consumidor y fácilmente comercializables.

La carne vacuna reviste una importancia singular en la economía venezolana, no sólo por lo que representa en términos de generación del Producto Interno Agrícola, sino por ocupar un lugar preponderante en la dieta de la población y por ser fuente del 18 % de la proteína en la canasta básica alimentaria, asegurando, además, la absorción de ciertas vitaminas y minerales poco asequibles en otros alimentos.

La importancia de la carne vacuna como fuente de proteínas de alto valor es bien conocida. La digestibilidad de las proteínas es alta en comparación con las proteínas vegetales. Todos los músculos tienen un perfil similar de aminoácidos (excepto los ricos en tejido conectivo) que no está lejos de los requerimiento del ser humano. Además, es reconocida como fuente importante de micronutrientes (Ca, inmunoglobulinas, péptidos bioactivos, esfingolípidos, vitaminas B6, B12, Fe, Zn y Se). La grasa de la carne proporciona ácidos grasos (AG) esenciales y vitaminas liposolubles (A, D y E), y juega un papel importante en la percepción sensorial de la jugosidad, sabor y textura (Wood *et al.*, 2003). Pero esta imagen de alimento saludable se ha ido gradualmente degradando desde 1980, cuando la hipótesis lipídica de la aterosclerosis hace que se empiece a prestar atención a la grasa de la carne y a su aporte de AG saturados (AGS) y colesterol. Aunque ahora es ampliamente reconocida la naturaleza multifactorial de la enfermedad cardiovascular (ECV), esta imagen de alimento poco saludable sigue asociada a su contenido en grasas saturadas. La asociación entre la carne roja y el cáncer, así como también factores no-nutricionales, relacionados principalmente con la salud de los animales (la fiebre aftosa, la encefalopatía espongiforme bovina), le han restado importancia a los muchos atributos nutricionales positivos de la carne y han contribuido a la disminución de su consumo.

La introducción en el mercado de los llamados "alimentos funcionales", definidos como alimentos o componentes de los alimentos que tienen efectos beneficiosos

sobre la salud humana por encima de lo esperado sobre la base del valor nutritivo, y que están dirigidos a la prevención de enfermedades (Hasler *et al.*, 2004), se ha incrementado en los últimos años. Los alimentos enriquecidos con AG Omega-3 (ω3) y/o con el ácido linoleico conjugado (*Conjugated Linoleic Acid,* CLA) podrían considerarse valiosos a este sentido. El problema con este enfoque es que al concentrar los esfuerzos sólo en los productos alimenticios, los logros se centrarán en un grupo limitado de consumidores, en especial, aquellos que pueden permitirse el lujo de pagar por tales productos. Por ello, sería más apropiado iniciar investigaciones que permitan la mejora de la calidad y salubridad de los productos derivados de rumiantes, para el mantenimiento de la salud y prevención de enfermedades en los consumidores.

Las recientes directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y de la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO) enfatizan la importancia de mantener una dieta equilibrada para ayudar a reducir la incidencia de las enfermedades no transmisibles, tales como la obesidad, diabetes tipo 2, cáncer y ECV (OMS, 2003). Se recomienda que la grasa total, AGS, ácidos grasos poliinsaturados omega 6 (AGPI ω-6), AGPI ω-3 y AG *trans,* deben contribuir al <15-30, <10, <5,8, <1,2, y <1% de la ingesta energética total, respectivamente. Dentro de estas metas, el diseño de un plan dietético debería centrarse en la reducción en la ingesta de AGS (que se sabe que aumentan el colesterol en lipoproteínas de baja densidad o LDL), y el aumento de la ingesta de grasas no saturadas (en particular los AGPI ω3), beneficiosos para la salud humana y para la prevención de enfermedades.

Mientras que el nivel de proteína y el perfil de aminoácidos de la carne son casi constantes, el contenido de micronutrientes, los niveles de lípidos y la composición en AG de la carne cruda está influenciado por variados factores, entre los que se cuentan la raza de los animales, la dieta, la edad; sin embargo, sus concentraciones varían entre 1-5% en el músculo crudo (Arenas de Moreno *et al.*, 2000; Uzcátegui- Bracho *et al.*, 2010).

La grasa de la carne vacuna normalmente contiene una alta proporción de AGS (40-60%, principalmente producida por la biohidrogenación microbiana en el rumen), monoinsaturados (AGMI; 30-50%) y pequeñas cantidades de AGPI (5%). El ácido oleico (18:1 ω-9) es el más prominente AGMI; el resto de los AGMI son principalmente isómeros *cis* y *trans* de 18:1. El ácido linoleico (LA ó 18:2 ω-6) y los ácidos -linolénico (ALA o 18:3 ω-3) son los principales AGPI. En general, los AGPI y AGMI se consideran beneficiosos para la salud humana. En relación a los AGS y la preocupación acerca de sus efectos sobre los niveles de colesterol del plasma sanguíneo, se ha encontrado que el ácido esteárico (C18:0), parece ser neutral en este sentido; el ácido mirístico (C14:0) presente en la carne vacuna, se considera más potente que el ácido palmítico (C16:0) en el incremento de los lípidos plasmáticos. Los derivados cárnicos de los rumiantes son las principales fuentes dietéticas de CLA, isómeros para los cuales se ha descrito un amplio abanico de propiedades biológicas, entre las cuales se incluyen la actividad anticancerígena del isómero *cis*-9, *trans*-11 (Giuffrida-Mendoza *et al.*, 2005; Giuffrida-Mendoza *et al.*, 2006).

A pesar de que la carne vacuna contiene AGPI ω-3 beneficiosos como el ácido -linolénico (18:3 ω-3) y AGPI de cadena larga (ácidos eicosapentaenoico [EPA, 20:5 ω3] y docosahexaenoico [DHA; 22:6 ω-3]), se le sigue atribuyendo el consumo de al-

tos niveles de AGS, hecho que ha contribuido a "crear" una imagen más negativa de este alimento. Por ello, es necesario iniciar investigaciones tendientes a manipular la composición de AG de la carne durante la producción del ganado. El enfoque principal de los estudios debe basarse en la modificación de la dieta de los animales mediante la mejora de la ingesta de AGMI y/o AGPI, con el uso de forrajes frescos y ensilados de calidad y de leguminosas autóctonas como componentes principales; utilización de aceites y semillas oleaginosas, y el uso de aceites de pescado microencapsulados y algas marinas. Experiencias latinoamericanas han demostrado que la carne producida en los sistemas pastoriles, que incluyen el uso estratégico de la suplementación, podría ser incorporada a los programas de certificación más exigentes, con un impacto directo en los beneficios económicos de la actividad.

Dado que los lípidos de la dieta suministrada a los rumiantes son ampliamente modificados en el rumen, la investigación debe contribuir a la mayor comprensión de la relación entre la dieta, la fermentación ruminal, el metabolismo lipídico y la incorporación de grasas beneficiosas en los lípidos musculares. Esta perspectiva podría contribuir a mejorar el valor nutricional de la carne, y permitiría tomar conciencia del esfuerzo que debe hacerse para buscar enfoques de consumo aceptables para nuevas mejoras.

CALIDAD SENSORIAL

Los consumidores seleccionan la carne en función de su color y de su apariencia general, (principalmente, el contenido de grasa), al momento de comprarla, y por su sabor, su terneza y jugosidad, al momento de consumirla (Arenas *et al,* 2010). A través del color, el consumidor percibe con rapidez el estado de este alimento y afecta su percepción de la frescura del producto. El color de la carne vacuna fresca varía desde el rosa pálido hasta el rojo oscuro. En general, el consumidor prefiere un color rojo cereza brillante y rechaza los tonos pálidos o intensos.

Diversos factores contribuyen a determinar el color de la carne o producto cárnico. Las fuentes principales de variación del color en el músculo son: (1) El contenido y del estado químico de la mioglobina, un pigmento que contiene hierro, que es el factor intrínseco más importante, y está relacionado con la especie, la edad del animal, la raza, el sexo y el plano nutricional; (2) Las condiciones ambientales y de manejo pre-sacrificio y el procedimiento de sacrificio que modifican la velocidad de caída del pH y por ende el color; (3) El tiempo y temperatura de almacenamiento y las condiciones de comercialización también afectan la apariencia del color ya que pueden modificar a través de los procesos de oxigenación y oxidación de la mioglobina.

Es importante destacar que la actividad física intensa, estrés o cualquier tratamiento anterior al sacrificio (alimentación, manejo, método de carga, transporte a sacrificio, método de aturdimiento) que tenga una incidencia en las reservas energéticas de los músculos, puede ser determinante en la calidad de la carne. En este sentido, la implantación de sistemas de manejo humanitario de los animales antes y en el sacrificio de los mismos, contribuye a mejorar la calidad.

Dependiendo de las características fisiológicas del animal, de las características del producto y de las expectativas de los consumidores, el color puede ser controlado

mediante el manejo y la alimentación animal (suplementación con anti-oxidantes como selenio y vitamina E), y el procesamiento y el acondicionamiento del producto (uso de atmósferas controladas para el empacado de cortes al detal). Es probable que el desarrollo de nuevos productos de origen animal utilizando sistemas innovadores de procesamiento, propicie nuevas investigaciones en esta área.

Para el consumidor, la terneza o blandura de la carne es factor decisivo a la hora de tomar la decisión de seguir comprando el producto. Se trata de un atributo muy complejo, en el cual intervienen diversos factores como contenido de fibra en el músculo, cantidad, tipo y disposición del tejido conectivo, condiciones de la faena, el stress animal y hasta la forma de preparación del producto antes de ser consumido.

El tejido conectivo juega un papel importante sobre la terneza de la carne, y los factores inherentes al animal que tienen impacto sobre el colágeno y su solubilidad (condición genética, sistema de producción, alimentación, entre otros), han sido ampliamente estudiados. Sin embargo, aspectos como la distribución espacial y composición de colágeno, el papel de la diferentes isoformas de colágeno, la naturaleza y el papel de la moléculas que determinan la organización del tejido conectivo y/o que propagan las fuerzas tensionales desde los sarcómeros de la fibra muscular hasta el tejido conectivo, necesitan ser estudiados más extensivamente (Purslow, 2005).

La proteólisis de las proteínas musculares después del *rigor mortis*, produce el ablandamiento durante la conversión del músculo en carne, y aunque muchos sistemas proteolíticos se han propuesto para explicar este evento bioquímico, el sistema calpaina/calpastatina, parece ser el principal responsable de este proceso. La relación calpaina/calpastatina es afectada por el componente genético de los animales, y cuando se comparan diferentes tipos raciales, las diferencias en la calidad de la carne son notorias, sobre todo cuando esta comparación se realiza entre animales de razas cebuinas (*Bos índicus*) y razas puras de la especie *Bos Taurus*. Los animales cebuinos producen mayor cantidad de calpastatina, que inhibe la acción degradante de las calpinas. El resultado de este balance enzimático ligado a la raza es un menor ablandamiento *postmortem* (Uzcátegui-Bracho & Jerez-Timaure, 2008).

También es conocido que durante la fase *posmortem* temprana, se produce un descenso del pH producto de la glicólisis muscular; la velocidad con que desciende el pH regula la proteólisis. Además de la tasa de descenso del pH después del sacrificio, el grado de contracción muscular depende de la concentración residual de ATP y de la temperatura de la canal. En función del pH, la contracción muscular puede ser alta, cuando las temperaturas son bajas (<10°C) o altas (> 35°C) causando el acortamiento por frío o la contracción por el calor, respectivamente (Savell *et al.*, 2005). En este sentido, es importante prestar atención tanto al manejo de la canal como a los sistemas/equipos de conservación bajo refrigeración.

Por último, la temperatura de cocción afecta la terneza de la carne de una manera dramática entre 40 y 50°C, siendo el tejido conectivo intramuscular el responsable del desarrollo de la tensión que se produce en el músculo, pero que se reduce con la cocción prolongada a altas temperaturas (Purslow, 2005).

Como puede observarse, la terneza de la carne es una función compleja del proceso de producción, procesamiento y de los métodos de preparación. Sólo es posible

garantizar la terneza de la carne si todos los factores que la afectan son controlados a lo largo de la cadena de producción de carne.

El "flavor" resulta de la combinación de sabores bases (dulce, salado, amargo, ácido) derivado de componentes solubles en agua, y de olores derivados de sustancias presentes en los productos alimentarios. La amplia variedad de compuestos volátiles (alcoholes, aldehídos, compuestos aromáticos, esteres, éteres, cetonas, etc.), así como las proteínas, lípidos y carbohidratos presentes en la carne vacuna, juegan un papel importante en el desarrollo del aroma y del sabor durante su cocción (NCBA, 2007).

Los lípidos (subcutáneos, intramusculares, intramiocelulares, y los fosfolípidos de la membrana celular) que contribuyen al sabor de la carne en forma directa (sin modificar) e indirecta (reacción con el calor), se componen de AGS, AGI y/o AG de cadenas ramificadas. La oxidación de AGI normalmente produce compuestos volátiles, que producen olores característicos en determinados tipos de carne. Los fosfolípidos que representan el 0,5-1% del tejido magro, contiene una alta proporción de AGI que son susceptibles de oxidación y que contribuyen al sabor. El impacto del marmoleo (veteado graso) sobre el sabor de la carne es de importante interés, porque su incremento contribuye a la formación de compuestos aromáticos.

La raza, la dieta, la castración, el tipo músculo son factores que afectan el "flavor" de la carne, por lo que nos indican hacia donde se deben encaminar los esfuerzos en la búsqueda de la mejora de esta característica organoléptica.

Se ha reportado que el contenido de compuestos que proporcionan el sabor en la carne de varía entre diferentes razas de vacuno (Insausti *et al.*, 2005). Motter *et al.* (2009) han indicado que tanto las razas de las especies *Bos taurus* como *Bos indicus*, y sus mestizajes se asocian con la intensidad del sabor.

Las dietas basadas en granos producen un "flavor" en la carne vacuna más aceptable y más intenso que la alimentación con forraje; esto se debe al tipo de AG's proporcionado por el alimento. Las dietas con aceite de pescado, granos de soya, y la canola, causan un sabor indeseable en la carne vacuna. El uso del aceite de palma, y suplementos de linaza incrementan las concentraciones de ALA y EPA, mientras que la alimentación con aceite de pescado incrementan la concentración muscular de EPA y DHA. A pesar de ser beneficiosos para la salud, estos AGI's de cadena larga, suelen oxidarse produciendo un "flavor" rancio (Elmore *et al.*, 2004). Dado su mayor contenido en AGPI, las dietas basadas en pastos/forrajes a diferencia de aquellas a base de granos, podrían constituirse un factor de inducción de las defensas antioxidantes enzimáticas. Esto se explica por el mayor aporte de antioxidantes no enzimáticos proporcionado por las dietas pastoriles que inhiben la formación productos de oxidación (Descalzo *et al.*, 2002).

La castración es otra de las herramientas utilizadas en los sistemas DP para evitar preñeces indeseables, pero es una necesidad a la hora de producir carne de calidad; varios estudios han demostrado que la carne de novillo resulta ser más sabrosa, tierna y jugosa que la de los enteros (Jerez *et al.*, 1994; Jerez-Timaure & Rodas-González, 2005), inclusive cuando se comparan animales pseudo-castrados (Huerta-Leidenz & Rios, 1993).

Cuando la carne ya ha sido separada de la canal, las técnicas a utilizarse para mejorar el "flavor" son muy variadas. Entre ellas se han descrito: la inyección de salmuera, que mejora la calidad sensorial de la carne de vacuno (Baublits *et al*, 2006); el lactato de sodio es una de las sales utilizadas para potenciar el sabor de la carne. Algunas salmueras deben utilizarse con precaución, porque con el tiempo, pueden llegar a provocar consecuencias desagradables sobre el "flavor" de la carne.

La oxidación lipídica de la carne provocada por la oxidación de fosfolípidos y AGPI, altera el olor y sabor fresco, cocido o almacenado de la carne, y es una de las principales causas de la pérdida de la calidad organoléptica de la misma. Esta oxidación puede iniciarse por la luz, el calor, los metales (hierro y cobre), la mioglobina (que contiene hierro), y algunos ingredientes de uso común, y puede conducir a la posible formación de compuestos tóxicos.

Se ha determinado que la suplementación con antioxidantes como vitamina E, puede producir reducción de la actividad enzimática por compensación homeostática, evitando la oxidación de las carnes. Se propone entonces, desarrollar nuevas estrategias en términos de la oferta de antioxidantes naturales, presentes en algunos materiales forrajeros no tradicionales (ricos en polifenoles y catequinas), en los sistemas de producción pastoril de carne vacuna.

CALIDAD HIGIÉNICO-SANITARIA E INOCUIDAD

Según el Codex Alimentarius, la inocuidad es la garantía de que un alimento no cause daño al consumidor cuando el mismo sea preparado o ingerido. La inocuidad forma parte del concepto de calidad de un alimento, junto con los atributos sensoriales y nutricionales. Sin embargo, a diferencia de lo que puede ser un atributo sensorial, la inocuidad es un atributo oculto (no se puede detectar a través de los sentidos) e implícito (ninguna persona desea consumir un alimento que le haga daño a la salud). Los consumidores de carne están dando cada vez más importancia a este atributo como una respuesta a su preocupación por los riesgos que perciben para su salud.

La carne es uno de los productos finales de la agroindustria bovina que por sus características intrínsecas (pH cercano a la normalidad, alta actividad de agua y alto contenido de nutrientes), es considerada como un alimento de alto riesgo en salud pública. En su proceso de obtención, la carne y sus sub-productos inadecuadamente manipulados, pueden contaminarse con diversos agentes patógenos y químicos causantes de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA's), muchos de los cuales proceden de los animales vivos. Por lo tanto, su control en la explotación es esencial para reducir el nivel de contaminación en mataderos, plantas de procesamiento y en la manipulación del producto final.

Las ETA's de origen biológico son muy preocupantes para la salud pública a escala mundial; se reconoce que más de 200 enfermedades son causadas por alimentos, donde los microorganismos (m.o) comúnmente involucrados han sido *Salmonella ssp, Escherichia coli* verocitotoxigénica especialmente *E. coli* enterohemorrágica 0157:H7, *Campylobacter jejuni, Listeria monocytogenes* y *Staphylococus aureus*, los que se encuentran relacionados con productos de origen pecuario (Hosein *et al.* 2008). Algunas de estas bacterias (especialmente *E. coli*) habitan normalmente en el intestino del hom-

bre y animales de sangre caliente, y desempeñan un importante papel en la fisiología del intestino. Por ser un habitante regular y normal del intestino, se utiliza como "el mejor" indicador de contaminación con materia fecal de los alimentos.

Estos m.o pueden ser transportados por los animales y esparcidos en el ambiente (suelo y cuerpos de agua) a través de sus heces, pudiendo sobrevivir por largos períodos de tiempo, y constituyéndose en una ruta de transmisión de patógenos en las granjas, rebaños, en alimentos frescos, y en el ambiente, en general.

Muchos factores pueden contribuir a alterar la calidad de la carne vacuna. El manejo antes y durante el embarque así como el transporte de los animales a la faena, son motivos de estrés que ocasionan alteraciones, tanto en el bienestar de los animales como en la calidad de la carne, produciendo pérdidas económicas importantes. El estrés producido por el transporte en condiciones poco adecuadas (largas distancias y en espacios confinados) y la estabulación por largos períodos de tiempo, producen la difusión de patógenos fecales entre los animales.

Algunas prácticas de gestión de las explotaciones han demostrado que reducen la propagación y la trasmisión de patógenos. La provisión de agua y alimentos no contaminados, la disminución de la densidad de carga en los establos reducen su prevalencia en los rebaños. A nivel de granjas, las estrategias alternativas futuras para reducir la presencia de patógenos en los animales destinados al consumo podrían incluir la inmunización con el fin de prevenir la colonización y difusión, o la incorporación de probióticos en la alimentación animal (Potter *et al.*, 2004).

Durante la matanza existen numerosas fuentes potenciales de contaminación. Estas fuentes, son principalmente, la suciedad sobre la piel de los animales, el contenido gastrointestinal, los nódulos linfáticos de animales enfermos, el medio ambiente, el agua, los utensilios así como el personal del matadero. Las etapas más críticas del proceso las constituyen el desuelle, la evisceración y el lavado de las canales (Ortiz *et al*, 2000).

Las intervenciones microbiológicas se han utilizado como herramientas para minimizar la carga microbiológica en las canales. Entre las estrategias de intervención se incluyen el spray de la carcasa pre-evisceración con agua fría (10-15°C), tibia (15-40°C) o caliente (75-85°C), aspersiones con ácidos orgánicos (acético o láctico), la aspiración con vacío y vaporizador, el pasteurizador con vapor o con agua caliente, o la combinación de estos procedimientos, entre otros (Mead, 1994). En la última década, otros métodos de conservación no térmicos, tales como alta presión hidrostática (HHP), irradiación, el uso de bio-conservantes naturales junto con empaques activos, han sido propuestos por su efectividad para controlar y eliminar los principales patógenos contaminantes de la carne y de los productos cárnicos, inclusive hongos y levaduras (Aymerich *et al.*, 2008).

Actualmente, como consecuencia de la globalización y el creciente comercio internacional de alimentos, los organismos internacionales están exigiendo la aplicación del sistema de Análisis de Peligros y Control de Puntos Críticos (HACCP). Constituye un enfoque contemporáneo basado en el riesgo de contaminación o alteración de la calidad de un producto y que requiere de la aplicación de medidas de control en esos puntos de la cadena de producción del alimento (carne) donde es mayor el riesgo.

Esto debería reflejarse en la aplicación de medidas específicas que estén basadas en la ciencia y en la evaluación de riesgo, y en un mayor énfasis en prevención y control de la contaminación durante el procesamiento.

Para cumplir con este requerimiento, las empresas previamente tienen que estar funcionando con los programas pre-requisitos del HACCP, como son: las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y Procedimientos Operacionales Estándar de Saneamiento (POES). En Venezuela se han iniciado esfuerzos para la aplicación de estos sistemas; las reglamentaciones gubernamentales datan del año 1996; sin embargo, son muy pocas las empresas que lo aplican, debido a la falta de difusión de la información y control sanitario por parte de los entes oficiales, por un lado, y al poco interés del sector industrial, por el otro.

CONCLUSIONES

La calidad es un elemento esencial dentro de las estrategias para la competitividad de una industria u organización comercial, y es el factor principal de su éxito. Es necesario que la industria cárnica entienda el carácter multifactorial del proceso de compra y consumo, con el fin de definir políticas de calidad que beneficien tanto a los integrantes del circuito como a los consumidores, y que sirva de patrón para que la diferenciación de precios se corresponda con la calidad del producto ofrecido. En ese sentido, se deben iniciar investigaciones que aborden aspectos relacionados con el desarrollo validación de tecnologías que permitan manipular los factores que afectan la calidad nutritiva y organoléptica de la carne y de tecnologías de intervención en la industria para el control de patógenos; el desarrollo y evaluación de sistemas de gestión de la inocuidad, y los aspectos de calidad ética para incentivar el interés hacia el bienestar animal y su efecto en la calidad de la carne.

Si bien la investigación no es un eslabón dentro de la cadena cárnica, puede generar importantes aportes en el diseño e implementación de garantía de alimentos inocuos y de calidad, producidos con el menor impacto sobre el medio ambiente. Para ello es fundamental el desarrollo de líneas aplicadas de investigación en función de la demanda de los agentes privados, para que los resultados de la investigación tengan un impacto significativo en el desarrollo social y económico del sector cárnico y del país en su conjunto.

Para el logro de este objetivo, los trabajos de investigación deben tener la visión de cadena agroindustrial. Interrogantes como ¿Qué sistema de producción es más inocuo?, o Qué sistema de producción puede garantizar la obtención de productos de alto valor biológico, de características sensoriales óptimas?, requieren de respuestas basadas en estudios con sólida información científica, que ayudarán a potenciar la competitividad del sector.

Es importante la educación del consumidor para un mejor manejo de los alimentos desde el productor hasta el consumidor, con un enfoque multidisciplinario abarcando distintas profesiones (agronomía, veterinaria, microbiología, química, nutrición, ingeniería de los alimentos, etc.) involucrando instituciones públicas y privadas, nacionales y extranjeras. Para ello, es imprescindible el desarrollo de alianzas y acuerdos de trabajo.

Como resultado se espera identificar fortalezas en el área inocuidad, que puedan contribuir a promover nuestras carnes en el mercado internacional, a la vez de identificar debilidades, que deberán ser abordadas en líneas de investigación más aplicadas con el objetivo de transformarlas en oportunidades de futuro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arenas de Moreno L, Vidal A, Huerta-Sánchez D, Navas Y, Uzcátegui-Bracho S, Huerta-Leidenz N. 2000. Análisis Comparativo Proximal y de Minerales entre Carnes de Iguana, Pollo y Res. Arch Latinoam Nutr 50 (4): 409-415.

Arenas de Moreno L, Ortega AJ, Jerez-Timaure N, Huerta-Leidenz N. 2010. Venezuelan consumers' preferences and perceptions of beef quality. Proc Reciprocal Meat Conference 2010. Texas, USA. Junio 2010. (Resumen).

Aymerich T, Picouet PA, Monfort JM. 2008. Decontamination technology for meat products. Meat Sci 78: 114-129.

Baublits RT, Pohlman FW, Brown AH, Johnson ZB. 2006. Effects of enhancement with differing phosphate types, concentrations, and pump rates, without sodium chloride on beef *Biceps femoris* instrumental color characteristics. Meat Sci 72:503-512.

Descalzo AM, Insani EM, Rossetti L, Pensel NA. 2002. Actividad de enzimas antioxidantes en carne bovina Mem 25° Cong Argent Prod Anim. 29. Buenos Aires, Argentina. Octubre 2002. (Resumen). Disponible en: http://www.aapa.org.ar /congresos/2002 /TppPdf/tpp22.pdf.

Elmore JS, Warren HE, Mottram DS, Scollan ND, Enser M, Richardson I, Wood JD. 2004. Comparison of the aroma volatiles and fatty acid compositions of grilled beef muscle from Aberdeen Angus and Holstein Friesian steers fed diets based on silage or concentrates. Meat Sci 68:27-33.

Gallo C, Tadich N. 2005. Transporte terrestre de bovinos: efectos sobre el bienestar animal y calidad de la carne. Agro-Ciencia 21(2):37-49

Giuffrida de Mendoza M, Arenas de Moreno L, Huerta-Leidenz N, Uzcátegui-Bracho S, Beriain MJ, Smith GC. 2005. Ocurrence of conjugated linoleic acid in *longissimus dorsi* muscle of water buffalo (*Bubalus bubalis*) and zebu-type raised under savannah conditions. Meat Sci 69: 93 -100.

Giuffrida-Mendoza M, Arenas de Moreno L, Huerta-Leidenz N, Uzcátegui-Bracho S. 2006. Relationship of fatty acid profile and marbling level in meat from water buffalo and (Bubalus bubalis) and zebu-type cattle. Proc 52nd Intern Cong Meat Sci Techn. Dublin, Irlanda. Agosto

Hasler CM, Bloch AS, Thomson CA, Enrione E, Manning C. 2004. Position of the American Dietetic Association: Functional foods. J Am Diet Assoc 104(5):814-26.

Hocquette JF, Gigli S. 2005. The challenge of quality. Review. En: Hocquette J. F., Gigli S., Eds. Indicators of milk and beef quality. Publication EAAP, No. 112. Wageningen Academic Publishers 13-22pp. Disponible en: http://www.cattlenetwork.net /docs/forum/eaap112.pdf.

Hosein A, Muñoz K, Sawh K, Adesiyun A. 2008. Microbial load and the prevalence of *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. and *Listeria* spp. in ready-to-eat products in Trinidad. *The Open Food Sci J 2:* 23-28.

Huerta-Leidenz N, Rios G.1993. La castración del bovino a diferentes estadios de su crecimiento. II. Las características de la canal. Una revisión. Rev Fac Agron (LUZ) 10(2):163-187.

Insausti K, Goni V, Petri E, Gorraiz C, Beriain MJ. 2005. Effect of weight at slaughter on the volatile compounds of cooked beef from Spanish cattle breeds. Meat Sci 70:83-90.

Jerez- Timaure N, Huerta-Leidenz N, Rincón E, Arispe M. 1994. Estudio preliminar sobre las características que afectan las propiedades organolépticas de la carne de res en Venezuela. Rev Fac Agron (LUZ) 11: 283-295.

Jerez-Timaure N, Rodas-González A. 2005. Castración e implantes en la producción de carnes de calidad. En: Manual de Ganadería de Doble Propósito. González-Stagnaro C, Soto Belloso E (eds). Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo. Sección IX: 644-648.

Maza MT, Ramírez V. 2004. Parámetros de calidad para distintos agentes de la cadena agroalimentaria carne de vacuno. Memoria V Congreso de Economía Agraria "Agricultura, alimentación y espacio rural en transición". 18p. Santiago de Compostela, España. Septiembre 2004. Disponible en: http://www.ipcva.com.ar/files /mtmazavc.pdf.

Mead GC. 1994. Microbiological hazards from red meat and their control. Br Food J 96(8): 33-34.

Motter MM, Corva P, Krause M, Pérez Cenci M, Soria L. 2009. Rol de la calpastatina en la variabilidad de la terneza de la carne bovina. J Basic Appl Gen 20 (1): 15-24.

NCBA. National Cattlemen's Beef Association. 2007. The chemistry of beef flavor. Disponible en: http://www.beefresearch.org/.

OMS. Organización Mundial de la Salud. 2003. Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas: Informe de una consulta mixta de expertos OMS/FAO. Consulta de Expertos. Serie de Informes técnicos 916. OMS Ginebra. (Disponible en: http://www.who.int/nutrition/publications /obesity/WHO_TRS_916_spa.pdf).

Ortiz Y, Arenas de Moreno L, Huerta-Leidenz N, Valera M. 2000. Assessment of the hygienic characteristics of the beef slaughter and dressing process and prevalence of *E. coli* O157:H7 in a small slaughterhouse in Zulia state, Venezuela. Proc 46th Intern Cong Meat Sci Tech II: 714-715. Buenos Aires, Argentina. Agosto 2000.

Potter AA, Klashinsky S, Li Y, Frey E, Townsend H, Rogan D, Erickson G, Hinkley S, Klopfenstein T, Moxley RA, Smith DR, Finlay BB. 2004. Decreased shedding of *E. coli* O157:H7 by cattle following vaccination with type III secreted proteins. Vaccine 22:362-369.

Purslow PP. 2005. Intramuscular connective tissue and its role in meat quality. Meat Sci 70: 435-447.

Savell JW, Muller SL, Bair BE. 2005. The chilling of carcasses. Meat Sci 70: 449-459.

Uzcátegui-Bracho S, Giuffrida-Mendoza M, Arenas de Moreno L, Jerez-Timaure N. 2010. Contenido proximal, lípidos y colesterol de las carnes de res, cerdo y pollo obtenidas de expendios carniceros de la zona sur de Maracaibo. Rev Ven Tecn Soc 3(1): 13-29.

Uzcátegui-Bracho S, Jerez-Timaure N. 2008. Factores que afectan la actividad de las proteasas dependientes del calcio y su relación con el proceso de ablandamiento de la carne. Arch Latinoam Prod Anim 16(3): 177-186.

Wood JD, Richardson RI, Nute GR, Fisher AV, Campo MM, Kasipidou E, Sheard PR, Enser M. 2003. Effects of fatty acids on meat quality: a review. Meat Sci 66:21-32.