

## **8. CARACTERIZACIÓN DE LA CARNE DE LA IGP TERNERA DE EXTREMADURA**

---

*Jorge Tovar López  
Julio Tovar Andrada  
Carmen García González*

### **1. INTRODUCCIÓN**

La carne de animales criados en Extremadura tiene un marcado carácter natural que se relaciona con alimentos sanos y de gran calidad. Para mantener y asegurar la calidad de esta carne, deberán mantenerse dos factores, el bienestar animal y la sostenibilidad. Además, la industria de transformación y comercialización receptora de una materia prima excelente, deberá producir una carne de calidad. En los últimos tiempos, se está produciendo la sustitución de nuestros alimentos por otros de procedencias exóticas con costes de producción menores con los que los alimentos extremeños no podrán competir en precio aunque sí en calidad. Ésta es una de las causas por las que la Unión Europea diseñó la concesión de figuras de protección (DOP. e IGP.) a algunos alimentos de calidad que guardan relación con su zona geográfica de origen, como la IGP Ternera de Extremadura.

El sistema productivo en la IGP Ternera de Extremadura viene marcado por el reglamento aprobado por la Orden de 12 de diciembre de 2001 de la Consejería de Economía, Industria y Comercio (DOE nº 143). Sus condiciones coinciden con el sistema tradicional de explotación de ganado aunque con ligeras diferencias. Los animales que se incluyen en la IGP Ternera de Extremadura proceden de razas autóctonas de la dehesa como Retinta, Avileña Negra-Ibérica, Morucha, Blanca Cacereña, y Berrendas en Negro y Colorado; además se aceptan cruces con las razas Charolesa y Limusina.

El sistema tradicional de explotación de una ganadería media en la región extremeña supone, sobre una superficie determinada (80-100 ha), una carga ganadera de aproximadamente 0,5 UGM/ha (Escribano et al. 2002), que puede estar formada por bovinos, porcinos y especies cinegéticas en cualquier asociación. Los vacunos destinados a cebo deben

cohabitar los cinco primeros meses con su madre. Este período marca la edad mínima de destete. Cuando esté próximo el tiempo de destete, los terneros recibirán pequeñas cantidades de pienso para su progresiva adaptación al cebo.

Definir la calidad de la carne de estos animales es una tarea compleja debido a que el concepto de calidad del producto difiere en función de quien lo considere. Para un productor, el ideal de calidad será una canal que tenga un alto rendimiento, con abundantes masas musculares y poco engrasada. El distribuidor valorará que la canal esté bien estructurada y que la carne tenga un color estable y atractivo, con una grasa fina y blanquecina y buenas propiedades tecnológicas. Finalmente, la calidad para el consumidor atenderá a exigencias nutritivas, sanitarias y sensoriales y prestará cada vez más atención, a parámetros de bienestar animal y sostenibilidad durante las fases de producción y exigirá un precio competitivo. Atendiendo a todo esto, la calidad global de la carne abarca factores que afectan a toda la cadena de producción, es decir el consabido “del campo a la mesa”. Todo esto conduce a una serie de apreciaciones de calidad que podríamos definir como **calidad higiénica** o la ausencia en la carne de agentes infecciosos que supongan un riesgo para su consumo (Gracey, 1989); **calidad bromatológica**, la asociada al valor nutritivo de la carne; **calidad tecnológica** aquella relacionada con la aptitud para los diferentes procesos de transformación y de conservación y **calidad sensorial**, la correspondiente a la percepción mediante los sentidos de una sensación característica. Por último, se podría incluir la variante de **calidad “ecológica”** como aquella asociada al bienestar animal y al mantenimiento del ecosistema.

Cada uno de estos aspectos de la calidad hace que existan diversas vías para su control y evaluación. La calidad higiénica de la carne en sus dos vertientes seguridad alimentaria y calidad microbiológica o dicho de otra forma la ausencia de riesgos para el consumidor y la ausencia de contaminación microbiana que pueda alterar la carne deben estar controladas a lo largo de la cadena de producción mediante el correcto establecimiento de un sistema APPCC<sup>(1)</sup>.

El valor nutritivo de la carne puede deducirse de un análisis de su composición, se asocia fundamentalmente a sus proteínas de elevado valor biológico, a su grasa cuyo contenido medio-alto en la carne hace que sea un alimento muy energético, y por ser una buena fuente de hierro fácilmente asimilable.

Entendemos por carnes con calidad tecnológica aquellas que tienen ciertas características técnicas dentro de unos rangos óptimos, que favorecen su mejor procesado. Una estimación de estas características puede hacerse mediante el conocimiento de parámetros físico-químicos de la carne como el color, el pH, o la textura entre otros.

El valor sensorial o la sensación gratificante que despierta en el consumidor, es especialmente importante en las carnes de calidad. El control de esta cualidad, puede hacerse a través de la evaluación sensorial de la carne, o mediante el conocimiento de compuestos, presentes en la misma, responsables de su sabor y aroma.

Además de lo expuesto anteriormente, no podemos obviar que, en última instancia, la aceptación por parte del consumidor está condicionada a la relación calidad-precio. Como se afirmó anteriormente, las carnes autóctonas compiten en desventaja de precio, por lo que deben dirigir sus objetivos hacia la promoción y mejora de su calidad sensorial, asociada a su aspecto, su textura, su sabor y su aroma, para diferenciarse de sus competidoras y afianzarse en su preferencia por parte de los consumidores.

---

(1) Análisis de Puntos Críticos

El consumidor habitual de carne de calidad certificada tiene un poder adquisitivo medio-alto y es muy exigente en las propiedades sensoriales de los alimentos que compra y no cuestiona el precio de los mismos, si el valor sensorial es el que espera. Sin embargo, también es preciso atender a otro amplio grupo de consumidores, con menor poder adquisitivo, que demandan carnes con el mismo valor nutritivo y buenas características de flavor a un precio asequible. Por este motivo, no debe descuidarse la elaboración de nuevos formatos, se debe seguir innovando en la forma de presentación de los productos y deben ofrecerse otras opciones que se adapten a consumidores específicos como niños o jóvenes o compradores de menor poder adquisitivo.

## 2. CARACTERIZACIÓN DE LA CARNE DE I.G.P. TERNERA DE EXTREMADURA

### 2.1 Componentes Mayoritarios

Los componentes mayoritarios de la carne son el agua, los lípidos y las proteínas y en el estudio realizado sobre carne de Ternera de Extremadura, presentan los valores señalados en el cuadro 1. Estos componentes son los responsables de su valor nutritivo y los responsables directos o indirectos de las características sensoriales de la carne.

**CUADRO 1.- Parámetros generales de la carne de Ternera de Extremadura**

Humedad (%)	74,40 ± 1,23
Proteínas (%)	22,16 ± 0,71
Grasa intramuscular (%)	3,52 ± 0,45
Valor energético (kcal/100gr)	120,14 ± 10,43

El **agua** es el componente que se encuentra en mayor cantidad en la carne. Está estrechamente relacionada con su calidad ya que tiene una clara implicación en las propiedades sensoriales, entre otras cosas por estar estrechamente ligada a la jugosidad. Se ha observado que carnes con baja cantidad de agua presentan alteraciones como un aspecto reseco y una pérdida de jugosidad. La humedad de la carne es un reflejo del sistema de explotación de los animales. Animales con una alimentación equilibrada y apropiados sistemas de manejo ante-mortem, además de un cuidadoso tratamiento tecnológico de la carne, garantizan unos valores de capacidad de retención de agua y, por lo tanto, una jugosidad de la carne propias de una carne de calidad.

La **grasa** de la carne es otro de los constituyentes mayoritarios de la carne (3.5% en la carne de Ternera de Extremadura). La grasa es el principal responsable del aporte energético y tiene implicaciones en la salud de las personas. Desde distintas guías nutricionales se recomienda la disminución de ingesta de grasa, debido a que se ha observado una relación entre dietas excesivamente energéticas y ricas en grasas y el padecimiento de enfermedades cardiovasculares, autoinmunes, obesidad y trastornos alimenticios. Sin embargo, debe considerarse que también es una buena fuente de ácidos grasos esenciales, in-

dispensables en una dieta equilibrada. Además, el papel de los lípidos va mucho más allá del valor nutricional ya que tienen una relación directa sobre la calidad sensorial de la carne. Un aumento de grasa provoca un aumento de la jugosidad (Lloveras et al. 2008) y mejora la textura y el flavor. El papel de la grasa intramuscular en el desarrollo del flavor y de los compuestos relacionados con él es evidente. Aparte de la participación de los lípidos en la generación de compuestos volátiles procedentes de su oxidación (Shahidi, 2000), se sabe que están implicados en otras reacciones productoras de compuestos responsables del aroma.

Las **proteínas** también son macronutrientes de la carne (22,16% en la carne de Ternera de Extremadura) y son una buena fuente de aminoácidos esenciales que el ser humano es incapaz de sintetizar. Además, la fracción proteica afecta directamente a las propiedades sensoriales de la carne. Las proteínas miofibrilares son las responsables de la estructura de los músculos de modo que definen las características de textura de la carne. La estructura proteica es uno de los responsables de la dureza de la carne y de la retención de agua que como ya hemos visto, está directamente relacionada con la jugosidad de la carne.

La modificación de las proteínas, fundamentalmente por procesos de degradación, provoca la liberación de compuestos que tendrán una gran influencia sobre las propiedades de aroma de la carne.

La **cantidad de energía** que aporta la carne de Ternera de Extremadura es de 120,4 Kcal/100gr de carne. El conocimiento del valor calórico de la carne sirve para evaluar su impacto sobre la dieta y permite ajustar el número de veces que se puede consumir semanalmente y con que tipo de alimentos es recomendable combinarla para establecer una dieta equilibrada y cual es la cantidad que se debe incluir en la ración.

Si comparamos la cantidad de energía que aporta la carne de Ternera de Extremadura con el contenido medio definido para la carne en general, y la cantidad de energía diaria recomendada (1.700 Kcal para las mujeres y 2.000 kcal para los hombres, FAO 2001), observamos que es un alimento cuyo aporte energético no resulta excesivo, puesto que 250gr de carne de ternera de Extremadura suponen el 15% de la DDR en hombres y el 18% en mujeres (FAO 2001).

## 2.2 - Atributos de calidad de la carne

### 2.2.1 *Parámetros relacionados con el color.*

El **color** es uno de los factores que determina la valoración de la carne por parte de los consumidores. El color está íntimamente asociado a la cantidad de mioglobina que es una hemoproteína muscular que interviene en el transporte y la fijación del oxígeno. Esta proteína es muy importante porque posee hierro dentro de su estructura. El hierro (hemínico) de la carne, posee propiedades especiales debido a que alcanza una absorción, en el organismo, cinco veces mayor que la del hierro no hemínico (Czajka-Narins, 1996).

La cantidad de **mioglobina** observada en la carne de Ternera de Extremadura (cuadro 2) justifica su color rojo intenso. El sistema de explotación de los animales afecta al contenido en mioglobina pues parece que la carne de animales que se encuentran en explotaciones extensivas tiene un contenido más elevado de esta proteína que las de aque-

llos que se encuentran en intensivo (Vestergaard et al. 2000). Así, las condiciones de explotación de los animales de los que procede la carne de Ternera de Extremadura pueden contribuir a un mayor contenido de este pigmento e indirectamente a su color rojo intenso.

**CUADRO 2: Medias y desviaciones estándar del contenido en mioglobina e hierro hemínico en la carne de Ternera de Extremadura.**

Mioglobina (mg/100gr)	585,6	±	92,6
Hierro hemínico (ppm)	19,96	±	2,87

Atendiendo a los resultados obtenidos, se podría estimar que 100gr de carne de ternera de Extremadura aportan el 20% de la ración de hierro diaria para los hombres y el 13,5 % para las mujeres (FAO 1998).

### 2.2.2 La textura de la carne

La **textura de la carne**, y más concretamente su terneza, es otro de los parámetros que determinan las diferencias entre los distintos grados de calidad en la carne de ternera, ya que se ha contrastado ampliamente que los consumidores tienen preferencia por las carnes tiernas (Chambaz 2003).

Para medir la textura de una carne se puede recurrir a técnicas instrumentales, como el perfil de textura (TPA), o a la evaluación sensorial.

El análisis del perfil de textura es un método instrumental que consiste en comprimir una porción de alimento, equivalente a la porción desprendida en un mordisco (un cubo de 1cm de lado) y medir la resistencia que ofrece. Mediante esta medida, se pueden obtener una serie de valores que sirven para definir las características de textura un alimento. En el caso de la carne los valores más interesantes son:

**Dureza:** fuerza necesaria para conseguir una deformación en la muestra. Tiene relación inversa con la terneza y equivaldría a la fuerza necesaria para desgarrar la carne con los incisivos (N).

**Masticabilidad:** Está relacionada con la cohesión y con el tiempo necesario o número de masticaciones requeridas para que un sólido alcance el estado en que está preparado para ser deglutido (Nxseg)

**Gomosidad:** es la fuerza necesaria para masticar-triturar un sólido hasta alcanzar el estado en que está preparado para ser deglutido (N/cm<sup>2</sup>).

Los resultados de los parámetros del perfil de textura de la carne de Ternera de Extremadura (cuadro 3), muestran valores inferiores a los citados en la bibliografía tanto para carne fresca de ternera como para carne de ternera cocinada (Ma y Ledward 2004).

**CUADRO 3: Análisis de perfil de textura (TPA) en carne de Ternera de Extremadura.**

Dureza (N)	14,92	±	1,88
Masticabilidad (N x seg)	4,70	±	0,79
Gomosidad (N x cm2)	6,06	±	0,96

Los resultados obtenidos parecen confirmar que la textura de la carne de Ternera de Extremadura es uno de sus atributos más importantes, con una gran terniza muy atractiva para que el consumidor.

## 2.3 El flavor

**El flavor** es una propiedad sensorial determinada por componentes de la carne que estimulan receptores del gusto y del olfato. Depende fundamentalmente de compuestos como los aminoácidos y los ácidos grasos, procedentes de la degradación de proteínas y lípidos, que además de tener una acción directa sobre el sabor de la carne, son precursores de un gran número de compuestos volátiles, algunos de ellos responsables del aroma de la misma. Asimismo, en la carne existen sustancias capaces de potenciar su sabor e incrementar así su apreciación por parte de los consumidores. De ahí el interés del estudio de estos tres grupos de sustancias.

### 2.3.1 Aminoácidos libres

Los enzimas proteolíticos, fundamentalmente, calpaínas, catepsinas y aminopeptidasas, generan péptidos y *aminoácidos libres* (Koochmararie et al. 2002). Las propiedades de sabor de estos compuestos son bien conocidas. La serina, glicina, treonina, alanina, arginina y prolina son considerados aminoácidos de sabor dulce mientras que la histidina, cisteína, valina, metionina, triptófano, fenilalanina, isoleucina y lisina han sido descritos como amargos (Chen & Zhang 2007). El ácido glutámico y, en menor medida, el ácido aspártico favorecen el desarrollo del *sabor umami* en acción conjunta con los 5' nucleótidos.

Otra de las propiedades de los aminoácidos libres es su participación en diversas reacciones de formación de compuestos volátiles responsables del flavor. En este sentido, se sabe que mediante la degradación de la metionina y la cisteína se originan compuestos azufrados (Methven et al. 2007) y a partir de la de la leucina, isoleucina, serina, treonina, valina y fenilalanina se forman aldehídos de Strecker (Koutsidis et al. 2008).

Al estudiar el contenido de aminoácidos libres en la carne de Ternera de Extremadura (cuadro 4) observamos un alto contenido de alanina, treonina, glicina y arginina. Además, es destacable la cantidad de treonina que es muy superior a la obtenida por otros autores. Este aminoácido se encuentra en mayor proporción en los productos de origen animal (4,5-5%) que en los de origen vegetal (3-4%) y se considera como el factor limitante más frecuente en proteínas de bajo valor biológico (Belitz y Grosch, 1992). Además, también se ha visto que esta implicado en parte de la formación del sabor a carne (Belitz y Grosch, 1992).

Algunos de los aminoácidos minoritarios están fuertemente implicados en la formación de compuestos responsables del flavor. Un claro ejemplo lo constituyen la isoleucina, fenilalanina y valina que, debido a transaminaciones, dan lugar a aldehídos, denominados de Strecker, como el 3 metilbutanal o el feniletanal que intervendrán directamente en el aroma (Belitz y Grosch, 1992).

**CUADRO 4: Medias y desviaciones estándar del contenido en aminoácidos libres en carne de Ternera de Extremadura**

Aminoácidos (mg aa/100gr)				
alanina	189,35	± 22,14	ácido glutámico	4,55 ± 0,40
treonina	58,51	± 0,51	serina	4,48 ± 0,43
arginina	28,50	± 2,30	fenilalanina	4,18 ± 0,43
glicina	27,04	± 2,50	histidina	4,00 ± 0,43
lisina	12,35	± 0,87	tirosina	2,77 ± 0,33
cisteína	9,47	± 0,77	valina	2,63 ± 0,28
metionina	7,46	± 0,61	ácido aspártico	1,85 ± 0,20
isoleucina	5,83	± 0,54	prolina	1,10 ± 0,09
triptófano	5,69	± 0,37	glutamina	0,93 ± 0,09
leucina	5,58	± 0,39	asparagina	0,81 ± 0,07

Por otra parte, en los últimos años los investigadores están mostrando un creciente interés por los productos de la hidrólisis de las proteínas de origen animal y vegetal, de la dieta. Se ha observado que existen fragmentos específicos de las proteínas que tienen una actividad fisiológica. Entre ellos destacan algunos péptidos (biopéptidos), formados por secuencias definidas de aminoácidos que están inactivas en la proteína original y que presentan propiedades especiales una vez que se liberan por acción de distintos enzimas, entre ellos los digestivos. Su función fisiológica puede ejercerse mediante su absorción a nivel del intestino y su transporte por la circulación sanguínea, o localmente en el tubo digestivo. El estudio de estos fragmentos con actividades que van desde acciones antihipertensivas hasta de control del peso corporal, pueden constituir nuevos objetivos de estudio sobre las proteínas cárnicas y sus derivados con el fin de poner de manifiesto sus beneficios en una dieta equilibrada,

### 2.3.2 Nucleótidos

Son compuestos nitrogenados de bajo peso molecular implicados en el flavor. Estos compuestos están formados por la degradación del ATP (Adenosin trifosfato) que se encuentra en los músculos tras el sacrificio (Shahidi et al. 1994 y Saito et al. 2007). Estos compuestos han sido descritos como responsables del desarrollo del sabor *umami*, y como precursores del flavor y potenciadores del sabor (Kato et al. 1987, Kawai et al. 2002 y Vani et al. 2006).

El *Umami* es uno de los cinco sabores básicos que reconocen los receptores especializados de la lengua humana, además de *dulce*, *salado*, *amargo* y *ácido*. Este sabor se define como la sensación apetitosa o succulenta que se percibe en algunos alimentos como quesos, sopas o carne asada entre otros. La Inosina 5' monofosfato (IMP) es el principal responsable de las propiedades de este grupo de sustancias, aunque tiene una acción sinérgica con otros nucleótidos y con el ácido glutámico cuyos efectos también han de con-

siderarse. Este compuesto es el que aparece en mayor cantidad en la carne de Ternera de Extremadura y, como hemos visto, es el principal compuesto potenciador del sabor junto al glutamato monosódico.

**CUADRO 5: Medias y desviaciones estándar de la composición en nucleótidos de la carne de Ternera de Extremadura (mg/100gr).**

Adenosina 5' difosfato (ADP)	16,32 ± 2,07
Adenosina 5' monofosfato (AMP)	12,83 ± 1,98
Guanosina 5' monofosfato	9,19 ± 1,32
Inosina 5' monofosfato (IMP)	16,74 ± 2,16

El origen de la IMP se encuentra en la degradación del ATP que se encuentra en la carne, que tiene como resultado la formación de los diferentes nucleótidos. La secuencia de generación es ATP, ADP, AMP e IMP. El comportamiento de estos compuestos hace que las altas concentraciones de ADP y AMP obtenidas adquieran una gran importancia puesto que es probable que la actividad enzimática siga su curso hasta que la carne llegue a manos del consumidor, generándose mayores cantidades de IMP e indirectamente ocurra una potenciación del sabor y del aroma de la carne.

### 2.3.3. Ácidos grasos.

Son compuestos lipídicos precursores del flavor. De su degradación por fenómenos oxidativos se generan compuestos volátiles implicados en el flavor de la carne (Shahidi, 2000). De hecho, se ha observado la relación entre la concentración de algunos ácidos grasos con el desarrollo del flavor en la carne de cerdo (Cameron et al. 2000) y con olores agradables e indeseables en la carne de vacuno (Romans et al. 1995).

Una de sus características fundamentales es su grado de insaturación. Esta propiedad es importante, puesto que nos permite saber el impacto que tendrán las grasas sobre la salud de las personas y sobre su susceptibilidad a la oxidación. El perfil de ácidos grasos de la carne de Ternera de Extremadura (cuadro 6), presenta un contenido prácticamente similar de *ácidos grasos saturados* (AGS) y *ácidos grasos monoinsaturados* (AGMI) (45,5 y 46,5%), siendo menor la cantidad de *ácidos grasos poliinsaturados* AGPI (8%).

Estas cantidades son las esperadas para carnes con un nivel de grasa medio-alto (carnes de calidad) y se diferencian de carnes más magras que presentan una mayor proporción de AGPI. En las carnes grasas, se produce un aumento de triglicéridos en los adipocitos mientras que la grasa de las membranas celulares en forma de fosfolípidos (con mayor cantidad de AGPI) permanece constante. En definitiva a mayor cantidad de grasa en una carne, menor %  $\Sigma$ AGPI.

No obstante, a pesar de que la carne de Ternera de Extremadura tiene una menor proporción de  $\Sigma$ AGPI, posee una cantidad total de estos ácidos grasos (275,4mg/100g) similar a carnes de su nivel graso y mucho mayor que el de carnes más magras.

**CUADRO 6: Perfil de ácidos grasos de la carne de Ternera de Extremadura.**

Ácidos grasos (mg/100gr carne)								
AGS			AGMI			AGPI		
c10	20,38	± 1,98	c14:1	38,62	± 3,21	c18:2 ω-6	121,96	± 14,56
c12	28,07	± 2,56	c15:1	23,52	± 1,98	C18:3 ω-6	12,18	± 2,03
c14	139,44	± 12,45	c16:1	127,95	± 10,23	C18:3 ω-3	14,11	± 0,98
c15	28,50	± 2,26	c17:1	41,76	± 7,21	c20:2 ω-6	14,96	± 1,02
c16	827,19	± 75,56	c18:1	1352,49	± 118,45	C20:3 ω-6+ C21	10,86	± 0,99
c17	89,25	± 4,26	c20:1	13,72	± 1,63	c20:4 ω-6	45,05	± 6,09
c18	374,64	± 33,79	c22:1	1,71	± 0,22	C20:3 ω-3	2,46	± 0,54
c20	12,20	± 1,23				C20:5 ω-3	30,53	± 3,96
c22	2,58	± 1,21				c22:2	8,67	± 1,24
c23	10,14	± 1,43				C22:6 ω-3 + C24:1	14,66	± 2,11
c24	16,46	± 2,66						
<b>ΣAGS</b>	<b>1.548,85</b>	<b>± 129</b>	<b>ΣAGMI</b>	<b>1.599,77</b>	<b>± 146,2</b>	<b>ΣAGPI</b>	<b>275,43</b>	<b>± 29,5</b>

Los AGPI tipo ω-3 y tipo ω-6 tienen gran relevancia en el flavor ya que compuestos volátiles como 1octen-3ol, 1 butanol, 1 pentanol, 1 hexanol, pentanal, hexanal, heptanal, octanal, 2 heptanona y 2 pentilfurano derivan de la degradación del ácido graso C18:2 ω-6 (Frankel 1982, Grosch 1987 y Elmore et al. 2002) y otros, como 1penten-3ol, la 2,3 octanodiona y el 2 octeno, parecen derivar de la degradación del C18:3 ω-3 (Frankel 1982, Grosch 1987 y Elmore et al. 2002).

La carne de Ternera de Extremadura presenta un contenido similar de AGPI ω-6 (205.1mg/100gr con un 6,1% sobre el total de ácidos grasos) y una mayor cantidad de AGPI ω-3 (61,8mg/100gr con un 1,8% sobre el total) que otras carnes de ternera.

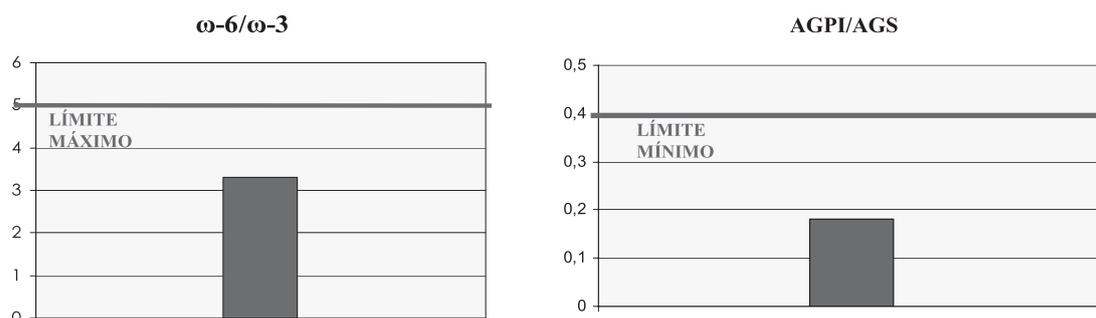
Se ha observado que las dietas a base de concentrado provocan un mayor depósito de AGPI ω-6, mientras que la ingesta de pastos naturales favorece un mayor contenido de AGPI ω-3 en la carne (Alafia et al. 2009, Sarriés et al. 2009).

Además del valor nutritivo y sensorial de los ácidos grasos, no podemos olvidar que la ingesta de gran cantidad grasas saturadas podría causar problemas como incremento de la obesidad, hipercolesterolemia o la probabilidad de sufrir enfermedades cardiovasculares. Por esta razón y para establecer el impacto de las grasas ingeridas sobre la salud, se han establecido diversos índices que definen los valores adecuados de los distintos tipos de ácidos grasos en los alimentos para que no tengan un efecto perjudicial. El primer índice relaciona el contenido de total de AGPI con el de AGS ( $\Sigma \text{AGPI} / \Sigma \text{AGS}$ ) y se estima que debe poseer valores superiores a 0,45 (Warren et al. 2008). El otro índice relaciona la cantidad total de AG ω-6 con los AG ω-3 (ω-6/ ω-3) y debe ser menor de 4 unidades (OMS 2003, Simopoulos, 2004).

Estos índices en la carne de Ternera de Extremadura presentan unos valores muy interesantes (gráfico 1). Por un lado, el índice ω-6/ω-3 es inferior al límite máximo establecido, mientras que otras carnes de ternera (Raes et al. 2003, Aldai et al. 2006, Warren et al.

2008) y de otras especies como la de cerdo (Wood et al. 2004) sobrepasan dicho límite. Por el contrario, el otro índice nutricional ( $\Sigma$  AGPI/  $\Sigma$  AGS) no alcanza el valor mínimo (0,2) pero es superior al de otras carnes de rumiantes (0,1) (Enser, 2000 y Baldini et al. 2002).

**GRÁFICO 1: Índices nutricionales de la grasa de la carne de ternera de Extremadura**



De este modo, los índices nutricionales definen a la carne de Ternera de Extremadura como un alimento cuya grasa se adecua a las recomendaciones dietéticas con respecto al índice  $\omega-6/\omega-3$  y supera a carnes similares en el otro índice.

#### 2.3.4. Compuestos volátiles del perfil de flavor

Son los compuestos que definirán el perfil de flavor. En la carne de Ternera de Extremadura se han identificado más de 50 compuestos que pertenecen a distintas familias químicas (cuadro 7).

De los 50 compuestos volátiles identificados, 12 han sido descritos en la bibliografía como componentes del perfil de compuestos volátiles de carne fresca y cocinada de ternera y 26 sólo en perfiles de carne de ternera cocinada. El resto de compuestos volátiles se han identificado por primera vez en ternera.

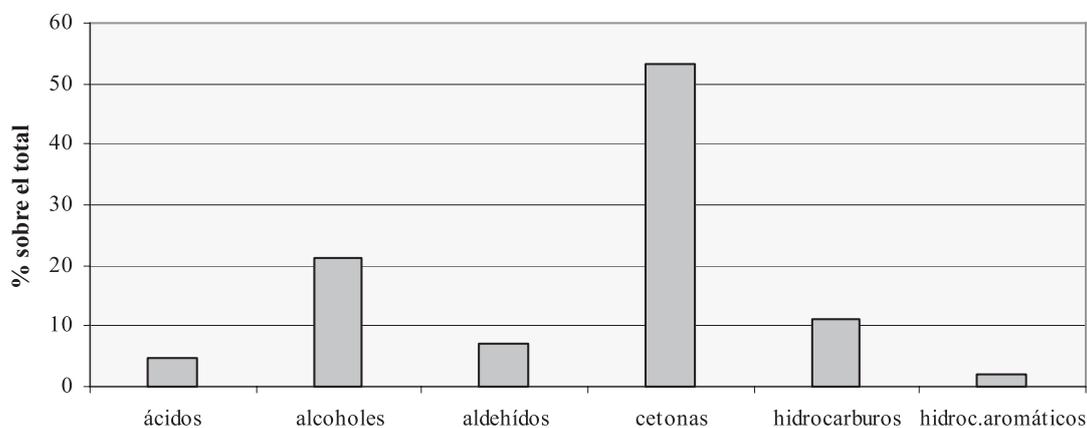
Si analizamos las familias químicas que agrupan los distintos compuestos, observamos que la familia principal son las *cetonas*. Esta familia constituye el 50% de la cantidad total de compuestos volátiles identificados en la carne de Ternera de Extremadura. Las cetonas tienen su origen en los procesos de degradación/oxidación de los ácidos grasos poliinsaturados (Cha et al. 1992) y de degradación aminoacídica (Pan y Kuo, 1994). La 2,3 butanodiona que es uno de los compuestos con mayor cantidad en la carne de ternera de Extremadura y la 2,3 pentanodiona son compuestos muy comunes en los perfiles de flavor de la carne (Chung y Cadwallader, 1994). Además, las propiedades de estos compuestos en relación con el aroma son bastante conocidas ya que aportan tonos frutales, florales y/o herbales a los alimentos (Cha et al. 1992). Las alcanodionas, como la 2,3 butanodiona y 2,3 pentanodiona tienen un papel especial ya que incorporan un intenso matiz a mantequilla muy deseable para el aroma global a carne (Hsieh et al. 1989).

Otras familias que presentan un contenido destacable son los *alcoholes* (20% del total), los *hidrocarburos* (11% del total) y los *aldehídos* (8% del total) (gráfico 2). En

**CUADRO 7: Compuestos volátiles identificados en la carne de Ternera de Extremadura agrupados por familia química**

	%		%		%
<b>Ácidos</b>		<b>Furanos</b>		<b>Hidrocarb. aromáticos</b>	
ácido acético	0,022	2 pentilfurano	0,003	metilbenceno	0,009
ácido butanoico	0,011	2 dihidro- 3H-furanona	0,003	nitrobenceno	0,006
ácido hexanoico	0,013			xileno	0,004
<b>Alcoholes</b>		<b>Aldehídos</b>		<b>Hidrocarburos</b>	
1 propanol	0,002	3 metilbutanal	0,001	pentano	0,059
2 metil propanol	0,003	pentanal	0,004	hexano	0,026
1 butanol	0,003	hexanal	0,060	heptano	0,002
1 penten-3ol	0,008	heptanal	0,002	2,3 dimetilbutano	0,001
3 metil 3butenol	0,002	octanal	0,004	2 metilpentano	0,011
3 metil butanol	0,009	2 octenal	0,000	3 metilpentano	0,007
2 metil butanol	0,002	nonanal	0,001	etano tetracoloro	0,000
1 pentanol	0,056			1,2 dimetil benceno	0,000
2 butanol	0,001	<b>Cetonas</b>		<b>Comp. nitrogenados</b>	
2,3 butanodiol	0,003	2 propanona	0,144	piridina	0,002
1 hexanol	0,012	2,3 butanodiona	0,040		
1 octen-3ol	0,039	2 butanona	0,005	<b>Terpenos</b>	
2 etil hexanol	0,006	2 pentanona	0,004	i-limoneno	0,001
bencenometanol	0,001	2,3-pentanodiona	0,000		
1 octanol	0,003	3 hidroxy 2 butanona	0,306		
4 nonanol	0,001	2 heptanona	0,002		
etanol	0,062	3 octanona	0,030		

**GRÁFICO 2: Importancia de las familias de compuestos volátiles.**



función de las familias mayoritarias que hemos encontrado, el origen de los compuestos volátiles en la carne de Ternera de Extremadura parece ser resultado principalmente de reacciones de oxidación lipídica. Esta ruta ha sido descrita como la principal en la formación de volátiles en carne (MacLeod y Seyyedain-Ardebili, 1981). Otra vía de formación son las reacciones de Maillard (Koutsidis et al. 2008) que tienen lugar fundamentalmente con los incrementos de temperatura durante el cocinado de la carne. Dado que en este estudio se han analizado los volátiles de la carne cruda, no se han obtenido altas cantidades de compuestos volátiles procedentes de estas reacciones. Sin embargo, la presencia de aminoácidos y de algunos de los compuestos volátiles señalados en el cuadro 7, como el 2, metilbutanol, 3-metilbutanol, 3-metilbutanal o 2-dihidro-3H-furanona hacen presagiar una gran formación de compuestos de Maillard y de Strecker durante el cocinado de la carne con gran importancia por sus propiedades aroma-activas, es decir, por un olor propio que aportan en forma de diversos matices al flavor global de la carne.

En el perfil de flavor de la carne cruda de Ternera de Extremadura se incluyen 15 compuestos que han sido descritos como olor-activos (cuadro 8). Algunos se encuentran en gran cantidad, como la 3 hidrox-2 butanona o el hexanal, y otros en menor proporción como la 2,3 pentanodiona o el i-limoneno. El poder aromático de estos compuestos no sólo depende de la cantidad en la que se presenten sino que además influye el umbral de detección por parte de la nariz humana. En este sentido, hay compuestos que necesitan grandes cantidades para ser percibidos mientras que otros son “detectados” aunque se encuentren a muy bajas concentraciones.

Los compuestos olor-activos de la carne de Ternera de Extremadura (cuadro 8) son en su mayoría *cetonas* y *aldehidos*, de modo que incorporan aromas grasos, mantecosos o a asado, determinados por su procedencia lipídica. Sin embargo, otros compuestos como el *eta-*

**CUADRO 8: Compuestos olor-activos en la carne de Ternera de Extremadura.**

Compuesto volátil	Olor descrito	Referencias
Pentanal	acre	1,2,3
Hexanal	herbal, frutal, a nuez, graso	1,2,3
Heptanal	herbal, graso, gaseoso	3
Octanal	frutal, herbal, jabonoso, a patata	5,6
Nonanal	acre, dulce, graso, herbal, a salsa, jabonoso, mohoso, a té, vegetal, limón, jamón de ternera asado, sabroso, amargo	6
3 metilbutanal	acre, dulce, carne asada, herbal, chocolate, caramelo, a nuez	1
2 heptanona	a salsa, gaseoso	4
2,3 butanodiona	caramelo, mantecoso	5
3 hidrox-2butanona	mantecoso	2,3
2,3 pentanodiona	mantecoso, dulce, frutal, caramelo. Limón	5
2 pentilfurano	herbal, a tierra, a judías verdes	3
Ácido butanoico	a rancio	1
Ácido hexanoico	dulce	2,3
Etanol	dulce	2,3
I-limoneno	limón, herbal, rancio, gomoso	6

**Fuentes:** 1. García y cols (1991); 2. MacLeod y Seyyedain-Ardebili (1981); 3. Gasser y Grosch (1988); 4. Machiels et al. (2003); 5. Machiels et al. (2004); 5. Moon et al. (2006).

*nol* y el ácido hexanoico o el *pentilfurano* y el *i-limoneno*, aportan aromas dulces y matices campestres, herbales o incluso a limón respectivamente. Además, el efecto de los *hidrocarburos aromáticos* como el metilbenceno, el nitrobenzeno y el xileno también debe destacarse ya que son compuestos que parecen potenciar el flavor del resto de los compuestos aunque individualmente no sean responsables de un olor intenso en la carne (Insausti et al. 2005).

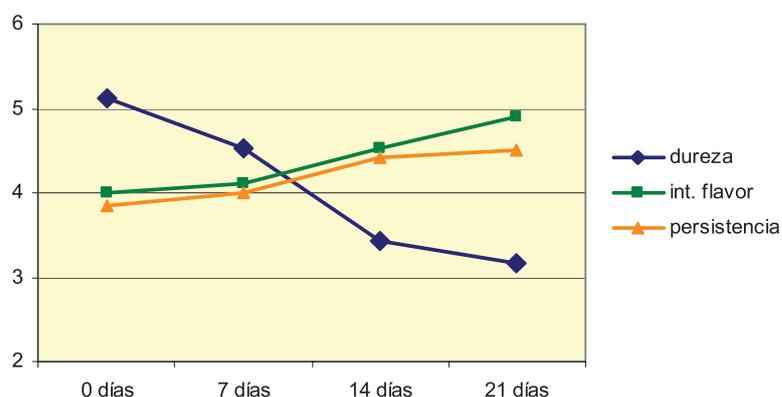
### 3. POTENCIACIÓN DE LAS PROPIEDADES SENSORIALES.

La carne de Ternera de Extremadura presenta unas excelentes propiedades sensoriales. Para definir las se realizó una evaluación sensorial, concretamente un análisis cuantitativo-descriptivo, con catadores entrenados. En este análisis se evidenció que esta carne extremeña destaca por una gran terniza y por unas características de aroma intensas. No obstante, aunque las propiedades sensoriales de la carne sean buenas *per sé* no se deben menospreciar las estrategias que se pueden emplear para potenciarlas como los procesos controlados de maduración. Esta maduración de la carne debe realizarse bajo un estricto control de temperatura y humedad, así como con unas prácticas higiénicas que limiten la proliferación microbiana y la alteración de la carne. Este proceso tecnológico se basa en que fomenta los procesos de degradación de algunos componentes de la carne, proteínas y grasas en menor medida, que conllevan una mejora de la textura, el color y del flavor.

Para corroborar esta técnica de potenciación sensorial se sometió a la carne de Ternera de Extremadura a una maduración controlada (1-3 °C y 75% humedad) de 21 días, tomando muestras los días 0, 7, 14 y 21 después de su almacenamiento en las condiciones indicadas.

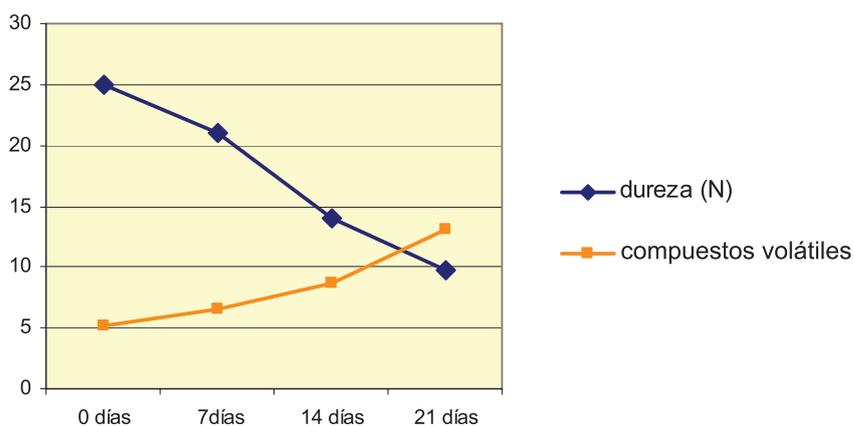
En este estudio se observó que la evolución de las propiedades sensoriales de la carne de Ternera de Extremadura fue acorde a lo esperado. La dureza de la carne experimentó un descenso significativo a los 7 días de maduración y posteriormente continuó disminuyendo. Además, el descenso de la dureza no provocó cambios en la jugosidad, ni aumentos de pastosidad ni masticabilidad. En cambio, los parámetros relacionados con las propiedades aromáticas, aunque siguieron la tendencia de incrementar su valoración con la maduración, no alcanzaron un efecto significativo hasta los 14 días de maduración (gráfico 3).

**GRÁFICO 3. Evolución de la dureza y atributos de flavor con la maduración en la evaluación sensorial de la carne.**



Asimismo, se ha observado que la medida de la dureza instrumental sufre una evolución similar a la sensorial, con un descenso significativo a partir de los 7 días de maduración y que la evolución de los compuestos precursores del aroma y de los compuestos volátiles, también se incrementan con la maduración (gráfico 4).

**GRÁFICO 4. Evolución de la dureza instrumental y los compuestos del flavor con la maduración.**



Como consecuencia de todo esto, se puede afirmar que las estrategias de maduración de la carne son muy beneficiosas en la carne de Ternera de Extremadura, ya que consiguen un aumento de la terneza y del aroma, que son precisamente las propiedades que más valoran los consumidores en carnes de gran calidad.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aldai, N.; Murray, B.E.; Oliván, M.; Martínez, A.; Troy, D.J.; Osoro, K. y Nájera, A.I. (2006). The influence of breed and mh-genotype on carcass conformation, meat physico chemical characteristics, and the fatty acid profile of muscle from yearling bulls. *Meat Science* 72, 486–495
- Alfaia, C.P.M. ; Alves, S.P.A.; Martins, S.I.V. ; Costa, A.S.H.; Fontes, C.M.G.A.;Lemos, J.P.C.; Bessa, R.J.B. y Prates, J.A.M. (2009). Effect of the feeding system on intramuscular fatty acids and conjugated linoleic acid isomers of beef cattle, with emphasis on their nutritional value and discriminatory ability *Food Chemistry* 114, 939–946
- Baldini, A.; Stipa, S.; Bitossi, F.; Gatta, P.P.; Vignola, G. y Chizzolini, R. (2002). Lipid composition, retention and oxidation in fresh and completely trimmed beef muscles as affected by common culinary practices. *Meat Science* 60, 169-186
- Belitz, H.D. y Grosch, W. (1992). *Química de los alimentos*, 2ª edición. Ed. Acribia, Zaragoza.

- Cameron, N.D.; Enser, M.; Nute, G.R.; Whittington, F.M.; Penman, J.C.; Fiske, A.C.; Perry, A.M. y Wood, J.D. (2000). Genotype with nutrition interaction on fatty acid and composition of intramuscular fat and the relationship with flavour of pig meat. *Meat Science* 55, 187-195
- Cha, Y.J.; Baek, H.H.; and Hsieh, T.C.Y. (1992). Volatile components in flavor concentrates from crayfish processing waste. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 58, 239-248.
- Chambaz, A., Scheeder, M. R. L., Kreuzer, M., y Dufey, P. A. (2003). Meat quality of Angus, Simmental, Charolais and Limousin steers compared at the same intramuscular fat content. *Meat Science* 63, 491–500.
- Chen, D.W. y Zhang, M. (2007). Non-volatile taste active compounds in meat of Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*). *Food Chemistry* 104, 1200-1205
- Chung, H.Y. y Cadwallader, K.R. (1994). Volatile components in blue crab meat and processing by-product. *Journal of Food Science* 6, 1203-1207.
- Czajka-Narins, D. (1996). Minerales. En: *Nutrición y Dietoterapia de*, Krause. Novena Edición. Ed: L.K.Mahan y S. Escott-Stump, págs. 137-143. McGraw-Hill Interamericana. Madrid.
- Elmore, J.S.; Campo, M.M.; Enser, M. y Mottram, D. (2002). Effect of Lipid Composition on Meat-Like Model System Containing Cysteine, Ribose and Polyunsaturated fatty acids. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 50, 1126-1132
- Enser, M. (2000). Producing meat for healthy eating. *Proceedings of 46th international congress of meat science and technology* (vol. 1 124-129). Argentina: Buenos Aires
- Escribano, M.; Rodríguez de Ledesma, A.; Mesías, F.J. y Pulido, F. (2002). Niveles de cargas ganaderas en la Dehesa Extremeña. *Archivos de Zootecnia* 51, 315-326
- FAO (1998). Requerimientos humanos vitamínico-minerales. Informe del grupo de expertos FAO/OMS. Bangkok, Tailandia.
- FAO (2001). Requerimientos energéticos humanos. Informe del grupo de expertos FAO/OMS. Informe técnico sobre nutrición y alimentación serie. Roma.
- Frankel, E. N. (1982). Volatile lipid oxidation products. *Progress in Lipid Research*, 22, 1-33.
- García, C.; Berdagué, J.J.; Antequera, T; López-Bote, C. ; Córdoba, J.J. y Ventanas, J. (1991). Volatile components of dry cured Iberian ham. *Food Chemistry* 41, 23-32
- Gasser, U., y Grosch, W. (1988). Identification of volatile Xavour compounds with high aroma values from cooked beef. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und Forschung A*, 186, 489–494.
- Gracey, J.E. (1989). *Higiene de la carne*. 8ª ed. Ed. Acribia, Zaragoza

- Grosch, W. (1987). Reactions of hydroperoxides – products of low molecular weight. In H. W.-S. Chan (Ed.), *Autoxidation of unsaturated lipids* (pp. 95–139). London: Academic Press
- Hsieh, T.C.Y.; Vejaphan, W.; Williams, S.S. y Matiella, J.E. (1989). Volatile flavour components in thermally processed Louisiana red swamp crayfish and blue crab. En: *Thermal Generation of aromas*. Eds. T.H. Parliament, R.J. McGorin y C.T. Ho. ACS Symposium series 409, American Chemical Society, Washington D.C., EE.UU.
- Insausti, K.; Goñi, V.; Petri, E.; Gorraiz, C. & Beriain, M.J. (2005). Effect of weight at slaughter on the volatile compounds of cooked beef from Spanish cattle breeds. *Meat Science* 70, 83–90
- Kato, H. y Nishimura, T. (1987). Taste compounds and conditioning beef, pork and chicken. En: Kawamura, Y.; Kare, M.R., ed. *Umami: A basic taste*. New York: Marcel Dekker: 289-306.
- Kawai, M.; Okiyama, A. y Ueday, U. (2002). Taste enhancements between various amino acids and IMP. *Chemical senses* 27, 739-745
- Koochmaraie, M., Shackelford, S., Veiseth, E. and Wheeler, T. (2002). Tenderness and muscle growth: is there any relationship. *Meat Science* 62: 345 - 352.
- Koutsidis, G.; Elmore, J.S.; Oruna-Concha, M.J.; Campo, M.M.; Wood, J.D. y Mottram, D.S. (2008). Water-soluble precursors of beef flavour. Part II: Effect of post-mortem conditioning. *Meat Science* 79, 270-277
- Lloveras, M.R.; Goenaga, P.R.; Irueta, M.; Carduza, F.; Grigioni, G.; García, P.T. y Améndola, A. (2008). Meat quality traits of commercial hybrid pigs in Argentina. *Meat Science* 79, 458–462
- Ma, H.J. y Ledward, D.A. (2004). High pressure/thermal treatment effects on the texture of beef muscle. *Meat Science* 68, 347-355
- Machiels, D.; van Ruth, S.M.; Posthumus, M.A.; Istasse, L. (2003). Gas chromatography-olfactometry analysis of the volatile compounds of two commercial Irish beef meats. *Talanta* 60, 755-764
- Machiels, D.; Istasse, L. y van Ruth, S.M. (2004). Gas chromatograph-olfactometry analysis of beef meat originating from differently fed Belgian Blue, Limousine and Aberdeen Angus Bulls. *Food Chemistry* 86, 377-383
- MacLeod, G., y Seyyedain-Ardebili, M. (1981). Natural and simulated meat flavor (with particular reference to breed). *Critical Review of Food Science and Nutrition* 14, 309-437.
- Methven, L.; Tsoukka, M.; Oruna-Concha, M.J.; Parker, J.K. & Mottram, D.S. (2007). Influence of sulfur amino acids on the volatile and non-volatile components of cooked salmon (*Salmo salar*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55, 1427-1436
- Moon, S.Y.; Cliff, M.A. & Li-Chan, E.C.Y. (2006). Odour-active components of simulated beef Xavour analysed by solid phase microextraction and gas chromatography–mass spectrometry and –olfactometry. *Food Research International* 39, 294–308

- Raes, K.; Balcaen, A.; Dirinck, P.; De Winne, A.; Claeys, E.; Demeyer, D & De Smet, S. (2003). Meat quality, fatty acid composition and flavour analysis in Belgian retail beef. *Meat Science* 65, 1237-1246
- Romans, J.R.; Johnson, R.C.; Wulf, D.M.; Libal, G.W. y Costello, W.J. (1995). Effects of ground flaxseed in swine diets on pig performance and physical and sensory characteristics and omega-3 fatty acid content of pork, I. Dietary level of flaxseed. *Journal of Animal Science* 73, 1982-1986.
- Organización Mundial de la Salud, OMS (2003). Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas. WHO technical report series no. 916. Génova: Organización Mundial de la Salud.
- Pan, B.S. y Kuo, J.M. (1994). Flavour of shellfish and kamaboko flavourants. En: *Seafoods: Chemistry, Processing, Technology and Quality*. Eds: F. Shahidi, J.R. Botta. Blackie Academic and Professional, New York, EE.UU.
- Saito, K.; Ahhmed, A.; Takeda, H.; Kawahara, S.; Irie, M. y Muguruma, M. (2007). Effects of humidity-stabilizing sheet on the color and K vaule of beef stored at cold temperatures. *Meat Science* 75, 265-272.
- Sarriés, M.V.; Murray, B.E.; Moloney, A.P.; Troy, D. y Beriain, M.J. (2009). The effect of cooking on the fatty acid composition of longissimus muscle from beef heifers fed rations designed to increase the concentration of conjugated linoleic acid in tissue. *Meat Science* 81 307–312
- Shahidi, F., Synowiecki, J.; Dunajski, E. y Chong, X. (1994). Nonprotein nitrogen compounds in harp seal (*Phoca groenlandica*) meat. *Food Chemistry* 46, 407-413.
- Shahidi, F. (2000). Lipids in flavor formation. En: *Flavor Chemistry. Industrial and Academic Research*. Eds. Rsich, S.J.; Ho, C.T. ACS Symposium Series 756, Washington DC, 24-43.
- Simopoulos, A. P. (2004). Omega-6/Omega-3 essential fatty acid ratio and chronic diseases. *Food Reviews International* 20, 77–90.
- Vani, N.D.; Modi, V.K.; Kavitha, S.; Sachindra, N.M. y Mahendrakar, S.S. (2006). Degradation of inosine-5'-monophosphate (IMP) in aqueous and layering chicken muscle fibres systems: Effect of pH and temperature. *LWT* 39, 627-632
- Vestergaard, M.; Oksbjerg, N. y Henckel (2000). Inluence of feeding intensity, grazing and fnishing feeding on muscle fibre characteristics and meat colour of semi-tendinosus, longissimus dorsi and supraspinatus muscles of young bulls. *Meat Science* 54, 177-185
- Warren, H.E.; Scollan, N.D.; Nute, G.R.; Hughes, S.I.; Wood, J.D. & Richardson, R.I. (2008). Effects of breed and a concentrate or grass silage diet on beef quality in cattle of 3 ages. II: Meat stability and flavour. *Meat Science* 78 (2008) 270–278
- Wood, J. D., Richardson, R. I., Nute, G. R., Fisher, A. V., Campo, M. M., Kasapidou, P. R., y Enser, M. (2004). Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science* 66, 21–32.