



Para asegurar el éxito de la industria ganadera en el siglo XXI hay que poner mucha atención a los requerimientos del consumidor.

Carne de añojo: conformación, calidad y color

Nutrición y aditivos alimentarios

R. D. Sainz y F. de la Torre*

Department of Animal Science. University of California

La oferta de carne de res en los mercados mundiales se origina en varias fuentes. De la misma manera los diversos sistemas de producción resultan en una amplia variedad de tipos de canal. Esta divergencia es inevitable puesto que los sistemas de producción varían debido a factores climatológicos y a condiciones económicas de las diferentes áreas productoras.

En regiones específicas de diferentes países, los hatos ganaderos suelen consistir de razas puras de ganado para carne; en otras regiones pueden consistir de razas híbridas, ganado lechero o de ganado cruzado de varias razas sin ningún control. En los Estados Unidos se explotan las razas de ganado para car-

ne de origen inglesa, europea y Zebú y éstas constituyen la mayoría de la producción de carne en este país. Sin embargo, en algunas áreas específicas (por ejemplo en California) animales de raza lechera también contribuyen a la producción de carne. De igual diversidad es la población humana que consume la carne producida por estos animales.

Las diferencias culturales, sociales y económicas del público consumidor crean la demanda para la diversidad de productos y subproductos de las industrias ganaderas y carniceras.

La adaptabilidad, la eficiencia reproductiva, la tasa de crecimiento y la eficiencia alimenticia son algunas de las características del ganado bovino de importancia económica. La composición y la calidad de la canal, y la palatabilidad de la carne son características de igual importancia para determinar la aceptabi-

lidad de nuevas razas y sus cruces, y de nuevos métodos para su manejo.

Sin embargo, estos últimos no han recibido la debida atención, tal vez porque el consumidor de antaño no exigía la más alta calidad. Hoy día, el consumidor tiene a su disposición una gran diversidad de carnes y otros productos, con el resultado de que el mercado para la carne de vacuno es más competitivo. Por lo tanto, todos los sectores de la producción, procesamiento y distribución de carne deben encarar el problema de cómo obtener la mejor calidad en el producto.

En los Estados Unidos, la tendencia hacia el mercadeo de animales, canales y piezas a base de su valor (Value-Based Marketing) ha aumentado durante los últimos años, con el resultado de mayor énfasis en la calidad y composición de las canales (Dikeman, 1987).

(*) Conferencia preparada para el VIII Curso de Especialización: Nutrición, Manejo y Calidad de los Productos Ganaderos. Madrid, 8 y 9 de junio de 1992.

Este artículo tiene como objetivo la presentación de algunos conceptos acerca de la calidad de las canales y de la carne de res, y la discusión de algunos factores que influyen en la conversión del animal a la carne comestible. Para entender los factores que influyen en la composición de la canal, hay que empezar con el crecimiento alométrico del animal.

La curva típica de crecimiento de un animal tiene una forma sigmoide, es decir, el crecimiento durante la etapa temprana de vida es lento, luego se acelera, alcanza un máximo, y por fin disminuye (fig. 1). La curva de crecimiento de los componentes más importantes de la canal (músculo, hueso y grasa) muestran que las cantidades de músculo y hueso aumentan a una tasa proporcionalmente menor que la canal, mientras que el peso de grasa aumenta más rápidamente que el peso de la canal (fig. 2).

Este crecimiento alométrico determina el esquema de desarrollo de características de importancia económica en los animales destinados al consumo humano. En consecuencia, cuando el animal va envejeciendo (madurando) y aumentando en peso, la proporción de grasa en la canal aumenta aún más rápidamente. Por supuesto, estas curvas típicas varían entre los animales.

Discutiremos algunos factores que influyen, y las consecuencias de esa variabilidad. Por ejemplo, animales que alcanzan en madurez un peso mayor exhiben en consecuencia una curva en que la acumulación rápida de grasa ocurre a un peso mayor. Esto se debe a que, al mismo peso, el animal de raza más grande no es tan maduro como el de raza menor. El nivel de alimentación y las decisiones de mercadeo interactúan con los efectos de raza y sexo en la rapidez de maduración para determinar la composición precisa de la canal a una edad o peso predeterminados.

CALIDAD

¿Cómo se define la calidad de una canal y de su carne? Primeramente, debemos reconocer que el concepto de calidad se define en función del objetivo, dependiendo del eslabón de la cadena de producción y mercadeo de carne. Por ejemplo, la calidad se consi-

dera de manera diferente para el ganadero que vende terneros de 7 u 8 meses, para un empacador que distribuye piezas de mayoreo, o para el carnicero el cual vende cortes de carne directamente al consumidor. Sin embargo, en cada eslabón de esa cadena, tenemos la responsabilidad de producir el mejor producto posible de acuerdo con la demanda del mercado específico al que ese producto se destine.

Canales

Los factores de importancia para el empacador en cuanto se refiere a la calidad de la canal son el rendimiento de la canal y de las piezas mayores. En los Estados Unidos hay pocas empresas integradas verticalmente donde la producción de becerros, el engorde, el sacrificio, el procesamiento y la distribución de la carne al consumidor son controlados. La mayor parte de los empacadores compran animales en pie y venden piezas de mayoreo. Por lo tanto, el valor del animal depende del rendimiento de la canal y del peso de las piezas con una cantidad específica de grasa.

En respuesta a la demanda del consumidor por carne magra (con menor contenido de grasa), en los Estados Unidos las piezas de mayoreo se venden con un máximo de 68 mm de grasa externa, como parte de la «Guerra contra la Grasa» (Dikeman, 1987). La grasa en exceso de 68 mm es inútil, y tiene muy poco valor (por ejemplo para la producción de salchichas o para freír). El rendi-

miento de la canal depende primeramente del contenido del tracto digestivo, lo cual puede variar entre 8 y 18% del peso vivo, dependiendo del nivel de alimentación del animal inmediatamente antes del sacrificio.

Otro factor que influye en el rendimiento de la canal es el contenido de grasa, ya que en el animal más gordo el contenido del tracto digestivo en relación al peso vivo del animal es más bajo. En el pasado, cuando las piezas se vendían con toda la grasa, el animal gordo rendía más producto vendible. Hoy día, el rendimiento de piezas de mayoreo desde la canal está negativamente relacionado con el espesor de grasa.

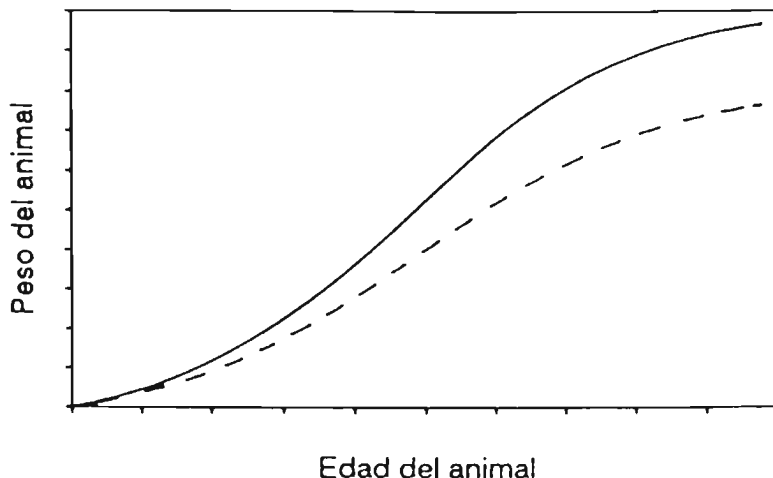
Calidad de la carne

Hay varios factores que influyen en la calidad de la carne, incluyendo su ternura, jugosidad, aroma, color y sabor. Al momento de comprar la carne, el consumidor ve apenas el color, la cantidad de marmoleo y el color de la grasa externa. Ya que los carniceros y los supermercados recortan la grasa externa al mínimo, los factores más importantes en el momento de venta son el color de la carne y el marmoleo, y cualquier relación entre éstos y la ternura, jugosidad y sabor.

Color

El color de la carne de res se debe primordialmente a la mioglobina y su

FIGURA 1
CURVAS DE CRECIMIENTO



nivel de oxidación (Swatland, 1984). Al cortar la carne, ésta no contiene oxígeno, la mioglobina está en un estado reducido y tiene un color violeta oscuro. Sin embargo, pasados veinte o treinta minutos, el oxígeno penetra en la capa exterior de la carne, provocando la oxidación de la mioglobina, lo que conlleva a que el color cambie a un rojo brillante (el color más atractivo al ojo del consumidor). Después de un período largo, la oxidación alcanza un nivel excesivo y la mioglobina se convierte en metmioglobina, con un color castaño y repugnante.

La oscuridad de la carne tiene otro valor subjetivo, porque el consumidor asocia el color oscuro con carne de animales más viejos y por lo tanto con la dureza de la carne. Esta relación muchas veces no existe: por ejemplo, en el caso de un animal que en el momento de sacrificio contiene bajas reservas de glucógeno, la carne no alcanza el nivel bajo de pH necesario para lograr un color normal y resulta anormalmente oscura.

Marmoleo

El otro factor visual de importancia para el consumidor es el marmoleo. La edad influye en el grado de marmoleo, ya que el animal muy joven no ha tenido oportunidad de depositar grasa intramuscular. El tipo genético y el manejo del animal también son importantes en el desarrollo de la grasa intramuscular. Para alcanzar un nivel de

marmoleo aceptable en los Estados Unidos hace falta engordar los animales a base de concentrados por un período de alrededor de 120 días antes del sacrificio. El nivel de marmoleo está relacionado con la ternura, jugosidad y sabor de la carne, aunque esta relación no es muy fuerte.

La preferencia del consumidor exhibe diferencias regionales. Por ejemplo, los consumidores norteamericanos prefieren un nivel de marmoleo más alto que los de Latinoamérica y Australia, donde el ganado comúnmente se termina a base de pasto. Por otro lado, en Japón, donde el consumo de carne de res es bajo y se considera un artículo de lujo, el nivel de marmoleo aceptable es mucho más alto. Dentro de los Estados Unidos, el mercado en la costa Este exige más marmoleo que en la costa Oeste (Dikeman, 1987).

Ternura

La ternura es sin duda la característica más importante en cuanto se refiere a la palatabilidad de la carne. Dicha cualidad se debe medir por medio de un panel de probadores de gusto adiestrado que puedan distinguir los diversos grados de ternura, jugosidad y sabor. Estas mediciones subjetivas son difíciles y de alta variabilidad. Como alternativa, existe el método de Warner-Bratzler y otros métodos similares, que pretenden medir la fuerza necesaria para cortar o rasgar un pedazo de carne cocinado de manera determi-

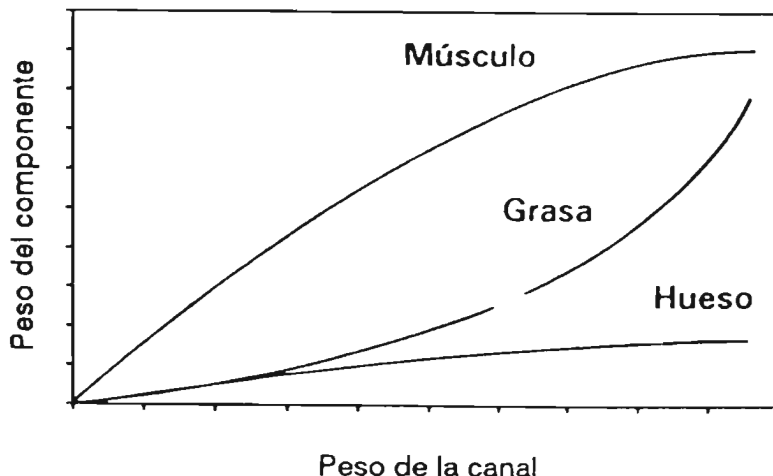
nada. El método Warner-Bratzler tiene el defecto de que no puede medir el gusto humano, pero en compensación resulta en una medida objetiva de la ternura de la carne.

Los mecanismos responsables de la ternura son apenas parcialmente conocidos. Es necesario que el músculo tenga un período de acondicionamiento para alcanzar su ternura ideal. Durante este período la célula muscular obtiene su energía por medio de la glucólisis, resultando en la producción de ácido lácteo y el declive del pH. El acondicionamiento puede ser acelerado por medio del estímulo eléctrico de la canal, lo cual resulta en la utilización rápida del ATP y la aceleración de la glucólisis y el decremento de pH (Marsh *et al.*, 1988).

Un grupo de enzimas con gran importancia en el acondicionamiento de la carne son las calpaínas. Las calpaínas se encuentran en los músculos y otros tejidos del cuerpo, y requieren calcio para su actividad. Estas enzimas siempre se encuentran asociadas con un inhibidor específico de su actividad (calpastatina), lo cual debe evitar la hidrólisis descontrolada de los contenidos celulares. Las calpaínas juegan un papel esencial en la fragmentación de la fibra muscular, porque catalizan la degradación de proteínas específicas que se encuentran en la línea Z de miofibrilo (Koohmaraie, 1988). En casos en que las calpaínas han sido inhibidas por varios tratamientos experimentales no hay la fragmentación normal de fibras musculares después del sacrificio (Koohmaraie, 1990). En consecuencia, la carne no desarrolla la ternura normal y necesaria, dando como resultado carne excesivamente dura.

La edad del animal también juega un papel importante en la ternura, ya que la cantidad y los enlaces internos del colágeno aumentan con la madurez del animal. Se considera que la madurez es responsable en gran parte por la variabilidad en la ternura de la carne magra en el ganado bovino, siendo los animales jóvenes más tiernos (Swatland, 1984). Varios estudios han sugerido que la edad cronológica está positivamente correlacionada con la ternura ($r = 0,23$) indicando que, dentro de un rango entre 5 y 30 meses de edad, la ternura se incrementa conforme se

FIGURA 2
ALOMETRIA DEL MUSCULO, HUESO Y GRASA





El color de la carne de res se debe primordialmente a la mioglobina y su nivel de oxidación.

avanza en madurez. Por otro lado, la ternura disminuye a edades más avanzadas debido a la acumulación y el endurecimiento del colágeno.

Otros

Los factores que afectan el sabor de la carne quedan fuera de esta discusión, pero, en general, los elementos químicos que producen el aroma están contenidos en la grasa, así como los factores que influyen en el sabor están contenidos en la porción magra de la carne. Por ejemplo, investigaciones recientes en el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) han identificado un péptido de ocho aminoácidos el cual le da a la carne de res su sabor especial.

La jugosidad de la carne solamente puede ser apreciada durante la masticación.

Sin embargo, la sensación de jugosidad está más relacionada con el contenido en grasa que con el contenido en agua.

CLASIFICACION

El propósito de la clasificación de canales es el de segregar productos en grupos con características comunes, tales como apariencia, propiedades físicas, porción comestible, etc.

Otra razón de ser de los sistemas de clasificación es la de facilitar el mercado por medio de la identificación de las cualidades de la carne que tienen valor económico, lo cual proporciona el método de fijar el precio. Los grados de cantidad (rendimiento) son diseñados para categorizar canales en base al rendimiento de carne magra.

Los grados comerciales de calidad intentan categorizar las carnes de acuerdo a su aceptabilidad como cortes para el consumidor. Las variables consideradas para asignar grados comerciales incluyen factores relacionados con la palatabilidad y aceptabilidad de los diferentes productos por el consumidor.

Características de la canal

Las características de la canal incluyen una amplia variedad de medidas cuyo propósito es el de relacionar diferencias tanto cualitativas como cuantitativas. Entre las características cuantitativas se incluyen medidas directas o indirectas de los constituyentes mayores (hueso, músculo y grasa) de la canal. La composición de la canal se evalúa con el propósito de determinar con mayor precisión las diferencias que pueden existir debido a genotipo o a componentes ambientales.

Peso de la canal

El peso de la canal es afectado por factores tales como la tasa de crecimiento, edad y régimen nutricional al cual los animales son sometidos. Aunque frecuentemente se hacen comparaciones en base al peso de la canal, este peso por sí mismo no nos proporciona una estimación adecuada de la composición de la canal. Sin embargo, el peso de la canal es un factor importante en la estimación del rendimiento de la canal. Conforme aumenta el peso de la canal el rendimiento de carne magra disminuye. Esto se debe a que, de acuerdo con las curvas alométricas, conforme aumenta el peso del animal también el contenido de grasa de la canal aumenta, disminuyendo así el rendimiento.

Area del músculo del lomo

El componente de mayor importancia en la canal es el músculo, ya que éste constituye la carne magra, comestible y vendible. Es lógico que los músculos que maduran más lentamente nos proporcionan el criterio más confiable en cuanto se refiere al crecimiento y desarrollo del tejido muscular, y también nos proporcionan un índice del volumen muscular.

El músculo dorsal (*m. longissimus dorsi*) es un músculo de maduración

Cuadro I		
Espesor de grasa sobre la duodécima costilla, grado de rendimiento y rendimiento actual de carne magra		
Espesor de grasa, mm	Grado de rendimiento	Rendimiento de carne %
2,5	2,25	51,8
5,1	2,50	51,2
7,6	2,75	50,6
10,2	3,00	50,0
12,7	3,25	49,5
15,2	3,50	48,9
20,3	4,00	47,7
25,4	4,50	46,6
30,5	5,00	45,4

AHORA

¡SI!

DIFORTIN

ESTA DE VUELTA

DIFORTIN

"EL HIERRO DEXTRANO"

Debido a que la leche de la madre aporta solamente una séptima parte del hierro que necesita el lechón, es necesaria la administración de DIFORTIN para prevenir o tratar la anemia ferropénica obteniéndose así un mayor desarrollo.

Tras la aplicación intramuscular de DIFORTIN



el complejo hierro dextrano se asimila de una forma rápida y completa, llegando inmediatamente a los tejidos hepáticos, donde se libera el hierro del complejo que se aprovecha para la producción de hemoglobina.

La rápida absorción y alta eficacia del DIFORTIN mejoran la rentabilidad de sus lechones.

DESDE EL NACIMIENTO

Complejo hierro-dextrano de 100mg/ml.
Presentación: envase de 100ml.



COLABORANDO EN LINEA ASCENDENTE



VEPROLESPAÑA, S.A.
Ronda de Poniente, 9 28760 Tres Cantos, Madrid.
Tel.: 803 67 44, fax: 803 44 39

tardía; por ello y por la precisión y facilidad con la cual se puede medir ha sido una de las medidas más utilizadas. Crouse y Dikeman (1976) reportaron una relación positiva entre el área del músculo dorsal en la duodécima costilla y varias medidas de rendimiento de la canal. Esta relación es aún mayor si se recorta el exceso de grasa externa, y cuando las comparaciones se hacen basadas en peso y no en base a porcentaje.

Espesor de la grasa externa

El espesor de la grasa externa de la canal es la característica con efectos mayores al rendimiento (Boggs y Merkel, 1988). Varias investigaciones han determinado que la grasa es el componente que muestra mayor variabilidad en la canal del bovino. El espesor de la grasa está asociado con varios factores entre los cuales tenemos: la raza del ganado, sexo, régimen alimenticio, duración del período de alimentación o cebo, y peso de la canal.

Numerosos estudios han demostrado que como va aumentando el espesor de la grasa, el rendimiento de carne magra disminuye. Medidas de espesor de la grasa tomadas en las áreas lumbar o torácica están más altamente relacionadas con la composición de la canal que otras medidas, aunque esto depende, por ejemplo, de la forma de arrancar la piel. Una sola medida de espesor de la grasa sobre la duodécima costilla, ha sido reconocida como una medida bastante exacta de los tejidos que constituyen la canal y del rendimiento de carne magra (Crouse y Dikeman, 1976). Estos últimos encontraron una correlación de - 0,79 entre el espesor de la grasa en la duodécima costilla y el porcentaje de carne magra en la canal.

Grasa del riñón, corazón y región pélvica

La cantidad de grasa interna asociada con los riñones, el corazón y la cavidad pélvica también influyen en el rendimiento de la canal, aunque ello depende del método de procesamiento, puesto que algunos mataderos remueven esos depósitos. Esta relación también depende de la raza del animal, por ejemplo el ganado lechero suele depositar más grasa interna y menos externa que el ganado de carne.

Grado de rendimiento

Los factores que hemos presentado se reflejan, en el sistema norteamericano de evaluación de canales, en el «Yield Grade» (grado de rendimiento). El «Yield Grade» se calcula considerando el peso de la canal, el espesor de grasa sobre el ojo de la duodécima costilla, y el área del ojo de la costilla (Boggs y Merkel, 1988). En el cuadro I vemos la relación entre el espesor de grasa, el «Yield Grade» y el rendimiento de piezas de mayoreo. Definitivamente, el rendimiento de carne vendible disminuye conforme aumenta el espesor de la grasa.

Calidad de la carne

En el sistema norteamericano de eva-

lución de canales consta también de otra calificación, el «Quality Grade» (grado de calidad). El propósito de esta clasificación es el de certificar la calidad de la carne magra contenida en la canal para el consumo. El «Quality Grade» se basa primordialmente en la madurez del animal y en la cantidad de grasa intramuscular (el marmoleo), a pesar de que la relación entre el marmoleo y la calidad es muy baja (Thonney, 1990).

Marmoleo

El marmoleo se determina por medio de la estimación de la cantidad de grasa intramuscular presente en el área del músculo del lomo, a la altura de la duodécima costilla. Se piensa que el marmoleo es un indicador importante de la ternura de la carne, pero algunos estudios han indicado que apenas del 5

al 11% de la variabilidad en la ternura se atribuye a las diferencias en marmoleo (Thonney, 1990). Sólo en casos extremos (marmoleo abundante contra nulo) se han demostrado diferencias en la ternura debidas al marmoleo.

Grado de calidad

Como hemos visto, en el sistema norteamericano el grado de calidad se determina basado en la madurez y en el marmoleo. Sin embargo, ya que casi todos los animales engordados a base de concentrados son añojos (clase de madurez A), el factor principal en el grado de calidad es el marmoleo (cuadro II).

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD

Sexo y raza

Las diferencias observadas en la

Cuadro II						
Estructura de producción global de la cunicultura francesa						
Tamaño de explotación	Explotaciones		Hembras		Producción de carne	
Hembras	Número	%	Número	%	t	%
0 - 20	304.000	97	1.220.000	58	69.000	51,0
20 - 100	6.100	2	224.000	11	17.000	12,5
100 - 500	2.847	0,9	554.600	27	43.000	31,7
Más de 500	107	0,1	83.800	4	6.500	4,8
Total	313.260	100	2.084.400	100	135.500	100

luación de canales consta también de otra calificación, el «Quality Grade» (grado de calidad). El propósito de esta clasificación es el de certificar la calidad de la carne magra contenida en la canal para el consumo. El «Quality Grade» se basa primordialmente en la madurez del animal y en la cantidad de grasa intramuscular (el marmoleo), a pesar de que la relación entre el marmoleo y la calidad es muy baja (Thonney, 1990).

Madurez

La madurez se determina observando la estructura ósea e incluye cierto énfasis en el color del músculo dorsal. Durante la evaluación de la estructura ósea, primero se evalúan las puntas cartilaginosas y los procesos verticales de las vértebras torácicas, lumbares y sacras y, finalmente, las costillas. Mediante la evaluación de la estructura ósea y el color de los músculos se puede entonces determinar el grado de madurez. Este corresponde aproximadamente a la

composición de las canales entre los sexos son similares a las diferencias entre las distintas razas, ya que la diferencia más importante es el tamaño maduro. Los animales enteros (toros) crecen a una tasa más acelerada y depositan menos grasa que los castrados (novillos), los cuales a su vez depositan menos grasa que las hembras. Si estos tres animales son sacrificados a la misma edad y se llevara a cabo un análisis de la composición de la canal, el animal entero produciría una canal con un peso mayor que el castrado, éste a su vez alcanzaría un peso mayor a la hembra y, a pesar de todo, el contenido de grasa sería menor en el caso del animal entero, seguido por el novillo castrado y, por último, la hembra presentaría las proporciones más altas de grasa.

Merece la pena mencionar que, si se comparan estos tres animales a un mismo contenido de grasa, las hembras aunque son más grasas, producirían una canal con más alto rendimiento de carne vendible, debido a su mayor cociente de músculo: hueso. Este cociente suele ser más bajo en ganado Frisón, lo cual disminuye su rendimiento de carne magra en comparación al ganado de carne.

Si estos animales son alimentados con raciones de alta calidad (alto contenido de energía), las razas de maduración temprana, y especialmente las hembras, pronto alcanzan la etapa de crecimiento en que una considerable proporción de energía es depositada en forma de grasa. Como consecuencia estos animales deberán ser sacrificados a una edad más temprana y a un peso más liviano para prevenir la producción excesiva de grasa, lo cual no es económicamente costeable además de no producir carne de calidad aceptable. En cambio animales enteros de estas mismas razas (de maduración temprana) mantendrían un menor contenido en grasa aún a pesos más elevados.

Han habido muchas discusiones acerca de las diferencias entre varias razas con respecto al rendimiento de carne en diferentes partes de la canal y su relación a la conformación del animal. Existe en la industria ganadera un concepto equivocado de que las razas difieren en la distribución del peso de

los músculos, con las razas de carne siendo más ventajosas en cuanto se refiere a la proporción de carne en cortes de alto valor. En realidad, como han demostrado los estudios de Berg y Butterfield (1976) y Thonney (1990) basados en la disección de músculos, la distribución del peso de músculos diferentes no varía entre las razas de ganado bovino. Esto también significa que el rendimiento de carne magra depende primordialmente del contenido en grasa de la canal.

En cuanto se refiere a la calidad de la carne, animales de raza Zebú y sus cruces suelen producir carne menos tierna que la del ganado de origen inglesa (Shackleford *et al.*, 1991). Esto se debe a los bajos niveles de calpastatina en la carne del ganado Zebú en comparación a la carne del ganado Angus-Hereford, lo cual debió inhibir la fragmentación del miofibrilo después del sacrificio.

Edad

La edad fisiológica difiere entre los diferentes tipos de animales y diferentes sexos de la misma raza. Animales de maduración temprana normalmente son más pequeños que aquéllos de maduración tardía. Como hemos visto, cada tipo de animal exhibe una curva específica de crecimiento y de composición. También hemos discutido la relación entre la madurez (o edad) y la ternura de la carne, así como el uso del grado de madurez en la clasificación de las canales.

Nutrición

El efecto de la nutrición en la conformación y composición del ganado bovino, y en la calidad de la carne, es

controvertido. En los rumiantes, la relación entre la composición del cuerpo y el tamaño del animal es más fuerte que en los animales de estómago simple. Por ejemplo, el espesor de la grasa en la canal del cerdo puede ser fácilmente controlado por el nivel de alimentación. Esto es más difícil en el ganado ovino y bovino.

Lógicamente, el animal engordado en un nivel alto de alimentación tiene más posibilidades de depositar grasa en la canal. El nivel de alimentación está positivamente relacionado con el contenido de grasa en la canal, aunque los resultados se confunden por el hecho de que los animales acabados a un alto nivel de alimentación pesan más a la misma edad. Es decir, muchas veces el efecto de la nutrición se confunde con el efecto del peso.

Para hacer comparaciones válidas entre tratamientos nutricionales, hay que comparar los grupos al mismo peso (vivo o neto). Por ejemplo, Byers (1982) concluyó que el nivel de alimentación del ganado bovino durante el período inmediato antes del sacrificio tiene un efecto positivo en la gordura del animal y de la canal, pero esos resultados están sujetos a otras interpretaciones (Thonney, 1990). Esto es, el nivel de alimentación tiene muy poco efecto en la composición de la canal cuando se eliminan los efectos del peso (Greenhalgh, 1976). Sin embargo, hay efectos nutricionales que merecen atención.

Además del nivel de alimentación podemos considerar la cantidad de energía y proteína disponible para el mantenimiento y aquellos disponibles para el crecimiento. A un nivel adecuado de proteína en la ración la tasa de crecimiento depende fundamentalmente de la cantidad de energía dispo-

Cuadro III
Efectos del GRF en el crecimiento y en la canal de carneros después de 28 días

Observación	Control	GRF	Significancia
Ganancia de peso, kg/día	0,146	0,248	***
Eficiencia alimenticia	10,3	5,0	**
Peso de la canal	18,6	19,6	*
Espesor de grasa C, mm	5,5	3,6	*
Area del ojo de la costilla, mm ²	1.208	1.441	*
Fuerza Warner-Bratzler, Nm	4,6	4,7	ns
Contenido de grasa en la canal, %	31,9	25,9	***

El peso de la canal se ve afectado por factores como la tasa de crecimiento, edad y régimen nutricional al que se someten los animales.



nible, hasta alcanzar un máximo. Posiblemente, cuando se ha alcanzado dicho máximo, si se aumenta el contenido de proteína en la ración, se puede incrementar la curva llegando a un nuevo límite en la tasa de crecimiento del animal.

Por ejemplo, el trabajo de Barry (1981) demostró que aunque el nivel de proteína disponible en el pasto fuera alta (de acuerdo a los requerimientos para el crecimiento), estos carneros respondieron a una suplementación con caseína post-ruminal con un aumento en su tasa de crecimiento. Este aumento en la tasa de crecimiento es debido primordialmente a la deposición de tejido magro, es decir de músculo, y no como deposición de energía en forma de tejido adiposo. La aplicación de ese concepto se encuentra en el uso de suplementos de proteína que escapan la fermentación en el rumen, por ejemplo harina de plumas.

Aditivos alimentarios

Hay varias clases de aditivos alimentarios, los cuales son utilizados para aumentar el índice o la eficiencia del crecimiento. Estos son los antibióticos (incluyendo los antimetabólicos), los probióticos y los suplementos nutricionales. Los antibióticos cambian la población de microbios en el rumen del animal, provocando una fermentación más benéfica, una producción de metano más baja y una eficiencia alimenticia más alta.

Por otra parte, estas sustancias también suelen tener efectos fisiológicos fuera del rumen, pero estos no son bien conocidos. Los probióticos pretenden mejorar la población de bacterias en el intestino, y en consecuencia aumentar la digestibilidad de la ración.

Los suplementos nutricionales incluyen las proteínas que escapan del rumen («bypass protein») que ya hemos mencionado, así como las formas de almidón y de grasa de escape. El propósito de proveer nutrientes que escapen del rumen es aumentar la cantidad de esos nutrientes disponibles directamente al animal.

Otra clase de suplementos nutricionales que han sido introducidos recientemente son los aminoácidos conjugados a varios minerales (por ejemplo, la metionina conjugada al zinc). Mientras el mecanismo de su acción aún no es bien conocido, estos compuestos pueden aumentar la tasa de crecimiento bajo ciertas condiciones. Por ejemplo, aunque el requerimiento de zinc por el novillo es alrededor de 30 mg/kg, niveles más altos han producido un estímulo en la tasa de crecimiento (R. Zinn, comunicación personal).

Agentes hormonales

Partiendo desde los aditivos alimentarios, vamos a los métodos hormonales para manipular el crecimiento del animal y sus efectos en la composición

de la canal. Los esteroides se conocen desde hace varias décadas como agentes eficaces para aumentar el índice y la eficiencia del crecimiento en el ganado bovino (Ouali *et al.*, 1988; Patterson y Salter, 1985). Al mismo tiempo sabemos que este efecto es debido primordialmente a un estímulo del crecimiento de tejido magro, resultando así en una canal moderadamente menos gorda, pero sin encontrar defectos en la calidad de la carne.

Este fenómeno puede ser explotado naturalmente utilizando toros enteros. Esta estrategia tiene algunos defectos, puesto que el toro presenta ciertos problemas de manejo, además de que tiene la posibilidad de presentar defectos en la calidad de la carne. Ello es debido a que los toros están más dispuestos a pelear durante el transporte, son más susceptibles al «stress», y por lo tanto tienen una tendencia a llegar al matadero con niveles bajos de glucógeno, dando como resultado una carne oscura, como ya hemos discutido anteriormente (Hood y Tarrant, 1981).

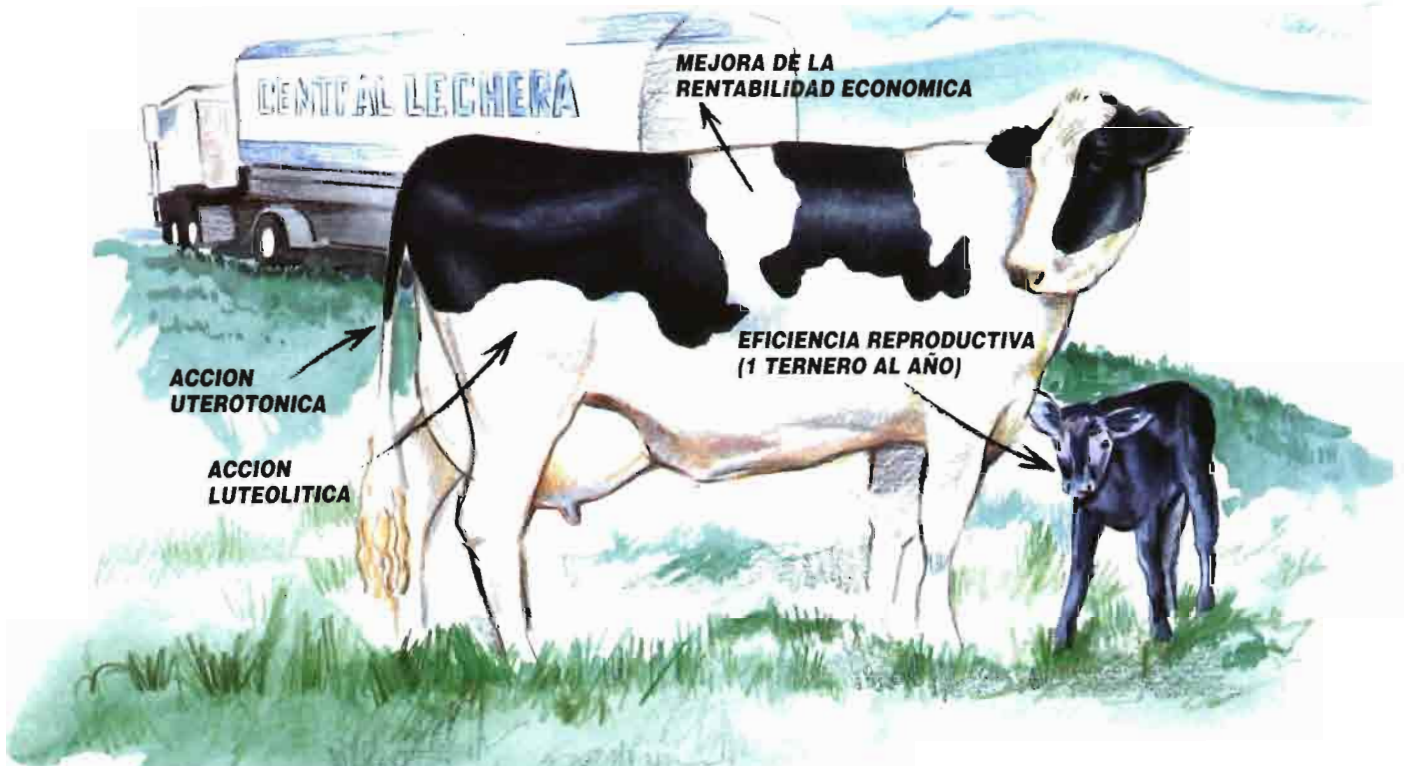
Hoy día en los Estados Unidos más del 90% del ganado engordado a base de concentrados recibe alguna forma de hormona esteroide. Estas incluyen estrógenos naturales y sintéticos, por ejemplo estradiol 17β y zeranol, los cuales están disponibles en diversas preparaciones en conjunto con progesterona y otras hormonas, con la intención de lograr un balance hormonal ideal para las diferentes clases de animales (animales enteros, castrados o hembras) de varias edades.

Otro producto que ha sido aprobado recientemente es el trenbolone, el cual es un derivado de la progesterona y tiene efectos androgénicos. El trenbolone también lleva a una tasa de crecimiento más alta y una proporción más baja de grasa en la canal (Hunt *et al.*, 1991). En los Estados Unidos no se engordan toros enteros.

Varios tratamientos hormonales están en su etapa experimental, incluyendo la manipulación de la hormona de crecimiento y varios compuestos químicos con actividad β-adrenérgica. La hormona de crecimiento (somatotropina) es sintetizada por la glándula pituitaria, bajo el control de la somatostatina (inhibidor) y de la somatotropina (GVRF; estimulador). Sus efectos

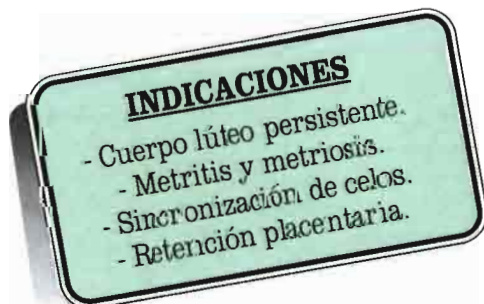
prostavet®

la prostaglandina de doble acción
y de doble beneficio



Una doble acción (luteolítica y uterotónica) que permite obtener un doble beneficio:

- Una mayor productividad al conseguir un parto al año y curvas de lactación idóneas.
- Una mayor rentabilidad económica al conseguir disminuir el número de inseminaciones por vaca y a su vez, reducir los gastos ligados a la fertilidad.



prostavet®

la solución definitiva a los problemas
de fertilidad de su ganado.

Consulte a su veterinario

son directos e indirectos, mediados por la somatomedina (IGF-1). La manipulación de la somatotropina se puede realizar con inyecciones de somatostatina o de somatocrina, con anticuerpo a la somatostatina, con resultados idénticos. También se ha intentado aumentar la síntesis de somatotropina con anticuerpos a la somatostatina, pero esta estrategia no ha dado resultados consistentes.

Las investigaciones realizadas con la hormona de crecimiento en rumiantes llevan a la conclusión de que, independientemente de la forma de administración de la hormona, se han observado efectos positivos en el crecimiento, especialmente en lo que se refiere a la deposición de proteína en los músculos y la disminución en la cantidad de grasa en esas canales. Es decir, que la somatotropina mejora el rendimiento de estas canales y aumenta su valor.

Como ejemplo del efecto de GRF, hemos observado que la inyección de GRF produce un aumento en la concentración de somatotropina en la sangre (Hosking, Hart y Sainz, observaciones no publicadas). Después de cuatro semanas, las canales de estos carneros pesaban más y contenían menos grasa y más tejido magro (músculo) que los controles (cuadro III). En ninguna investigación se ha observado un efecto negativo en la calidad de la carne derivada de animales tratados con somatotropina.

Los agentes β -adrenérgicos son derivados de la adrenalina, y por lo tanto tienen el efecto de estimular los receptores adrenérgicos, especialmente aquellos de tipo β , los cuales se encuentran en las membranas de varios tipos de células. Desde 1984 se ha demostrado que estos compuestos tienen un efecto poderoso en aumentar no sólo el crecimiento sino la hipertrofia muscular en varias especies de animales domésticos. Al mismo tiempo hemos demostrado que el

efecto se localiza casi exclusivamente en el músculo y que es específicamente un efecto β -adrenérgico (Kim y Sainz, 1992).

Uno de los efectos de los β -agonistas es que suelen reducir la calidad de la carne, lo cual parece ser debido a sus efectos metabólicos. Para que la hipertrofia en los músculos se lleve a cabo, es necesario un aumento en la tasa de deposición de proteína. Ya que la proteína neta depositada depende de la diferencia entre síntesis y degradación de proteína, una u otra, o tal vez las dos (degradación y síntesis), han sido alteradas por el agente β -agonista.

Investigaciones llevadas a cabo por Reeds *et al.* (1986) han comprobado que el efecto de los β -agonistas es una disminución en la degradación de proteínas durante el crecimiento. Además los músculos de estos animales no exhiben un esquema normal de acondicionamiento después del sacrificio. Las fibras musculares no se desbaratan como en músculos normales y en consecuencia la carne no se ablanda durante el período después del sacrificio. Esto conlleva un nivel de ternura demasiado bajo, es decir el Warner-Bratzler es demasiado alto (Kretchmar *et al.*, 1990).

Es probable que los β -agonistas tengan un mecanismo común en sus efectos en la hipertrofia muscular y en la ternura de la carne, es decir la disminución de la degradación de proteínas. Hemos llevado a cabo varias investigaciones para evaluar el mecanismo responsable por este fenómeno. Hay bastante evidencia de que la activación de los receptores β -adrenérgicos tiene el efecto de inhibir a las calpaínas, o estimular la calpastatina, lo cual disminuye la capacidad del músculo para degradar sus propias proteínas.

El cuadro IV muestra que el músculo de los animales tratados con β -agonistas tienen actividades más bajas de la calpaína 1 y más altas de calpastatina (Thomson y Sainz, datos no publi-

cados). Al mismo tiempo vemos que si se aumenta la actividad de las calpaínas con una infusión de calcio en la canal, el efecto negativo del β -agonista en la ternura de la carne desaparece (Koohmarai y Shackelford, 1991).

Aunque los agentes β -agonistas no han sido aprobados comercialmente, estos resultados han mejorado nuestro conocimiento de los mecanismos a nivel molecular que controlan el crecimiento del músculo y la calidad de la carne.

CONCLUSION

En resumen, poseemos bastantes conocimientos acerca del crecimiento del animal, y de la relación entre las proporciones de los varios componentes de cuerpo y de la canal. Todavía queda mucho por hacer en el área del comercio de las canales y la carne, especialmente en lo que se refiere a la determinación del valor de los productos derivados de estos animales. El problema consiste en formular un sistema de mercado y clasificación en que el valor a cada eslabón de la cadena de producción, procesamiento y venta sea un reflejo fiel de su valor eventual para el consumidor.

Es esencial para asegurar el éxito de la industria ganadera en el siglo XXI, que pongamos mucha atención a los requerimientos y exigencias del consumidor. En este caso, el dicho norteamericano que «el cliente siempre tiene la razón» tiene gran relevancia.

Estamos en un ambiente donde el consumidor exige un producto con menos grasa pero sin sacrificar la calidad, ternura, sabor, jugosidad a que está acostumbrado. Nosotros en las industrias ganaderas y carniceras somos responsables por mejorar estos productos. Debemos integrar los adelantos biotecnológicos, nutricionales, y genéticos con los conocimientos clásicos sobre el crecimiento y la alometría de los componentes del cuerpo, y utilizar todos los métodos disponibles para producir el mejor producto posible de acuerdo con las exigencias del consumidor.

BIBLIOGRAFIA

Existe una amplia bibliografía a disposición de los lectores interesados.

Cuadro IV

Efectos del β -agonista cimaterol en las calpaínas en carneros

Componente	Control	Cimaterol	Significancia
Calpaína 1, U/g	0,409	0,327	†
Calpaína 2, U/g	0,496	0,493	ns
Calpastatina, U/g	0,828	0,910	*
<i>M. semitendinosus</i> , g	61,6	71,2	**