



**Manejo Pre y Post Sacrificio:
Influencia sobre la Calidad
de la Carne de Vacuno**



**GOBIERNO
de
CANTABRIA**

CONSEJERÍA DE GANADERÍA,
PESCA Y DESARROLLO RURAL

CENTRO DE
INVESTIGACIÓN Y
FORMACIÓN
AGRARIAS





Autores: Emma Serrano, M^a José Humada, M^a Gema Maestro

Edición: Manuel Mora, M^a Gema Maestro (Sección de Transferencia de Tecnología y Coordinación Técnica)

Fotografías de la Portada: Justo Robles y M^a Gema Maestro

Depósito Legal: SA-466-2012

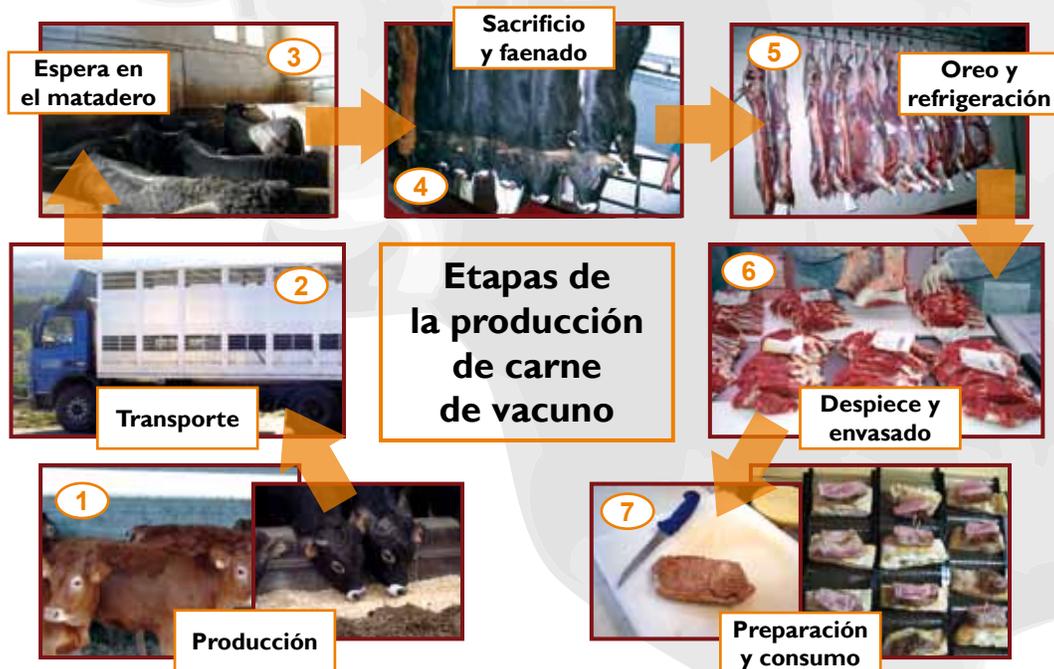
Imprenta Regional de Cantabria - IMPRE 5-419

ÍNDICE

1. UNA ETAPA CLAVE: LA TRANSFORMACIÓN DEL MÚSCULO EN CARNE	5
1.1 Un poco de fisiología: el pH un parámetro muy importante	5
1.2 Otro proceso importante en el paso de músculo a carne: el <i>rigor mortis</i>	10
2. MANEJO PRE y POST SACRIFICIO, PROBLEMAS EN LA TRANSFORMACIÓN DEL MÚSCULO EN CARNE Y DEFECTOS DE CALIDAD DE LA CARNE	12
2.1 Dos problemas importantes y relativamente frecuentes: las carnes DFD y el acortamiento por frío	12
2.2 Otros problemas	24
3. EN CONCLUSIÓN	26

I. Transformación del músculo en carne

Una de las características de la producción de carne de vacuno es que se trata de un proceso largo, desde el nacimiento del ternero hasta que la carne llega al consumidor, en el que participan muchos agentes. Hay algunas etapas de este proceso que, aunque son cortas, tienen una importancia crucial sobre la calidad del producto que va a llegar al consumidor. **Algunos de estos puntos críticos se sitúan entre el momento en que el animal se prepara para salir de la explotación hacia el matadero y la refrigeración de la canal.** En este tiempo relativamente corto se producen acontecimientos que pueden influir sobre el proceso de transformación del músculo (animal vivo) en carne.



1. UNA ETAPA CLAVE: LA TRANSFORMACIÓN DEL MÚSCULO EN CARNE

1.1 Un poco de fisiología: el pH un parámetro muy importante

¿Cómo obtienen la energía los músculos en el animal vivo?

La energía necesaria para la contracción-relajación muscular se obtiene de la **glucosa** y los **ácidos grasos** que llegan a través de la sangre y del glucógeno almacenado en el músculo. Estas moléculas en presencia del oxígeno, que llega también a través de la sangre, se “queman” para obtener energía. Esta energía se almacena en forma de moléculas de **ATP**. El ATP es el “combustible” que el músculo usa directamente en los procesos de contracción y relajación.

¿Qué son los ácidos grasos?

Son las “piezas” fundamentales de la grasa. La grasa está formada principalmente por triglicéridos. Los triglicéridos se forman por la unión de una molécula de glicerol con 3 moléculas de ácidos grasos. Estos triglicéridos están dentro de unas células denominadas adipocitos. El tejido adiposo (grasa) está formado fundamentalmente por adipocitos.

¿Qué es el glucógeno?

El glucógeno es el equivalente al almidón en las plantas. Está formado por la unión de moléculas de glucosa. Es una reserva de energía. El glucógeno se almacena en el hígado y en los músculos.

¿Qué sucede después del sangrado de un animal?

Cuando se sacrifica un animal deja de llegar sangre a sus músculos, por tanto cesa el aporte de glucosa, de ácidos grasos y de oxígeno. Después de la muerte, continúa habiendo procesos de relajación-contracción muscular. La energía para estos procesos se obtiene a partir únicamente de las pequeñas cantidades de glucógeno almacenadas en el músculo y sin la participación del oxígeno (en anaerobiosis).

Glucógeno y estrés

El glucógeno del músculo se quema cuando los aportes de energía de la glucosa y de los ácidos grasos que llegan con la sangre no son suficientes (por ejemplo, cuando hay una actividad física intensa). El consumo de glucógeno también se incrementa cuando aumentan los niveles de adrenalina en la sangre (por ejemplo, en situaciones de estrés).

¿Qué sucede cuando en el músculo se “quema” (se metaboliza) glucógeno sin oxígeno?

El proceso no se completa y se acumula un producto intermedio ácido (que si hubiese oxígeno continuaría degradándose): el ácido láctico.

Por esta acumulación de ácido láctico en los músculos después del sacrificio de un animal tiene lugar un proceso de acidificación que va a hacer que el pH baje de los valores neutros (7) que encontramos en el animal vivo a valores ácidos (en torno 5,5 a las 24 h del sacrificio).

I. Transformación del músculo en carne

¿Qué es el pH?

El pH es una medida muy habitual en cualquier laboratorio en el que se analicen alimentos, tierras, abonos, etc. Es una medida de la acidez o basicidad de ese producto. Se mide en una escala de 1 a 14, un valor de 7 se considera un pH neutro, valores menores de 7 son pH ácidos (cuanto menores más ácidos) y valores mayores de 7 son pH básicos.



¿Como se mide el pH de la carne?

Tanto en mataderos y salas de despiece como en los laboratorios en los que se estudia la calidad de la carne, el pH se mide de forma rutinaria. La medida del pH se realiza de forma muy sencilla utilizando un aparato denominado pHmetro (peachímetro). En este aparato el sensor que mide el pH está dentro de una especie de punzón que penetra en el interior de la carne. En los actuales pHmetros digitales, una vez introducido dentro de la carne este sensor, la medida de pH aparece en la pantalla en unos segundos.



I. Transformación del músculo en carne



Piezas de carne envasada al vacío madurando en cámara de refrigeración.

¿Sobre qué características de la carne va a influir el pH?

Capacidad de retención de agua. Si el pH baja demasiado (valores demasiado ácidos) las proteínas del músculo se desnaturalizan y se incrementa la pérdida de agua. Esta mayor pérdida de agua puede tener tres consecuencias negativas: una pérdida económica (pérdida de peso de la canal), acumulación de agua en las bandejas de presentación de la carne y en los “taper” en los hogares y una carne menos jugosa en el momento del consumo.

Por el contrario, si el pH se mantiene demasiado alto, la capacidad de retención de agua aumenta y tendremos una carne seca debido a su incapacidad para liberar jugo en la boca del consumidor.

Color. Si el pH baja demasiado vamos a obtener una carne excesivamente pálida, si no baja lo suficiente vamos a obtener una carne demasiado oscura.

Un ejemplo: la carne DFD (Dry: seca; Firm: dura/fibrosa; Dark: oscura), una alteración importante (que se tratará más adelante) relacionada con el pH, el color y la capacidad de retención de agua.

I. Transformación del músculo en carne



Determinación de la capacidad de retención de agua. Muestras para la determinación de las pérdidas de agua por descongelación (izquierda) y por goteo (derecha).



Medida del color de la carne con colorímetro.



Influencia del pH sobre el color de la carne: izquierda, pH normal; derecha pH elevado.

Fuente: C.Vieira

I.2. Otro proceso importante en el paso de músculo a carne: el *rigor mortis*

Después del sacrificio los músculos continúan contrayéndose y relajándose durante un tiempo. Para que se produzcan estos ciclos de contracción-relajación hace falta energía (ATP). Cuando el ATP se agota, los músculos quedan en estado de contracción (canal rígida) y hablamos entonces de *rigor mortis*.

Es importante para la calidad de la carne, sobre todo para la terneza, que el *rigor mortis* se alcance en el momento adecuado, ni demasiado pronto, ni demasiado tarde. Los animales que han sufrido situaciones de estrés de duración relativamente larga antes del sacrificio (problemas durante la carga, viajes largos, peleas con otros animales en el matadero, etc.) tienen menos energía en sus músculos y el *rigor mortis* se instaura demasiado pronto. Por el contrario, un enfriamiento demasiado rápido de la carne, hace que el ATP se consuma más lentamente y retrasa la aparición del *rigor mortis*.

El tiempo necesario para la instauración del *rigor mortis* varía entre especies. Por ejemplo, en el ganado vacuno el *rigor mortis* se manifiesta plenamente hacia las 24 horas post sacrificio mientras que en los pollos son necesarias sólo 4 horas.



I. Transformación del músculo en carne



Importancia de la maduración de la carne

La carne consumida en el momento del *rigor mortis* o poco después presenta una gran dureza. Aunque la contracción que sufren los músculos por el *rigor mortis* no es reversible, a medida que va pasando el tiempo (tiempo de maduración) se produce un proceso de acondicionado en el que la carne se vuelve más tierna (tenderización). Este proceso se debe a la **ruptura de estructuras musculares** por las propias enzimas del músculo. En el proceso de maduración también se producen compuestos que contribuyen al desarrollo del flavor de la carne (el término flavor se utiliza para designar a la combinación de sabor y olor de un alimento).

En el caso del ganado vacuno, el tiempo de maduración necesario para obtener una carne con valores óptimos de terneza y flavor varía en función del tipo de animal (edad, producción en pastoreo o en estabulación, engrasamiento). En animales muy jóvenes un periodo de maduración de 4-5 días puede ser suficiente, mientras que animales de más edad y producidos en sistemas extensivos pueden ser necesarios periodos de maduración superiores a los 21 días.

La maduración se realiza en condiciones de refrigeración y es independiente del tamaño de las piezas de carne. A temperaturas muy bajas el proceso se ralentiza.

2. MANEJO PRE y POST SACRIFICIO, PROBLEMAS EN LA TRANSFORMACIÓN DEL MÚSCULO EN CARNE Y DEFECTOS DE CALIDAD DE LA CARNE

2.1. Dos problemas importantes y relativamente frecuentes: las carnes DFD y el acortamiento por frío

■ **Carne DFD** (siglas en inglés de Dry: seca, Firm: dura/fibrosa, Dark: oscura): las carnes DFD son carnes en las que no se produce una bajada suficiente del pH y 24 horas después de la muerte (cuando se considera que se alcanza el pH final) los valores de pH se sitúan por encima de 6.

La carne DFD se presenta en animales que llegan al sacrificio con sus reservas de glucógeno muy mermadas. Las principales causas de esta merma en las reservas de glucógeno son largos periodos sin alimento y situaciones de estrés de duración relativamente larga antes del sacrificio. En el ganado vacuno las causas más habituales son:

- Transportes largos

- La **mezcla de animales** de distintos orígenes durante el transporte y durante la espera en el matadero: la mezcla de animales entre los que no hay establecidas jerarquías incrementa el número de enfrentamientos y favorece comportamientos como los intentos de monta. Esto supone un incremento de la actividad física y del estrés psíquico que reduce las reservas de glucógeno.



2. Manejo Pre y Post sacrificio

En muchos mataderos se mide rutinariamente el pH de la canal a las 24 horas del sacrificio. Las canales con valores de pH superiores a 5,8-6,0 se destinan a usos industriales.



Los efectos de los factores anteriores se ven agravados por:

- un manejo violento en el momento de la carga de los animales en el camión o durante el manejo de los animales en el matadero (con golpes, caídas, uso de agujijones eléctricos).
- malas condiciones de transporte (camión demasiado lleno o demasiado vacío, conducción brusca, etc.)
- largos periodos de privación de agua y/o alimento.

¿Cuánto glucógeno tiene que haber en el músculo?

Para obtener valores de pH normales (compatibles con una buena calidad de la carne) el contenido en glucógeno del músculo debe situarse entre 10 y 20 mg/g. Con valores inferiores a 8 mg/g los valores de pH de la carne serán demasiado altos.

¿Cuánto tardan en recuperarse las reservas de glucógeno?

Después de la merma de las reservas de glucógeno en el músculo el tiempo necesario para volver a niveles normales es muy alto en el ganado vacuno (3 a 11 días). Este tiempo puede reducirse en algunos casos hasta 2 días, suministrando a los animales agua con melaza y/o electrolitos y dietas relativamente ricas en energía.

2. Manejo Pre y Post sacrificio

La carga/descarga de los animales: una operación sencilla que a veces se complica. Algunas recomendaciones:

Preparar todo lo necesario con antelación suficiente (documentación, material, elección de los animales, etc)

Concertar el momento de la carga con tiempo suficiente para llegar al matadero a la hora deseada

Actuar con calma (intentar evitar golpes, gritos y movimientos bruscos)

Evitar sombras y cambios bruscos de luz

Evitar ruidos extraños (p.e. motores, pérdida de aire del camión, choque de puertas)

Intentar que el ganadero esté presente y sea el que haga las operaciones más próximas a los animales

Reducir al mínimo necesario el n° de personas que participan

En lo posible, no manejar y cargar un animal solo y no mezclar lotes

Evitar las trayectorias rectas y las rampas en ascenso y en descenso

Eliminar obstáculos tipo cajas, botes, plásticos, etc.

Intentar no realizar la carga desde el alojamiento habitual de los animales, del que van a presentar una mayor resistencia a salir

No introducir la rampa de carga en el recinto donde están los animales

No utilizar ropa de colores chillones y tejidos que produzcan ruidos al moverse

2. Manejo Pre y Post sacrificio

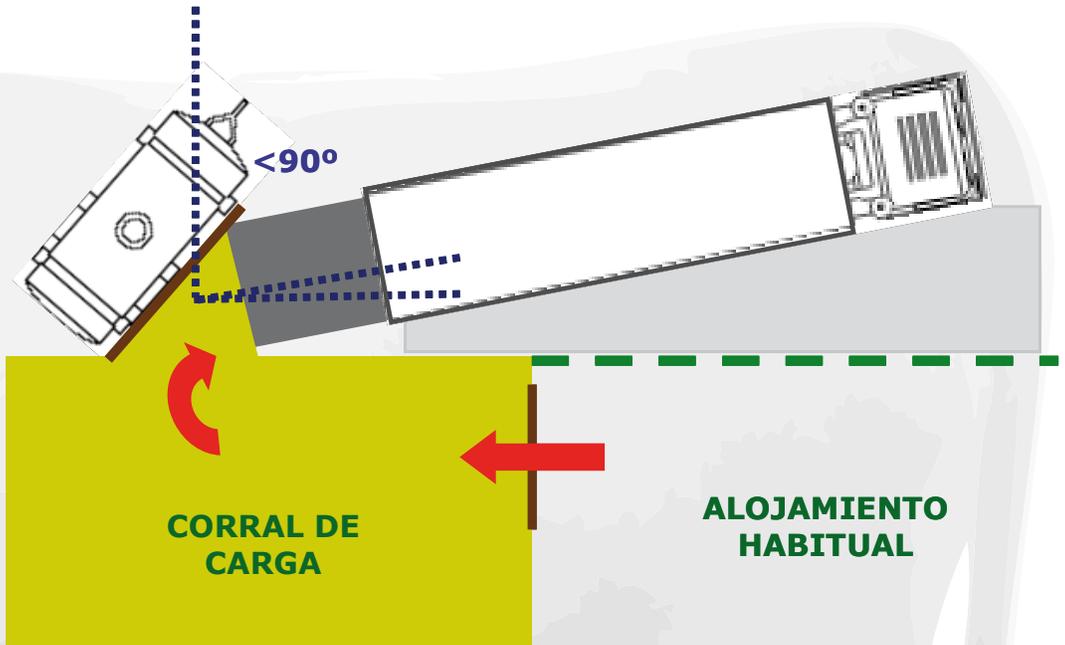


Figura 1: Esquema de carga desde un corral distinto al alojamiento habitual (establo, corral, parcela de pasto, etc.) con rampa de carga fuera del recinto donde están los animales y camión en oblicuo.

2. Manejo Pre y Post sacrificio

■ **Acortamiento por frío:** el denominado acortamiento por frío se produce cuando la carne se enfría muy rápidamente y la temperatura baja por debajo de los 10°C antes de la instauración del *rigor mortis*. Cuando esto sucede el frío estimula una contracción muscular muy intensa (mayor que la del *rigor mortis*), los sarcómeros (las estructuras del músculo que se alargan y se acortan en los ciclos de contracción-relajación) sufren un acortamiento mayor de lo normal e irreversible y se incrementa la dureza de la carne. Un aspecto importante es que este problema de dureza no se soluciona incrementando el tiempo de maduración.

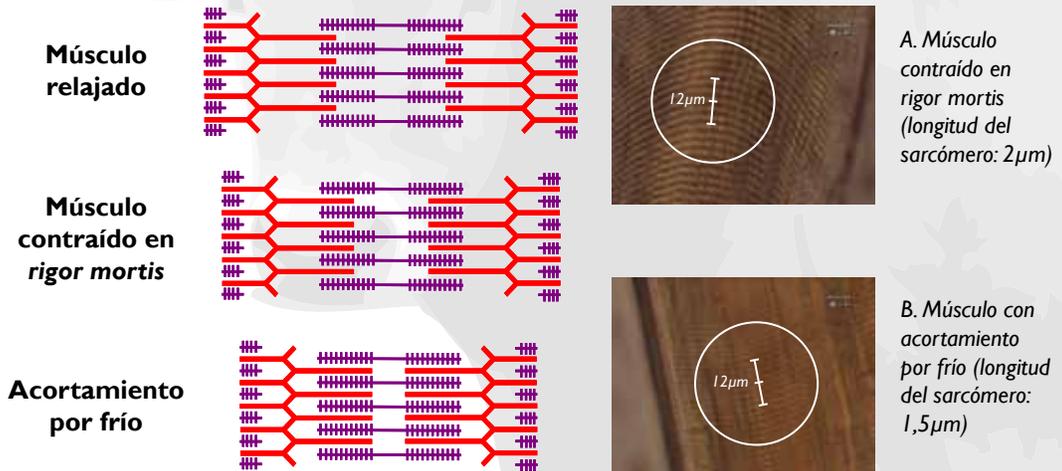


Figura 2.- Estados de contracción del músculo

Aspecto de las fibras musculares observadas con microscopio óptico (1000 x aumentos).

Fotografía: Susana Gutiérrez

2. Manejo Pre y Post sacrificio

En carne con unas reservas de glucógeno normales, el acortamiento por frío se evita asegurándose de que la temperatura no caiga por debajo de los 10°C antes de que el pH muscular haya bajado hasta 6.1 (esto ocurre unas 10 horas postsacrificio)(Figura 3). Con este valor de pH el proceso de instauración del *rigor mortis* está suficientemente avanzado para evitar un acortamiento anormal de los sarcómeros.

Temperatura (°C)

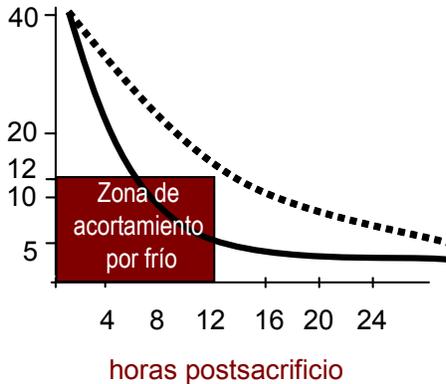


Figura 3.- Curvas de disminución de la temperatura de la canal.

- No existe riesgo de acortamiento por frío
- Existe riesgo de acortamiento por frío

Rosset y Roussel-Ciquard (1988), tomado de Benito Moreno (2006) Higiene e Inspección de Carnes. Volumen I, pp. 214. Editorial Díaz de Santos. Madrid.

2. Manejo Pre y Post sacrificio

Es de especial importancia tomar medidas para controlar este problema cuando se trabaja con canales pequeñas y/o no muy engrasadas, por ejemplo de animales muy jóvenes (p.e. tipo lechal), de razas rústicas (tudanca, monchina, asturiana de la montaña, etc.) o procedentes de sistemas de producción con baja utilización de alimentos concentrados (pienso) como los acogidos a la Normativa de Producción Ecológica (Regs. (CE) 834/2007 y 889/2008).

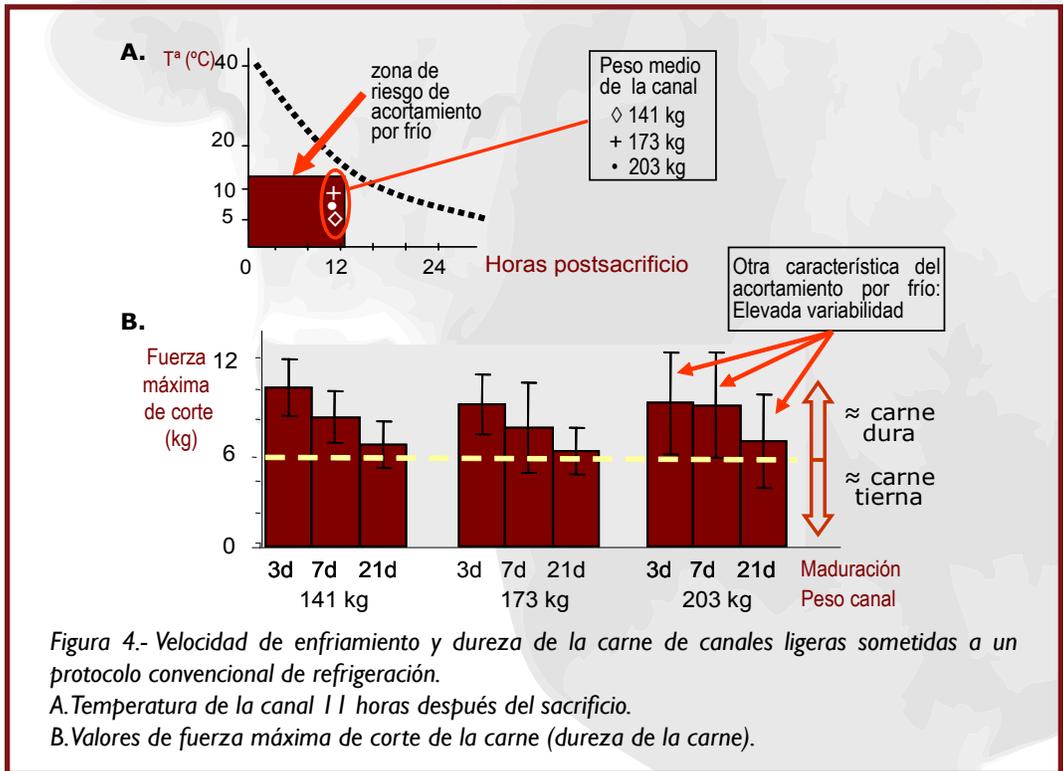


Figura 4.- Velocidad de enfriamiento y dureza de la carne de canales ligeras sometidas a un protocolo convencional de refrigeración.

A. Temperatura de la canal 11 horas después del sacrificio.

B. Valores de fuerza máxima de corte de la carne (dureza de la carne).

2. Manejo Pre y Post sacrificio

Cuando existe un problema de acortamiento por frío se produce un incremento en los valores medios de dureza (resistencia al corte) de la carne, pero este problema no afecta con igual intensidad ni a todos los animales de un lote ni a todas las partes de la canal. Esto se traduce en un incremento de la variabilidad entre animales de un lote que deberían ser parecidos, entre partes de la canal que deberían ser similares en cuanto a dureza e incluso entre, por ejemplo, porciones dentro de un mismo filete de carne (Figura 4).



Preparación de muestras para evaluar la dureza de la carne (izquierda) y determinación de la resistencia al corte (dureza) con un texturómetro equipado con una sonda de corte (derecha)

2. Manejo Pre y Post sacrificio

Un enfriamiento rápido de la canal reduce las pérdidas de agua y, lo más importante, controla el crecimiento microbiano. Este control del crecimiento microbiano es necesario por razones de higiene y salubridad y para alargar la vida útil de la carne. Por eso, para establecer una pauta de enfriamiento que evite el acortamiento por frío hay que buscar un compromiso para conseguir los dos objetivos (enfriar suficientemente rápido pero no tanto como para provocar el acortamiento por frío). Un ejemplo de pauta de enfriamiento es: bajar la temperatura de la carne hasta los 15°C tan rápido como sea posible y mantenerla a esta temperatura hasta la instauración del *rigor mortis*.



*Toma de muestras para valorar la carga microbiana.
Fotografía: Susana Gutiérrez.*

Evitar el acortamiento por frío controlando la velocidad de enfriamiento supone definir para cada tipo de canal (ligeras, medias, pesadas) un protocolo de enfriamiento. Esto complica el trabajo en los mataderos, incrementa las necesidades de espacio y los costes de matanza pero es importante si se quiere comercializar una carne de calidad.

Estos inconvenientes pueden reducirse con medidas de organización dentro del sector, por ejemplo, agrupando en mataderos concretos el sacrificio de animales con canales pequeñas (por ejemplo de razas rústicas), de producción ecológica, etc.

2. Manejo Pre y Post sacrificio



Lotes, en los corrales de espera del matadero, de terneros de las razas autóctonas de Cantabria, monchina y tudanca, y cámara de refrigeración para canales ligeras.

2. Manejo Pre y Post sacrificio

Otros métodos para controlar el acortamiento por frío:

- **Estimulación eléctrica de los canales:** la aplicación de una corriente eléctrica a la canal inmediatamente después del sacrificio causa una contracción muscular muy intensa pero reversible que acelera el consumo del glucógeno, la bajada del pH y la instauración del *rigor mortis*. Esto permite que no se produzca el acortamiento irreversible de los sarcómeros que da lugar al acortamiento por frío.

Entre las desventajas de este método se encuentran las necesidades de mano de obra especializada, los costes de la instalación y de las medidas de seguridad necesarias.

- **Refrigeración ultrarrápida:** paradójicamente sometiendo los canales inicialmente y durante un tiempo corto a un proceso de enfriamiento muy rápido (aire a elevada velocidad y a temperatura inferior a -20°) no se produce el fenómeno del acortamiento por frío.

- **Suspensión en extensión:** la suspensión tradicional de los canales por el tendón de Aquiles deja a los músculos libres para contraerse. Existen métodos de suspensión (como la suspensión por el agujero obturador) que mantienen los músculos en tensión y no permiten a los sarcómeros acortarse. Entre las desventajas de este método se encuentran que ningún método consigue mantener en tensión a todos los músculos importantes desde el punto de vista de calidad de la carne, se incrementan las necesidades de mano de obra, los canales ocupan más espacio y las piezas de carnicería tienen formas poco habituales.

2. Manejo Pre y Post sacrificio



Suspensión tradicional de canales por el tendón de Aquiles.

2.2. Otros problemas

■ **Carne PSE** (siglas en inglés de Palid: pálida, Soft: blanda, Exudative: exudativa): cuando los animales se someten a un estrés muy agudo en el momento mismo del sacrificio se puede producir una aceleración en la degradación del glucógeno muscular que hace que se alcancen valores muy bajos de pH cuando la temperatura de la canal es todavía alta. En estas condiciones las proteínas se desnaturalizan y obtenemos una carne pálida, blanda y exudativa. Este problema, como tal, es muy frecuente en determinadas estirpes de cerdos pero es infrecuente en el ganado vacuno. Lo que sí se observa con relativa frecuencia en partes profundas de la pierna y en ocasiones del lomo del ganado vacuno son áreas con características similares a la carne PSE de los cerdos. Este problema es debido a que en estas partes profundas (sobre todo en canales pesadas y muy musculadas) la temperatura baja más lentamente, esto favorece una caída más rápida del pH, y como en la carne PSE, se produce una desnaturalización de las proteínas.

■ **Doble coloración:** ciertas piezas de carne presentan una banda oscura exterior y una zona pálida en el interior. Estas diferencias en la coloración se deben a que en la zona interna de la pieza se produce un enfriamiento más lento y se alcanzan valores de pH más bajos que se asocian con coloraciones más pálidas. Como en el caso anterior, este problema se presenta más frecuentemente en individuos muy musculados (culones o de doble grupa). También se puede presentar en piezas del exterior de la canal como el lomo y se debe entonces a una aplicación no adecuada de frío, que produce un enfriamiento demasiado rápido de una banda externa.

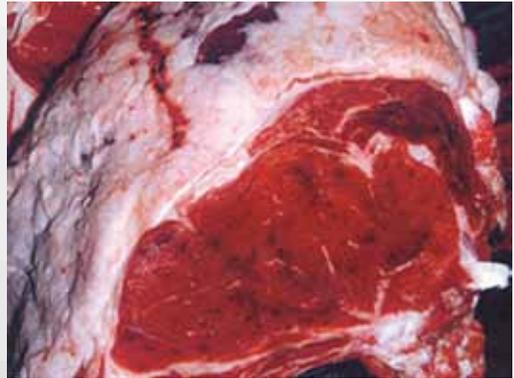
■ **Acortamiento de la descongelación:** se produce un fenómeno similar al acortamiento por frío que se desencadena al descongelar carne que se ha congelado antes del *rigor mortis*.

2. Manejo Pre y Post sacrificio

■ **Acúmulos de sangre** (equimosis y petequias): el lapso de tiempo entre el aturdimiento y el desangrado es otro factor importante en la obtención de carne de calidad. Tras el aturdimiento de los animales se produce un incremento de la presión sanguínea, si el desangrado no se hace rápidamente este incremento de presión puede dar lugar a la ruptura de capilares y a la aparición de pequeñas hemorragias en la pared de la cavidad torácica, intestino y en algunos músculos. La frecuencia de presentación de este problema aumenta cuando existen deficiencias de selenio y/o vitamina E.



Doble coloración en una pieza de carne



*Carne con acúmulos de sangre (petequias)
Fuente: G. López Martínez, G. Ros, M.J. Periego
tomado de C. Sañudo.V Jimeno y M. Cerviño
(2008) Producción de ganado vacuno de carne y
tipos comerciales en España.
Schering-Plough. Madrid.*

3. En conclusión...

- Algunos puntos críticos en la obtención de carne de vacuno de calidad se sitúan entre la salida de los animales hacia el matadero y las 24 h postsacrificio.
- Es importante minimizar el estrés de los animales en todas las operaciones que van desde la salida de la explotación hasta el sacrificio.
- El pH es un parámetro importante que nos ayuda a descartar carne con defectos de calidad y a saber si el manejo pre y postsacrificio ha sido adecuado.
- Es importante adecuar el protocolo de refrigeración (temperatura y velocidad del aire) al tamaño y engrasamiento de las canales.

INFORMACIÓN:
www.cifacantabria.org
cifa@cifacantabria.org
Tlf. 942 25 40 45

