

CAPÍTULO 11

PH DE LA CARNE Y FACTORES QUE LO AFECTAN

María Zimerman: E-mail: mzimerman@bariloche.inta.gov.ar

INTRODUCCION

El pH es un valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculado por el número de iones de hidrógeno presentes en una disolución. Es medido en una escala de 0 a 14, en la cual 7 significa que la sustancia es neutra. Valores de pH por debajo de 7 indican que la sustancia es ácida y valores por encima de 7 indican que la sustancia es básica. Un punto de pH significa una concentración diez veces mayor o menor que la anterior o posterior en la escala. Podemos decir entonces que un pH de 5 es 100 veces más ácido que uno de 7 (neutro).

Una vez ocurrido el sacrificio del animal, se lleva a cabo el proceso de transformación del músculo en carne. La carne es el resultado de dos cambios bioquímicos que ocurren en el período *post-mortem*: el establecimiento del *rigor mortis* y la maduración. El principal proceso que se lleva a cabo durante el establecimiento del *rigor mortis* es la acidificación muscular.

En un músculo en reposo, el adenosín tri-fosfato (ATP) sirve para mantener el músculo en estado relajado. Tras la muerte del animal, cesa el aporte sanguíneo de oxígeno y nutrientes al músculo, de manera que el mismo debe utilizar un metabolismo anaeróbico para transformar sus reservas de energía (glucógeno) en ATP con el fin de mantener su temperatura e integridad estructural. El ATP formado se obtiene a través de la degradación de glucógeno en ácido láctico. Este último ya no puede ser retirado por el sistema sanguíneo, por lo tanto va a provocar el descenso del pH muscular (Warris, 2003).

Tanto el valor final del pH o pH último (pHu), que es medido aproximadamente a las 24 h después del sacrificio, como la velocidad de caída del mismo durante la transformación del músculo en carne, afectan las características organolépticas y tecnológicas de la carne.

El descenso del pH depende del tipo de fibras que predominan en el músculo y de la actividad muscular antes del sacrificio. Así, los músculos con predominio de fibras de contracción rápida (blancas) alcanzan valores finales de 5,5 mientras que en los músculos en donde predominan las fibras de contracción lenta (rojas) el pH no baja de 6,3. (Ordoñez, 1998, citado por Garrido, 2005). Los músculos del animal que más trabajo realizan en el período previo al sacrificio son los que presentan un pH más elevado *postmortem*.

El proceso de acidificación dura normalmente 4-5 h en porcinos, 12-24 h en ovinos y 15-36 h en vacunos (Drandsfield, 1994, citado por Warris, 2003).

El pH desciende en los músculos típicos de mamíferos desde valores cercanos a 7-7,3 hasta valores entre 5,5 y 5,7 en las primeras 6 a 12 h del sacrificio. Por encima de estos valores, el glucógeno estaría ausente del músculo en condiciones normales. La cantidad de glucógeno que

En: Aspectos estratégicos para obtener carne ovina de calidad en el cono sur americano.

haya en los músculos antes del sacrificio dependerá en gran medida de todos aquellos factores que causan estrés físico y fisiológico a los animales. Por esto, el pH muscular resulta ser entonces una medida interesante para cuantificar el nivel de reserva energética en el músculo, además de permitir valorar cómo ha sido tratado el animal antes del sacrificio.

CARNES PSE Y DFD

Las carnes PSE (pale, soft, exudatives) y DFD (dark, firm, dry) son los dos principales problemas de calidad con los que se encuentra la industria cárnica. El defecto PSE afecta a los cerdos (aunque también se la ha descrito en carne de pavo), mientras que el DFD está presente en todas las especies.

Los nombres PSE y DFD describen las características físicas que presentan los músculos cuando se compraran con las características normales de la carne. Si bien no están del todo definidos los valores de las medidas objetivas de dichas características, en general, estas carnes se definen por el valor del pH en momentos determinados. De esta manera, la carne PSE es aquella que posee un pH inferior a 6 en los primeros 45 min *postmortem*. Mientras que la carne DFD es aquella que posee un pH igual o superior a 6 después de las 12-48 h *postmortem* (dependiendo de la especie).

La influencia que tiene el manejo que recibe el animal sobre la calidad de su carne se debe al efecto que tiene el mismo sobre las reservas de glucógeno muscular: cuando la concentración de glucógeno muscular es la adecuada, se produce una perfecta acidificación de la carne. Si las reservas de glucógeno se agotan antes del sacrificio, debido a que los animales sufrieron estrés con una intensidad sostenida durante un período largo, o bien, que los mismos hayan sido obligados a realizar un ejercicio físico prolongado, la acidificación *postmortem* será limitada ya que no habrá glucógeno muscular disponible para transformarse en ácido láctico, por lo tanto el pH muscular no descenderá hasta los valores normales, resultando en un pHu mayor a 6. Esto puede llevar a la aparición de carnes DFD que se caracterizan por ser oscuras, con alta capacidad de retención de agua, de aspecto seco en su superficie y de consistencia firme, lo cual afecta negativamente su apariencia. La comercialización de las carnes DFD o “carnes de corte oscuro” conlleva ciertas dificultades, ya que el consumidor asocia su color oscuro a animales viejos o a carne almacenada en malas condiciones (Sornay, 1981, citado por Garrido, 2005).

Otro importante defecto que tienen estas carnes de elevado pH es su gran susceptibilidad al deterioro microbiano. La estabilidad bacteriológica de la carne es un factor dependiente del pH y la misma es mayor cuando el pH es inferior a 5,5. Las bacterias de la superficie de la carne son en gran parte las que limitan la vida útil de la carne fresca refrigerada. Estas bacterias, en su mayoría

En: Aspectos estratégicos para obtener carne ovina de calidad en el cono sur americano.

no toleran las condiciones ácidas. Por lo tanto, el ácido láctico acumulado en los músculos tiene un efecto conservador, lo cual prolonga la vida útil de la carne (Solís Rojas, 2005).

En el caso contrario, en situaciones de estrés agudo e inmediato antes del sacrificio, como por ejemplo al mezclar animales en los corrales de espera al matadero, el glucógeno muscular es utilizado para obtener la energía que demanda el animal en las peleas y agresiones, acumulándose ácido láctico en el tejido muscular. Este ácido no se elimina del músculo, ya que el sacrificio es inmediato tras su producción. Se produce un descenso rápido del pH *postmortem*, alcanzado

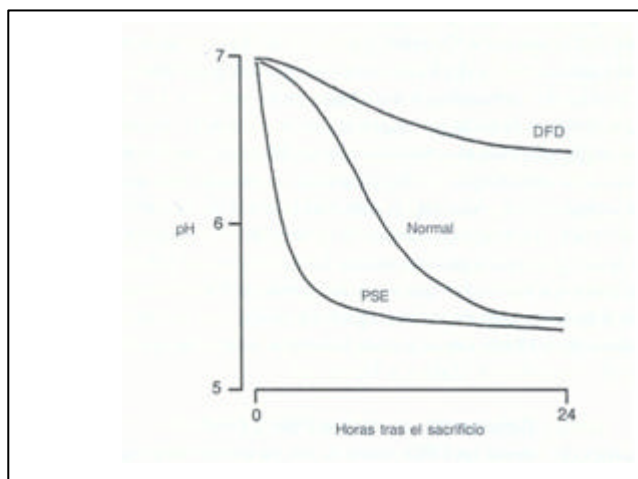


Figura 1: Valores de pH *postmortem* Normales, DFD y PSE.

valores inferiores a 6 en los primeros 45 min después del sacrificio. Este pH se mantiene también a las 24 h, y da lugar a la aparición de carnes de tipo PSE que se caracterizan por ser carnes más claras, blandas y con menor poder de retención de agua (De la Fuente, 2005).

MÉTODOS DE VALORACIÓN DEL PH

Equipos para la medición del pH: El pH de las soluciones puede medirse empleando colorantes indicadores o electrodos para medida del pH. Los primeros cambian su color con los diferentes valores de pH. Uno bien conocido es el Tornasol, el cual toma color rojo en soluciones ácidas y azul en alcalinas. La desventaja que tienen estos indicadores es que no son muy precisos valorar los pequeños cambios de pH que se producen en la carne.

Los electrodos de pH pueden clasificarse según el material del que estén contruidos, existen así electrodos metálicos o de vidrio. Según su forma y función, los electrodos se clasifican en normales, o de inmersión y electrodos de penetración. Los primeros se utilizan para medir homogenizados de carne mientras que los segundos, poseen un extremo punzante que permite medir el pH en las piezas (Garrido, 2005).

Los electrodos de vidrio están formados básicamente por un electrodo de referencia y un electrodo indicador. La lectura del valor del pH medido resulta de la diferencia de potencial entre estos dos electrodos.

En: Aspectos estratégicos para obtener carne ovina de calidad en el cono sur americano.

Calibración de los equipos En la práctica, los electrodos de pH se calibran empleando soluciones de pH conocidos o de referencia, los cuales mantiene sus valores de pH estables (tampones). Los tampones utilizados normalmente para la calibración cuando se va a medir el pH de la carne son los de pH 7 y pH 4 o 5. El pH se ve afectado por la temperatura, por lo tanto, es importante calibrar el electrodo de pH a la temperatura a la que éste va a ser usado, es decir, a la temperatura de la muestra.

Cuando las mediciones se realizan sobre homogeneizados se recomienda como mínimo realizar una calibración diaria del equipo, mientras que en medidas sobre piezas de carne es conveniente calibrar cada 15-20 mediciones.

Medición sobre homogeneizados de carne y sobre canales Las medidas sobre homogeneizados de carne deberán realizarse por duplicado. Para preparar el homogenizado se deben tomar 10 gr de muestra del músculo *Longissimus Dorsis*, añadir 10 ml de agua destilada, homogeneizar durante 1 min, dejar reposar 10 min, ajustar el equipo a la temperatura de trabajo, sumergir el electrodo en la muestra y esperar a que se estabilice la medida. El electrodo debe ser limpiado con agua destilada y secado sin frotar después de cada medida.

Las medidas de pH en la canal deben realizarse también por duplicado a las 24 h *postmortem* en el músculo *Longissimus dorsis* de la media canal izquierda entre la 4ta y 5ta vértebra lumbar. Para ello, se introduce el electrodo en forma perpendicular al músculo, evitando, en lo posible, el contacto de la sonda con la grasa. Hay que esperar a que la lectura se estabilice. Finalmente el electrodo debe ser limpiado de igual manera que en el caso anterior.

FACTORES QUE AFECTAN EL PH DE LA CARNE:

De acuerdo a Sañudo (2006) “Son muchos los factores que influyen en la calidad de la canal y de la carne en la especie ovina, el conocimiento de cuales son realmente relevantes y cuales no, requiere de trabajos amplios que analicen el problema bajo múltiples puntos de vista”.

Para poder detallar los factores que afectan el pH de la carne es necesario discriminar 3 momentos por los que pasa el animal y/o la carne. Estos son: *antemortem*, *premortem* y *postmortem*.

Se citarán diversos trabajos realizados en donde se detalla el efecto de cada uno de los factores que pueden afectar el pH de la carne.

FACTORES ANTEMORTEM

Dentro de los factores *antemortem*, se pueden separar aquellos que son inherentes al animal o intrínsecos, de los que son ajenos a ellos o extrínsecos.

FACTORES INTRÍNSECOS :

Raza: En general, la raza es un factor muy considerado en estudios de calidad del producto, sin embargo, sus efectos son menos importantes que los de otros factores.

En un estudio reciente, realizado por Hopkins *et al* (2007) con animales de entre 4 y 22 meses de edad de 6 genotipos diferentes que incluyen las razas Poll Dorset, Border Leicester y Merino, observaron que la raza tuvo un efecto significativo sobre el valor del pHu medido en el músculo *Longissimus Dorsis*. Los animales cruzas Merino presentaron valores mayores (5,73) que los animales de las razas Poll Dorset y Border Leicester (5,64 y 5,69 respectivamente).

Beriain *et al* (2000), realizaron un estudio con corderos de las razas Lacha y Rasa Aragonesa. Se hallaron diferencias debidas a la raza: los corderos Rasa Aragonesa presentaron un mayor rango en los valores de pHu (5,6 – 5,93) que los de la raza Lacha (5,62 – 5,77).

Sin embargo, en un estudio similar a este, realizado por Martínez Cerezo *et al* (2005) compararon los efectos de las razas Churra, Merino Español y Rasa Aragonesa en corderos. En este caso, no se encontraron efectos de la raza sobre el pHu. (Los valores se presentaron entre 5,50 y 5,58).

Teixeira *et al* (2005) trabajaron con corderos de las razas Mirandesa y Bragançana. Los valores de pHu encontrados rondaron entre 5,7 y 5,8 y no se hallaron diferencias debidas a las razas.

En un estudio realizado por Bianchi *et al* (2006a), con corderos de 5 genotipos diferentes (todos incluyendo la raza Corriedale), no observaron diferencias en el pHu debidas al genotipo.

En general, podemos observar que en algunos trabajos las diferencias en los valores de pHu entre razas fueron estadísticamente significativas, sin embargo, podemos concluir que estas diferencias no fueron lo suficientemente importantes como para afectar la calidad de la carne, ya que en todos los trabajos citados los valores de pHu fueron muy cercanos a los valores normales esperados.

Sexo: Las diferencias entre sexos en la calidad de la carne, en general no son muy importantes.

En un relevamiento realizado por Sañudo *et al* (2005) en un matadero de la UE, observaron que las hembras y los animales con mayor engrasamiento presentaron valores de pHu mas bajos. Los autores atribuyen estos resultados a que las hembras naturalmente son más engrasadas y menos susceptibles al estrés que los machos. Explican que el engrasamiento podría

En: Aspectos estratégicos para obtener carne ovina de calidad en el cono sur americano.

estar relacionado con la acción protectora del tejido adiposo con relación al frío, ya que temperaturas más elevadas en el proceso de instauración del *rigor mortis* podrían acelerar el metabolismo muscular y la mayor caída del pH.

Refiriéndonos al ganado vacuno, Murray (1989) mostró que la frecuencia de la aparición de cortes oscuros disminuye a medida que aumenta la grasa de las canales, atribuyendo esto a la misma acción protectora de la grasa con respecto al enfriamiento a la que se refirió anteriormente Sañudo. También explica que esto podría estar relacionado con el sexo, ya que las hembras, en general, poseen mayor cobertura grasa que los machos. Hargreaves (2004), citando a Littler (2001) indicó que los toros tienen los niveles más altos de pHu, seguidos por vacas, vaquillas, vaquillas castradas y finalmente novillos. Este autor establece que es posible explicar cómo el sexo del animal y la etapa de desarrollo en el que se encuentra al momento del sacrificio afectan sobre la incidencia de cortes oscuros. Atribuye este efecto a dos factores: El primero, explicado por el comportamiento general del tipo de ganado, por ejemplo, el comportamiento de los toros (montas y peleas por establecer su jerarquía), y el comportamiento de monta de vacas y vaquillas en estro. El segundo está explicado por la demanda nutricional a la se ve afectado el individuo de acuerdo a su estado fisiológico, como por ejemplo, preñez y lactación en vacas y ganado en período de alto crecimiento.

Edad y peso de faena: La edad, como el peso de faena, son factores que van asociados ya que un mayor peso de sacrificio en general va acompañado por una mayor edad. En general la calidad de la carne varía poco con la edad. Se observó una cierta tendencia a que el pH aumenta a medida que aumenta el peso de faena, posiblemente debido a una mayor susceptibilidad de los animales mayores al estrés.

En el estudio realizado por Beriain *et al* (2000), sacrificaron corderos con 12, 24 y 36 kg de peso vivo (PV). Encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los animales de 24 kg con respecto al resto. Los primeros presentaron valores de pHu que rondan entre 5,77 y 5,93 , mientras que los de 12 y 36 kg presentaron valores de pHu que rondaron entre 5,66 y 5,76.

A diferencia del estudio anterior, Martínez Cerezo *et al* (2005) no hallaron efectos del peso de sacrificio sobre el pHu en corderos sacrificados con 10, 20 y 30 kg de PV. Los valores de pH en este trabajo rodaron entre 5,50 y 5,58.

En el trabajo realizado por Teixeira *et al* (2005) con corderos de ambos sexos, sacrificados en tres rangos de PV: 9-14; 14-19 y 19-24 kg, encontraron que los más pesados presentaban mayores valores de pHu (5,8 vs 5,7), mientras que no encontraron efectos del sexo sobre el pH.

Los corderos cruza Corriedale, de ambos sexos, sacrificados en dos categorías de peso: livianos (16,3 kg) y pesados (21,7 kg) no presentaron diferencias en el pHu debidas al peso ni al sexo en el estudio realizado por Bianchi *et al* (2006a).

Vergara *et al* (1999a) trabajando con corderos de la raza Manchega, sacrificados en dos categorías de peso: livianos (21,7 kg) y medianos (27,8 kg) y de ambos sexos, tampoco

En: Aspectos estratégicos para obtener carne ovina de calidad en el cono sur americano.

encontraron diferencias en el pHu debidas al peso o al sexo de los animales. El valor medio de pHu fue de 5,81.

En un estudio realizado por Díaz *et al* (2003) con corderos de la raza Manchega, de ambos sexos y sacrificados a los 10, 12 y 14 kg de PV, no se encontraron diferencias debidas al sexo en el pH medido a los 60 min y a las 24 h *postmortem*. Si se encontraron diferencias debidas al peso de sacrificio, siendo mayores los pHu de los animales más pesados (pH_{60 min.}: 6,43; pH_{24 hs.}: 5,67).

Individuo: El individuo puede ser considerado como uno de los factores más importantes en la variación de la calidad. Este es un factor que inevitablemente está ligado a otros, como ser diferencias en el metabolismo, morfología, nivel o jerarquía social, grado de susceptibilidad al estrés, o razones genéticas. Estos otros factores pueden afectar los valores del pHu de la carne, y al no ser considerados como una variable independiente no son tenidos en cuenta al momento de analizar el pHu.

FACTORES EXTRÍNSECOS:

Sistema de producción: De acuerdo a Hargreaves et al (2004), los animales criados en pradera pueden llegar al momento de la faena con bajo potencial glucolítico en sus músculos comparados con aquellos criados en feedlot. El autor atribuye esto a la menor calidad energética que tienen los pastos comparados con la dieta que recibe un animal de feedlot. En estos últimos, el mayor nivel energético de la ración se puede traducir en mayores reservas de glucógeno muscular que pueden evitar la incidencia de cortes oscuros.

Dieta y aditivos: Con respecto a la lactancia, Vergara *et al* (1999b) estudiaron el efecto del tipo y duración de la lactancia sobre la calidad de la carne de corderos de la raza Manchega de ambos sexos. Los valores de pHu encontrados rondaron entre 5,68 y 5,71 no encontrándose diferencias estadísticamente significativas debidas al tratamiento ni al sexo.

Con respecto al uso de aditivos, Lowe *et al* (2002) estudiaron el efecto del uso de suplementación con un producto comercial y el uso de bolos ruminales con magnesio sobre la tasa de crecimiento, las respuestas al estrés pre-sacrificio, los contenidos de glucógeno muscular y la terneza de la carne de corderos criados a pastoreo. No hallaron diferencias en los niveles de glucógeno muscular, ni en el pHu de la carne debidas a la suplementación, ni del uso de los bolos. Los valores de pH obtenidos en todos los tratamientos fueron bajos, y se encontraron entre 5,53 y 5,55.

FACTORES PREMORTEM:

En: Aspectos estratégicos para obtener carne ovina de calidad en el cono sur americano.

Estrés: En general los valores y rangos de pH encontrados en la literatura indican que la especie ovina es menos sensible al estrés que los cerdos o vacunos, por lo cual no presentarían los problemas característicos derivados de pHs anormales. De acuerdo a Apple *et al* (1995) los ovinos parecieran tener mecanismos fisiológicos diferentes a los vacunos, ya que la contracción muscular en ellos no es un requisito para los procesos DFD.

De acuerdo a Sañudo *et al* (1998) "Se puede hablar de dos tipos diferentes de estrés: uno es el que puede existir en la granja, que es mas o menos importante, dependiendo de cuan largo sea y si este momento estresante ocurre próximo al momento del sacrificio. El segundo, y probablemente el más importante está relacionado a las condiciones pre-sacrificio (manejo, transporte, alimentación, etc)".

Apple *et al* (1995) estudiaron el efecto de distintos factores estresantes en ovinos Y encontraron que aquellos animales que fueron sometidos a tratamientos estresantes presentaron valores de pHu significativamente mayores (>6,0) a los que no fueron sometidos a estrés (5,72-5,74). Además, la carne de los animales estresados fue significativamente más oscura y mas tierna que la de los no estresados.

Transporte: *El transporte resulta un evento desconocido y estresante para los animales. Involucra una serie de situaciones de manejo, tales como: carga, confinamiento, descarga y encierre en un nuevo ambiente desconocido que son desagradables y pueden llevar al desconfort del animal si no se planean con cuidado y apropiadamente (Grandin, 1993)*

Durante este momento, los animales son expuestos a factores ambientales estresantes como ser temperaturas extremas, humedad, ruidos y movimientos. Un estrés adicional puede ser causado por el reagrupamiento social llevado a cabo después de la descarga en las plantas de faena.

Cibils *et al* (1994) y Van de Water *et al* (2003) señalan que el transporte por cualquier medio que sea, afecta las condiciones físicas del animal, así como la calidad de la carne y su vida útil, al modificar las condiciones de acidez muscular y la velocidad y duración *del rigor mortis*.

En un estudio realizado por Rivero *et al* (2005) estudiaron el efecto del doble transporte variando el tiempo entre ambos sobre la calidad de la carne de corderos tipo ternasco (11,3 kg de PV y 100 días de edad aproximadamente). Los animales fueron transportados desde la granja de cría hasta el centro de clasificación y luego desde este último hasta el matadero. Los tiempos de estadía en el centro de clasificación fueron de 0, 7 y 28 días. No se encontraron diferencias en los valores de pHu (5,51-5,52) entre los tres tratamientos utilizados.

Sañudo *et al* (2005) estudiaron el efecto del tiempo de transporte sobre el pH de la carne, utilizando transportes de menos de 30 min, entre 30 y 60 min y mayores a 60 min. Los valores de pHu encontrados variaron entre 5,74 y 5,79, no hallándose diferencias estadísticamente significativas entre los tres tratamientos.

En: Aspectos estratégicos para obtener carne ovina de calidad en el cono sur americano.

Refiriéndonos al ganado vacuno, Jones y Tong (1998), reportaron que la frecuencia de aparición de cortes oscuros aumenta a medida que la distancia de transporte es mayor. Gallo (1994) indicó que “Tanto el transporte, como los procedimientos de manejo de los animales durante el mismo pueden ser significativos causantes de estrés que están a menudo relacionados con la degradación en calidad de la carne y que afectan el bienestar, medidos en términos de pH”. Garriz (1995) explicó que es fundamental la formación de lotes homogéneos en el transporte, de manera de evitar la mezcla de animales de mayor edad con los de menor edad, machos con hembras, sanos con enfermos, o de distinta procedencia.

MANEJO PRE-SACRIFICIO

Con respecto al tiempo de permanencia de los animales en los corrales previo al sacrificio, Hargreaves *et al* (2004) realizó un relevamiento en distintos frigoríficos vacunos de Chile, con el objetivo de identificar los factores que inciden en la aparición de cortes oscuros. Para ello, dividieron el tiempo de espera en los corrales en tres categorías: un día, entre uno y dos días y más de dos días. Observaron que la incidencia de cortes oscuros difiere significativamente entre los animales que permanecieron menos de un día, de que aquellos que tuvieron una espera mayor a un día. Explican estos resultados argumentando que los animales que permanecieron más de un día perdieron gran parte de sus reservas de glucógeno debido a los factores de estrés a los que estuvieron sometidos. El potencial glucolítico de sus músculos se vio afectado, disminuyendo a valores que afectan directamente la producción de ácido láctico post-mortem, lo que se traduce en un pHu alto.

Aturdimiento pre-sacrificio: En un estudio realizado por Vergara, *et al* (2005) trabajaron con corderos de la raza Manchega y compararon el efecto del tipo de aturdimiento pre-sacrificio sobre la calidad de la carne. Trabajaron con aturdimiento eléctrico (110V, 50 Hz durante 5 s, utilizando electrodos ubicados a ambos lados de la cabeza, detrás de las orejas), con gas (90% de CO₂, durante 90 s, en grupos de a 5 animales), y sin aturdimiento. El efecto del tipo de aturdimiento sobre los valores de pH medidos a las, 0 min, 45 min y 24 h fué significativo. En general, los animales que recibieron aturdimiento pre-sacrificio siempre presentaron menores valores de pH que aquellos que no fueron aturdidos. En el pH medido a las 24 hs no encontraron diferencias entre el tipo de aturdimiento (eléctrico: 5,63; a gas: 5,65; sin aturdimiento: 5,78)

Sacrificio: El momento de la faena, como factor vinculado al estrés, eventualmente podría tener un efecto sobre la calidad de la carne. Dentro de este apartado debiéramos considerar la época del año, el día de la semana y el momento del día (mañana o tarde).

Con respecto a la época del año, Jones y Tong (1989), adaptando los datos para el hemisferio sur, señalaron que existe una mayor incidencia de cortes oscuros en vacunos en los

En: Aspectos estratégicos para obtener carne ovina de calidad en el cono sur americano.

meses de Enero y Febrero (0.93%) que en los meses de Marzo-Abril (0.79%). Estos autores sugieren que no solo la temperatura máxima y mínima tienen influencia en el pHu, sino que también existe un efecto de la amplitud térmica del día previo a la faena. Scanga *et al* (1988) señalaron que temperaturas ambientales mayores a 35°C, menores a 0° o una amplitud térmica mayor a 5,6°C, influyen directamente en la aparición de cortes oscuros.

En el trabajo realizado por Sañudo *et al* (2005), observaron que los ovinos sacrificados en los meses de invierno y primavera presentaron mayores valores de pHu (5,81) en relación con los sacrificados en verano y otoño (5,76). Los autores explican estos resultados argumentando que los mayores requerimientos energéticos en el invierno y un posible mayor estrés primaveral, ya descrito en otras especies, podrían justificar el mayor consumo de glucógeno y esos valores de pH más elevados.

El día de la semana y el momento del día en el que se lleva a cabo la faena son factores importantes que se deben tener en cuenta, en función de la cantidad de animales que se sacrificarán y la capacidad de las cámaras de oreo y refrigeración. Estos son factores que afectarán la temperatura y humedad de las cámaras, lo cual incide en el descenso del pH muscular que ocurre durante el establecimiento del *rigor mortis*.

FACTORES POSTMORTEM:

Frío: El ritmo de enfriamiento de las canales tiene efecto sobre el pH de carne, debido a que la actividad de las enzimas es dependiente de la temperatura. El grado de enfriamiento incide en el grado de caída del pH por la producción de ácido láctico, lo que afecta la velocidad de instauración del rigor mortis. La temperatura está relacionada al ritmo de consumo del ATP muscular. Este consumo se lleva a cabo en dos fases. Durante la primera, el ATP utilizado para mantener las condiciones del músculo es total o parcialmente reemplazado por la síntesis de ATP a través de la glucólisis (mientras todavía haya oxígeno). La segunda fase se produce cuando los niveles de ATP comienzan a caer, debido a que ya no se puede llevar a cabo la glucólisis aeróbica. La longitud de la primera fase depende de la temperatura, con un máximo a los 10-15°C. A temperaturas menores o mayores a estas, esta fase será más corta, lo cual produce una reducción en el tiempo de instauración del rigor mortis.

Si el músculo se enfría por debajo de los 10°C antes de la instauración del rigor, la carne obtenida es dura tras el cocinado. Este fenómeno se denomina "acortamiento por frío" (Warris, 2003).

Tiempo de oreo: En un trabajo realizado por Bianchi *et al* (2006b) con corderos pesados de la raza Dohne Merino x Corriedale, estudiaron el efecto de distintos tiempos de oreo (0, 2, 4, 6 y 8 h) en cámara a 13,0°C antes de refrigerar las canales a 2,7°C. Los valores medios de pHu

En: Aspectos estratégicos para obtener carne ovina de calidad en el cono sur americano.

obtenidos para todos los tratamientos fueron de 5,5, sin encontrar diferencias estadísticamente significativas para los tratamientos estudiados.

REFERENCIAS

- Apple, J. K.; Dikeman, M. E.; Minton, J. E.; McMurphy, R. M.; Fedde, M. R.; Leith, D. E. & Unruh, J. A. (1995). *Effects of Restraint and Isolation Stress and Epidural Blockade on Endocrine and Blood Metabolite Status, Muscle Glycogen Metabolism, and Incidence of Dark-Cutting Longissimus Muscle of Sheep*. *Journal of Animal Science* 73, 2295-2307.
- Beriain, M. J.; Horcada, A.; Purroy, A.; Lizaso, G.; Chasco, J. & Mendizábal, J. A. (2000). *Characteristics of Lacha and Rasa Aragonesa Lambs slaughtered at three live weights*. *Journal of Animal Science* 78, 3070-3077.
- Bianchi, G.; Garibotto, G.; Bentancur, O.; Forichi, S.; Ballesteros, F.; Nan, F.; Franco, J. & Feed, O. (2006a). *Confinamiento de corderos de diferente genotipo y peso vivo: Efecto sobre características de la canal y de la carne*. *Agrociencia Vol X Nº 2*, 15-22.
- Bianchi, G.; Garibotto, G.; Forichi, S.; Zabala, A.; Benia, P.; Feed, O.; Franco, J.; Ballesteros, F. & Bentancur, O. (2006b). *Efecto del sistema de refrigeración sobre la calidad de la carne de corderos pesados Dohne Merino x Corriedale*. *Revista Argentina de Producción Animal* 26, 217-224.
- Cibils, F.; García Pintos, J.L.; Stirling, H. (1994). *Evaluación de los criterios de clasificación de corderos gordos pre y post-mortem*. Tesis Ing. Agr. 79 p. Universidad de la República Facultad de Agronomía.
- De la Fuente, J.; Díaz, M. T.; Álvarez, I.; Lauzurica, S.; Pérez, C. & Cañeque, V. (2005). *Comportamiento y bienestar animal*. En: "Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes". Cañeque, V.; Sañudo, C.
- De Barbieri, I.; San Julián R.; Montossi, F.; Digiero, A.; Mederos, A. & Castro, L. (2003). *Capítulo 3. Fase II – Evaluación en plantas frigoríficas*. En "1ra. Auditoria de calidad de la cadena cárnica ovina". Serie Técnica Nº 138 INIA Tacuarembó.
- Díaz, M. T.; Velasco, S.; Pérez, C.; Lauzurica, S.; Huidobro, F. & Cañeque, V. (2003). *Physico-chemical characteristics of carcass and meat Manchego-breed suckling lambs slaughtered at different weights*. *Meat Science* 65, 1085-1093.
- Gallo, C. (1994). *Efecto del manejo pre y post faenamiento en la calidad de la carne*. Serie Simposios y Compendios de la sociedad Chilena de Producción Animal. SOCHIPA A. G. 2, 27-47.
- Garibotto, G.; Bianchi, G.; Franco, J.; Bentancur, O.; Perrier, J. & González, J. (2003). *Efecto del sexo y del largo de lactancia sobre el crecimiento, características de la canal y textura de la carne de corderos Corriedale sacrificados a los 5 meses de edad*. *Agrociencia Vol VII Nº 1*, 19-29.
- Garrido, M.D.; Bañón, S.; Álvarez, D. (2005). *Medida del pH*. En: "Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes". Cañeque, V.; Sañudo, C.
- Garriz, C. (1995). *Calidad total vs rechazos y machucones*. *Revista CCDH. Convenio INTA-CCDH*.
- Grandin, T. (1993). *Teaching principles of behavior and equipment design for handling livestock*. *Journal of Animal Science* 71, 1065-1070.

En: Aspectos estratégicos para obtener carne ovina de calidad en el cono sur americano.

- Hargreaves, A.; Barrales, L.; Larrain, R. & Zamorano, L. (2004) Factores que influyen en el pH último e incidencia de corte oscuro en canales de bovinos. *Cien. Inv. Agr.* 31 (3), 145-229.
- Hopkins, D.L.; Stanley, D. F.; Martin, L. C.; Toohey, E.S. & Gilmour, A. R. Genotype and age effect on sheep meat production 3. Meat quality. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 47, 1155-1164.
- Jones, S. M. S. & Tong, A. K. W. (1989). Factors influencing the commercial incidence of dark cutting beef. *Canadian Journal of Animal Science* 69, 649-654.
- Lowe, T.E.; Peachey, B.M. & Devine, C. E. (2002). The effect of nutritional supplements on growth rate, stress responsiveness, muscle glycogen and meat tenderness in pastoral lambs. *Meat Science* 62, 391-397.
- Martínez Cerezo, S.; Sañudo, C.; Panea, B.; Medel, I.; Delfa, R.; Sierra, I.; Beltrán, J.A.; Cepero, R. & Olleta, J.L. (2005). Breed, slaughter weight and ageing time effects on physico-chemical characteristics of lamb meat. *Meat Science* 69, 325-333.
- Murray (1989). Factors affecting beef color at time of grading. *Canadian Journal of Animal Science* 69, 347-355.
- Rivero, L.; Varía, G. A.; Miranda de la Lama, G.; Sañudo, C.; Olleta, J. L.; Campo, M. M.; Muela, E. & Lara, P. (2005). Efecto de los dobles transportes sobre la calidad instrumental de la carne de corderos en época cálida. Proyecto AGL 2005-00208.
- Sañudo, C. (2006). Conferencia: Calidad de la canal y de la carne en los ovinos: factores que la determinan. *Revista Argentina de Producción Animal* 26 pp 155-167.
- Sañudo, C.; Sanchez, A. & Alfoso, M. (1998). Small Ruminant production Systems and Factors Affecting Lamb Meat Quality. *Meat Science* 49 (1), S29-S64.
- Sañudo, C.; Monsón, F.; Campo, M. M.; Beltrán, J. A. & Bello, J. M. (2005). Variación del pH en canales comerciales de cordero. www.aida-itea.org/jornada37/trabajos.htm
- Scanga, J.A.; Belk, K.E.; Tatum, J.D.; Grandin, T. & Smith, C. (1998). Factors contributing to the incidence of Dark Cutting Beef. *Journal of Animal Science* 76, 2040-2047.
- Solis Rojas (2005). Manual de prácticas de tecnología de carnes. Departamento académico de ciencia y tecnología de alimentos, Facultad de ingeniería en industrias alimentarias. Universidad nacional del centro del Perú.
- Teixeira, A.; Batista, S.; Delfa, R. & Cadavez, V. (2005). Lamb meat quality of two breeds with protected origin designation. Influence of breed, sex and live weight. *Meat Science* 71, 530-536.
- Van de Water, G.; Verjans, F.; Geers, R. (2003). The effect of short distance transport under commercial condition on the physiology of slaughter calves; pH ad color profile of veals. *Livestock Production Science* 82, 171-179.
- Vergara, H.; Molina, A. & Gallego, L. (1999a). Influence of sex and slaughter weight on carcass and meat quality in light and medium weight lambs produced in intensive systems. *Meat Science* 52, 221-226.
- Vergara, H. & Gallego, L. (1999b). Effect of type of suckling and length of lactation period on carcass and meat quality in intensive lamb production systems. *Meat Science* 53, 211-215.
- Vergara, H.; Linares, M. B.; Verruga, M. I. & Gallego, L. (2005). Meat quality in suckling lambs: effect of pre-slaughter handling. *Meat Science* 69, 473-478.
- Warris, P.D. (2003). *Ciencia de la carne*. Ed Acribia, S.A. Zaragoza (España).