



Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria  
U R U G U A Y

Taller: “**Cortes oscuros y pH elevado en carne vacuna**”

**Aportes de la investigación al conocimiento del problema  
y sus implicancias prácticas**

Ing. Agr. Santiago Luzardo

Programa Nacional de Producción de Carne y Lana

7 de abril de 2016

Facultad de Ciencias Agrarias

Universidad de la Empresa



# Definición INAC

## pH de la carne

“Grado de acidez de la carne, que si es mayor de 5,9 tiene efectos perjudiciales sobre su calidad y duración. Un manejo incorrecto del ganado previo a la faena no permite una evolución post-mortem normal, por lo que los procesos bioquímicos y biofísicos que se desencadenan después de la muerte del animal para que el músculo se transforme en carne, no se pueden desarrollar con el suficiente glucógeno (fuente de energía) para transformarlo en ácido láctico (responsable de la acidez), por lo que no se logra el pH normal de la carne, que es del orden de 5,6 a 5,8. Al verse alterado el proceso de evolución post-mortem, se crean las condiciones para la **aparición del fenómeno “corte oscuro”**; **el color de la carne aparece alterado (oscuro), así como también su textura. Estos cambios no le hacen perder a la carne su aptitud para el consumo humano pero acortan su durabilidad, ya que el pH elevado de la carne vacuna favorece el crecimiento bacteriano al no inhibir ni la supervivencia ni la reproducción bacteriana, lo que hace que el producto tenga una vida útil más corta que lo normal.**

Desde el **punto de vista sanitario** el proceso de maduración de la carne con el correspondiente descenso del pH es muy importante porque por **debajo del valor 5,8 denominado “zona de protección ácida”** se logra la **inactivación del virus la Fiebre de Aftosa**. Por lo tanto los mercados más exigentes a los que Uruguay exporta (USA, U.E., Chile) exigen este proceso de maduración como garantía sanitaria”.

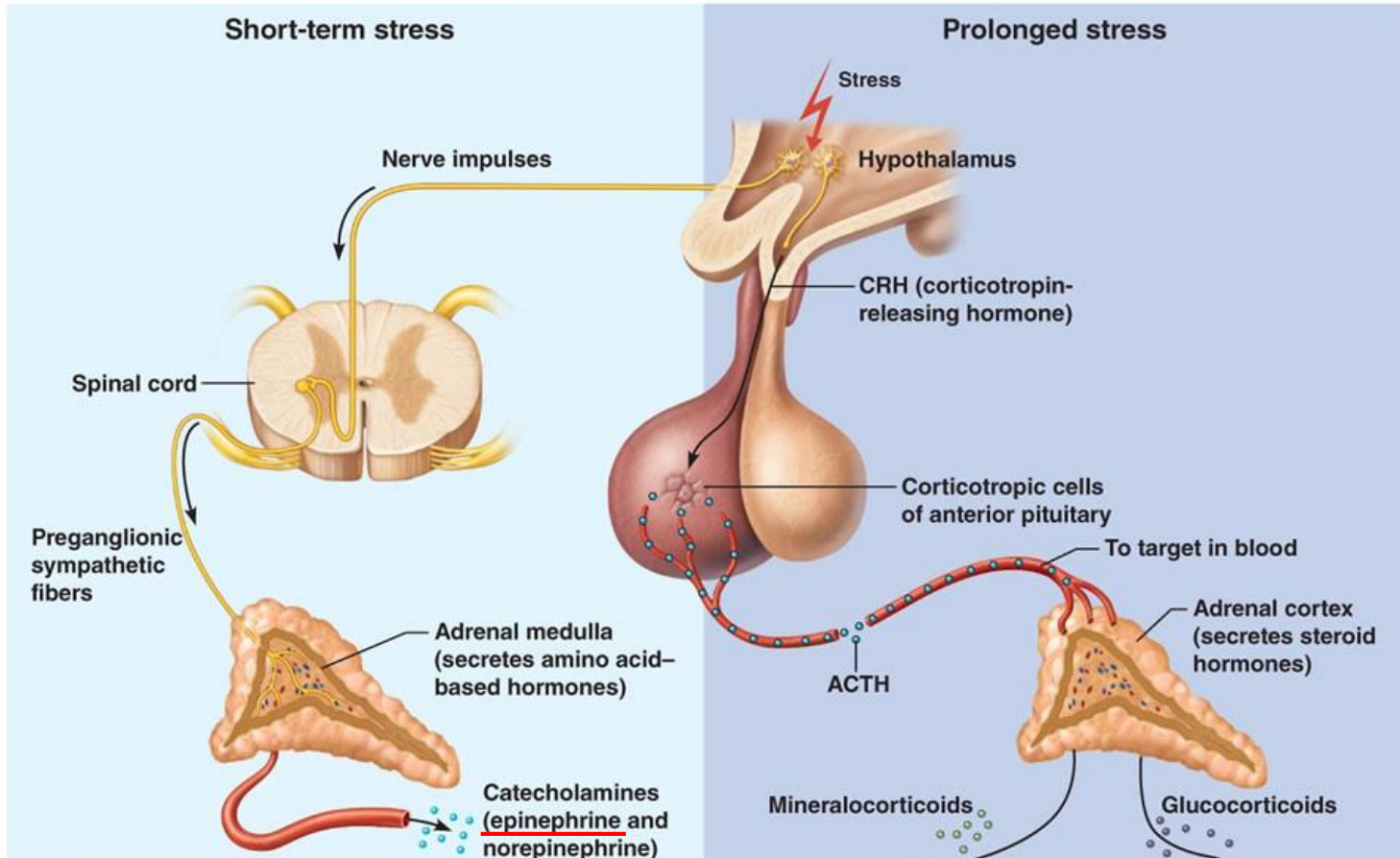
# Carne Oscura, Firme y Seca (DFD): Causas

Bajos niveles de glucógeno en músculo provocados por:

- ✓ Estrés psicológico (miedo/excitación).
  - “Fright = Fight or flight” (epinefrina induce la pérdida de glucógeno).
  
- ✓ Estrés físico.
  - Mezcla de animales, manejo, distancias largas de transporte, etc.
  - Enfermedades o lesiones.
  
- ✓ Estrés del medio ambiente.
  - Condiciones climáticas extremas.
  - Restricción prolongada al acceso a dietas que aportan energía.



Los cortes oscuros usualmente resultan del efecto acumulativo de más de un factor de estrés.

# Respuesta hormonal al estrés

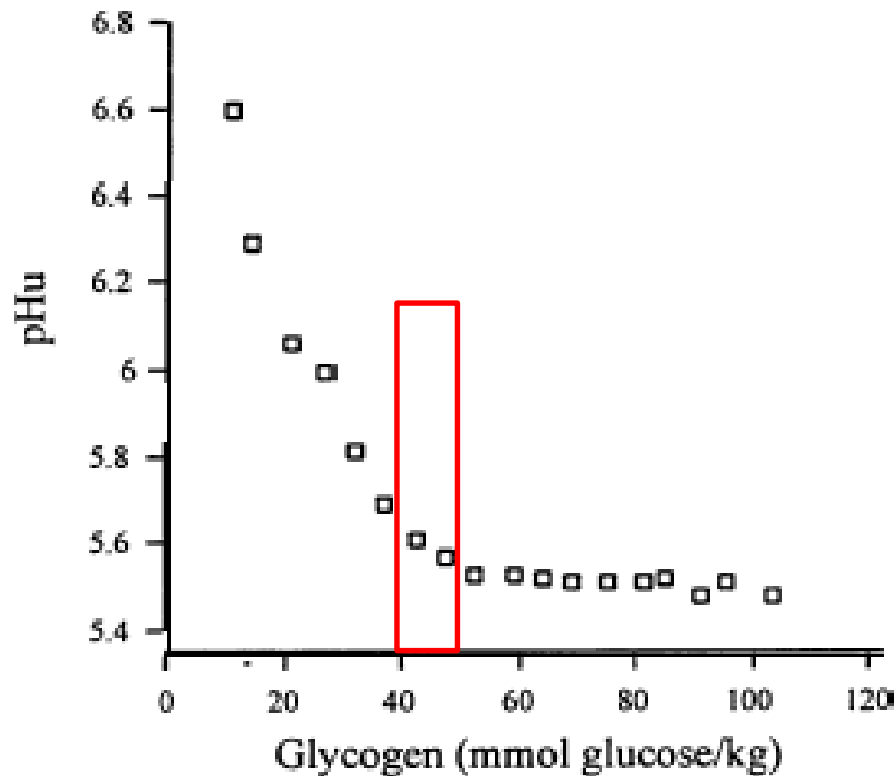


© 2013. Pearson Education, Inc.

# Características del músculo normal y corte oscuro

Característica	Normal	Corte oscuro
Glucógeno a la faena	1.0%	0.3%
Glucógeno a las 24 h.	0.1%	0.1%
Producción de lactato	Moderado	Bajo
pH final del músculo	5.4-5.5	$\geq 6.2$
Apariencia del músculo		

# Relación pH final y niveles de glucógeno

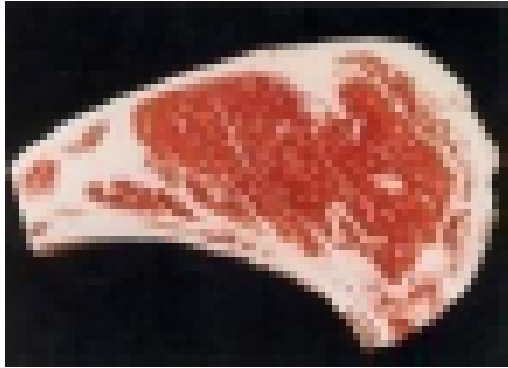


Fuente: Pethick et al. (1995), adaptado de Warriss (1990).

Glucógeno a faena : 40-50  $\mu$ moles/g de músculo (Warriss, 1990).

Glucógeno a faena : 57  $\mu$ moles/g de músculo (Tarrant, 1989).

# Carne Oscura, Firme y Seca (DFD)



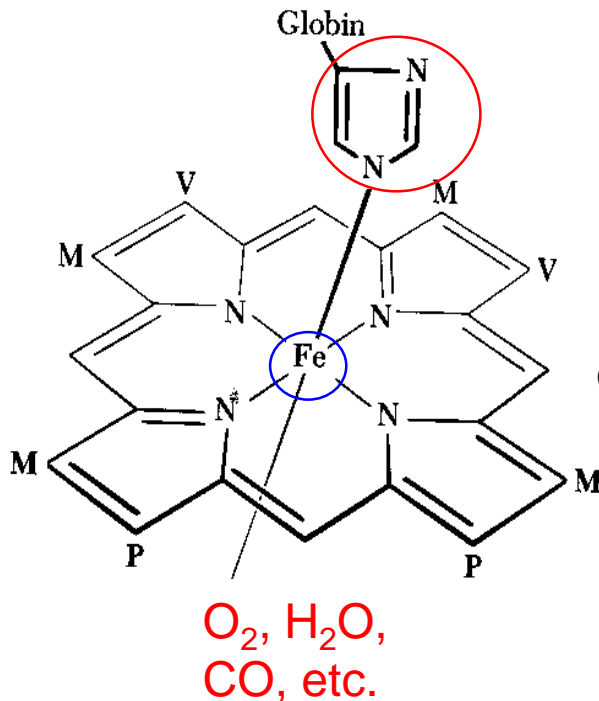
- ✓ La apariencia de la carne es oscura debido a un mayor contenido de agua intracelular que refleja menos luz.
- ✓ Un pH final más elevado resulta en una menor desnaturalización de la mioglobina que facilitaría un mayor metabolismo aeróbico en la superficie de la carne.
- ✓ Adicionalmente, un pH final elevado de la carne mantiene el hierro en su forma reducida ( $\text{Fe}^{2+}$ ).
- ✓ La carne es firme debido a su alta capacidad de retención de agua y la superficie pareciera seca porque el agua es firmemente mantenido dentro del músculo.



# Mioglobina

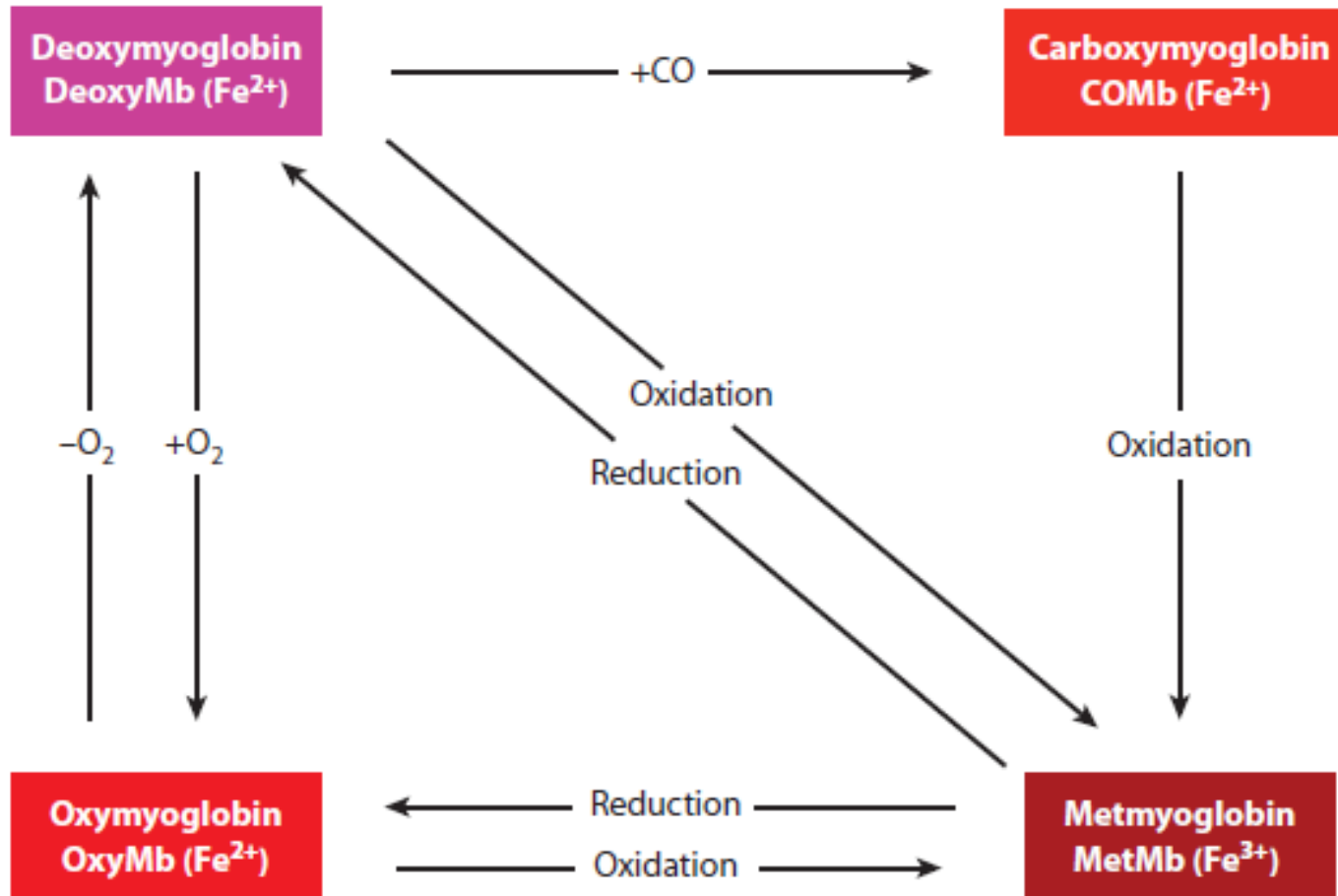
La **mioglobina** consiste en una proteína globular formada por 153-154 aminoácidos (globina) y una parte no proteica denominada grupo hemo. El grupo hemo es de particular interés porque el color de la carne es parcialmente dependiente del estado de oxidación del hierro dentro de anillo.

De los 6 enlaces asociados con el átomo de hierro, 4 conectan al hierro con cuatro nitrógenos de los pirroles, el 5<sup>to</sup> se une con la histidina proximal-93, y el 6<sup>to</sup> sitio de enlace está disponible para unirse de forma reversible con O<sub>2</sub>, CO, H<sub>2</sub>O y óxido nítrico.



Grupo prostético hemo

# Color de la carne



# “Blooming”

- Ocurre cuando desoximioglobina es expuesta al  $O_2$ .
- Competencia por  $O_2$  entre la mitocondria y la mioglobina es posiblemente lo más importante en determinar el color de la carne.
- El uso del  $O_2$  por otras enzimas y proteínas resulta en colores oscuros.
- DFD: el elevado pH estimula la respiración mitocondrial y competencia por el  $O_2$ .
- La mioglobina está fuera de competencia por el  $O_2$  = DFD → desoximioglobina.

# Color instrumental



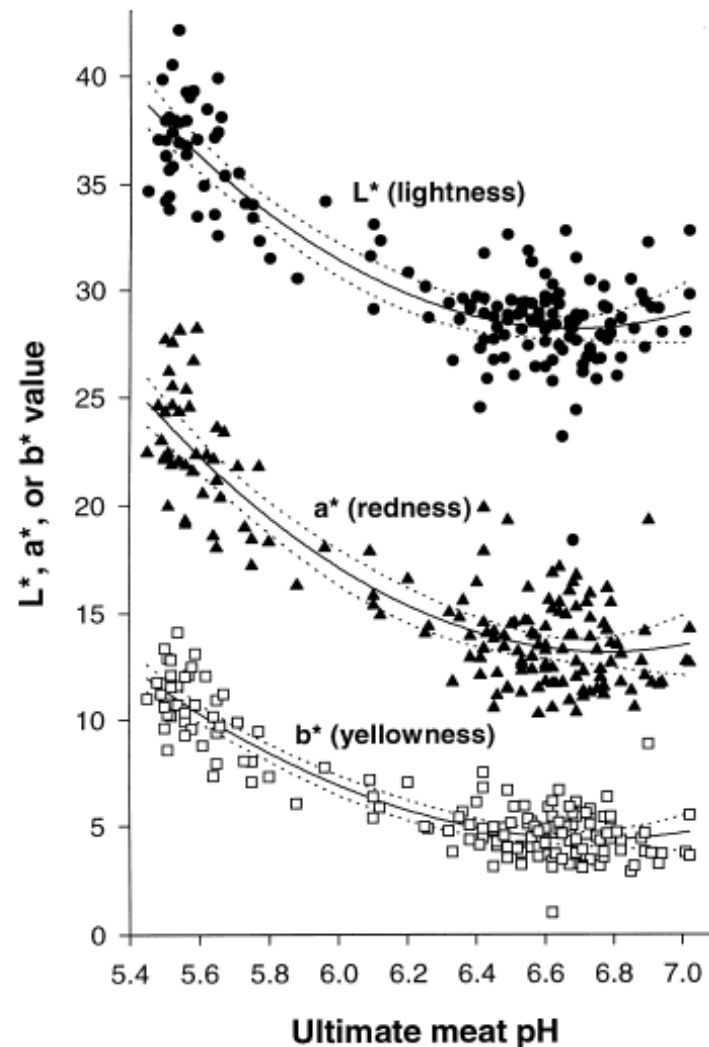
# Relación entre pH y color

Wulf et al. (1997):

- ✓ El pH final estuvo correlacionado con los parámetros  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  ( $r = -0.48$ ,  $-0.52$  y  $-0.60$ ).

Muchenje et al. (2009):

- ✓ Correlación entre pH final y el parámetro  $L^*$ :
  - $r = -0.58$  en Bonsmara.
  - $r = -0.60$  en Angus.
  - no existió en Nguni.



Fuente: Purchas et al., 1999.

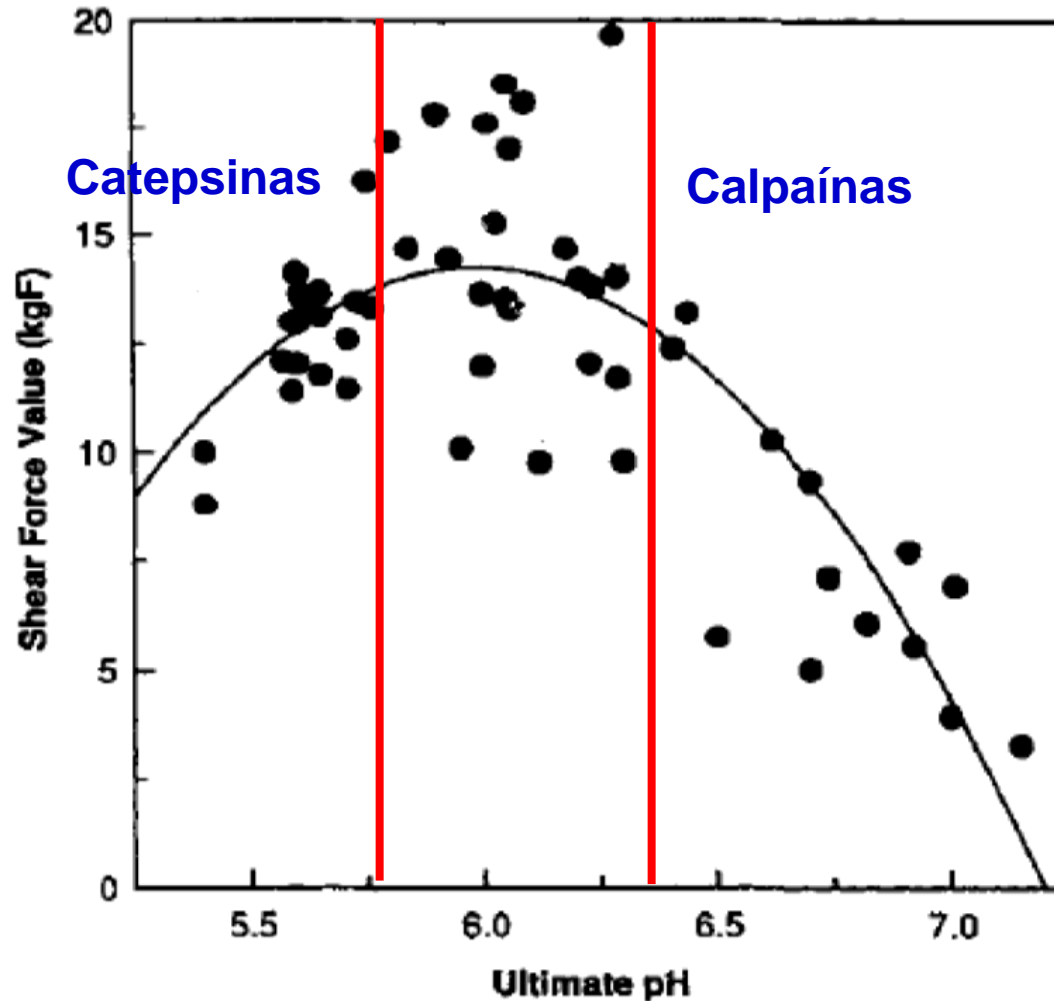
# “Blooming”

Wulf y Wise (1999):

- ✓ El tiempo de blooming de 0 a 93 min. tuvo un mayor efecto en los parámetros  $a^*$  y  $b^*$  que en el  $L^*$ .
- ✓ Los valores de  $L^*$  se estabilizaron aproximadamente a los 30 min. y los parámetros  $a^*$  y  $b^*$  se estabilizaron luego de 78 min., pero las diferencias relativas entre canales en los valores de  $L^*$ ,  $a^*$ , y  $b^*$  no cambiaron luego de 3 a 12 minutos de blooming.
- ✓ Existieron correlaciones negativas entre los parámetros  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  y el pH del músculo (-0.57, -0.79, y -0.78), respectivamente.

# Relación entre el pH y la ternura

Una menor actividad proteolítica a pH intermedio que se encuentra fuera del óptimo para la acción de los sistemas enzimáticos: catepsinas y calpaínas (Yu y Lee, 1986).



Fuente: Watanabe et al., 1995.

# Color de la carne – sistema de producción

- ✓ Carne producida a pasto → mayor contenido de mioglobina → más oscura (Bidner et al., 1986).
- ✓ Animales engordados en un sistema extensivo presentaron un color de la carne más oscuro y mayor pigmentación en los músculos *Longissimus dorsi* y *Semitendinosus* (Vestergaard et al., 2000).
- ✓ Muestras del músculo *Longissimus dorsi* proveniente de animales engordados a grano fueron más luminosas (mayores niveles de L\*) que aquellas de animales engordados sobre pasturas (Vestergaard et al., 2000; Gatellier et al., 2005).
- ✓ Animales engordados a pasto → fibras musculares de contracción lenta → mayor metabolismo oxidativo → color de la carne más oscuro con mayor contenido de mioglobina (Vestergaard et al., 2000).



# Resumen de eventos que resultan en carnes DFD

- ✓ Estrés crónico.
- ✓ Reservas reducidas de glucógeno.
- ✓ pH final elevado.
- ✓ Proteínas no se desnaturalizan.
- ✓ Alta Capacidad de Retención de Agua.
- ✓ Agua retenida por las proteínas.
- ✓ Fibras estrechamente “empaquetadas”.
- ✓ Reducido espacio extracelular.
- ✓ Baja dispersión de la luz.
- ✓ **Superficie de la carne oscura.**
- ✓ Difusión del O<sub>2</sub> inhibida por la estructura compacta.
- ✓ O<sub>2</sub> utilizado activamente por la mitocondria ← promovido por un elevado pH.
- ✓ Capa delgada de oximioglobina y por debajo aparece la desoximioglobina (púrpura).

# Problemas de calidad de la carne asociados a cortes oscuros y pH elevados

## ✓ **Color**

La apariencia de la carne (color) es la propiedad sensorial más importante que influencia la decisión de compra por parte de los consumidores (Faustman y Cassens, 1990).

## ✓ **Carga microbiana – vida útil – desarrollo de sabores extraños**

Bajas reservas de glucógeno → bajos niveles glucosa → degradación de amino ácidos por parte algunas bacterias lo cual produce olores pútridos.

Condiciones aeróbicas → *Pseudomonas* spp.

Envasado al vacío o AM → Descoloración verde de la carne debido al crecimiento de *Serratia liquefaciens* y *Shewanella putrefaciens*. Estas bacterias crecen más que las bacterias lácticas cuando existe un elevado pH y con bajos niveles de. Formación de H<sub>2</sub>S a partir de cisteína o glutatión que reacciona con la mioglobina para formar sulfomioglobina.

## ✓ **Terneza**

Carne menos tierna entre pH 5.8 y 6.2.

# Trabajos del INIA en pH y cortes oscuros

## Manejo pre faena:

- pH y manejo
- pH y temperamento individual (dentro de diferentes e iguales biotipos).
- pH y alimentación (desde pasturas hasta sistemas confinados).
- pH y tiempo de espera en planta frigorífica (3 h vs 12 h, 3 h vs 15 h).
- pH y tipo de faena (tradicional, ritual).
- pH y estimulación eléctrica (diferentes tipos de tipo de noqueo con y sin y estimulación eléctrica).

## Características del animal

- pH y dentición (edad, en diferentes categorías).
- pH y categoría (novillo-vaca-vaquillona).
- pH y terminación.
- pH y sexo.

## Clima

- pH y temperatura ambiental.
- pH y condiciones climáticas (lluvia, tormenta eléctrica).

## Otros

- pH y distancia recorrida.

# Lecciones aprendidas por el INIA

- BPM son fundamentales a nivel de predio, transporte y en planta frigorífica.
- Las 24 horas previas a la faena son fundamentales: BA y calidad de producto.
- El estrés inmediatamente previo a la faena merece especial atención.
- ✓ Debemos asegurar las reservas de glucógeno del músculo: alimentación + **BPM**.
- ✓ Con el cumplimiento de BPM no es necesario acortar el tiempo de espera promedio (condiciones de Uruguay).
- ✓ Los novillos tienen mayores problemas de pH elevado que vacas y vaquillonas.
- ✓ Animales más viejos tendrían mayores problemas de pH, siendo más importante el efecto edad, en novillos que en vacas.
- ✓ Animales mal terminados presentan mayores problemas de pH.
- ✓ Evitar embarcar los días de lluvia y tormenta eléctrica.
- ✓ Evitar temperaturas extremas para la carga y el viaje.
- ✓ BPM – NO a la picana eléctrica.

del Campo, Marcia  
mdelcampo@inia.org.uy



# “Jerarquización de factores en la cadena cárnica para modelar el pH de la carne vacuna”

**Objetivo:** identificar aquellos factores con mayor incidencia sobre el pH de la carne medido a las 36 h post mortem e interacciones complejas entre ellos.

Nodo	Número de animales en el nodo	Proporción de animales con pH inaceptable $\text{pH} \geq 5.8$	Características
3	298	0,007	Animales faenados en frigoríficos que no hacen estimulación eléctrica y tienen paredes en el desembarcadero
4	35	0,114	Animales cruza faenados en frigoríficos con pobres condiciones de higiene en los corrales
5	424	0,264	Animales de razas Hereford y Aberdeen Angus faenados en frigoríficos con pobres condiciones de higiene en los corrales
9	30	0,367	Animales embarcados en embarcaderos en malas condiciones, sin agua, sin sombra y con método de arreo inadecuado
10	35	0	Buen estado del desembarcadero y sin acceso al agua durante el embarque
11	246	0,142	Mal estado del desembarcadero y sin acceso al agua durante el embarque
12	50	0,18	Mucha distancia entre el corral de espera en frigorífico y el cajón de noqueo
13	297	0,034	Menores distancias entre el corral de espera y el cajón de noqueo y buen método de arreo durante el embarque
14	128	0,117	Vacas que no tuvieron acceso al agua durante la etapa de embarque
15	64	0,265	Novillos de más de 3 años que no tuvieron acceso al agua durante el embarque
17	161	0,143	Novillos de 2 a 3 años que viajan distancias cortas al frigorífico
18	32	0,375	Novillos de 2 a 3 años que hacen viaje largo, sin acceso al agua durante el embarque, que son faenados en frigoríficos donde la distancia entre el corral de espera y el cajón de noqueo es mayor

## “Jerarquización de factores en la cadena cárnica para modelar el pH de la carne vacuna”

- ✓ Aunque el frigorífico no realizara estimulación eléctrica, si tenía buenas condiciones de higiene en los corrales de espera y a su vez la distancia entre éstos y el cajón de noqueo era corta, la incidencia de  $\text{pH} \geq 5.8$  en la carne era baja.
- ✓ La falta de higiene en los corrales afectó más a animales de razas británicas puras que a sus cruza.
- ✓ La falta de acceso al agua previo al embarque incidió más en novillos que en vacas.
- ✓ Un inadecuado método de arreo, mal estado del desembarcadero y viajes de mayor duración generaron problemas de  $\text{pH} \geq 5,8$ .