

## Factores que Influyen en el pH Último e Incidencia de Corte Oscuro en Canales de Bovinos

A. Hargreaves<sup>1</sup>, L. Barrales, I. Peña, R. Larraín, y L. Zamorano

Departamento de Ciencias Animales  
Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal  
Pontificia Universidad Católica de Chile  
Casilla 306-22, Santiago, Chile

---

### Abstract

**A. Hargreaves, L. Barrales, I. Peña, R. Larraín and L. Zamorano. Factors influencing ultimate pH and dark cutting beef incidence in bovine carcasses.** A data base of 5067 carcasses was collected from two slaughter plants in Chile, during a period of six months in order to study the effect of age, carcass weight, gender, transportation distance, resting yard, slaughter time, use of implants, and slaughter plant upon carcass ultimate pH (pHu), measured after 24-hour-period of effective coldness. pHu greater to 5.9 or “dark-firm-dry” meat (DFD) was considered a rejected carcass for exportation. The results indicate that tooth chronometry, carcass weight, and slaughtering time (evening or afternoon) do not affect rejection percentages measured as pHu ( $p > 0.05$ ). Significant differences ( $p < 0.05$ ) are observed in rejection percentages among factors such as: animal gender (female or male; 11.98 v/s 35.92%); travel distance (> or < to 960 km; 38.21 v/s 29.58%); time in resting yards (> or < to 26 hr; 39.63 v/s 28.04%); hormonal implants (with or without; 32.72 v/s 44.77%); month of slaughter (January-February or March-April; 39.08 v/s 31.18%); and slaughter plant (Santiago or Temuco; 35.24 v/s 8.2%). It is difficult to identify the most important single factor affecting pHu in meat. However, the results show that time in resting pens before slaughtering seems to be determinant upon pHu and also the easiest factor to be managed.

**Key words:** Dark cutting beef, glycogen, meat quality, stress, ultimate pH.

*Cien. Inv. Agr. 31(3):155-166. 2004*

### INTRODUCCION

Se definen como carnes con “corte oscuro” aquellas que, producto de un pH último (pHu) elevado, medido después de 24 h de frío efectivo *post mortem*, aparecen a la vista con un color rojo oscuro a café-negro y que presentan además una consistencia externa al músculo seca, dura y algo pegajosa (Apple *et al.*, 2002), y una mayor susceptibilidad al ataque de microorganismos (Lawrie, 1998). Para describir este desorden es más usada la terminología “dark-firm-dry” (DFD) que significa oscuro-duro-seco. Para el consumidor final, la calidad de la carne es apreciada principalmente por su apariencia visual,

su textura y su sabor, siendo el color uno de los principales factores que determina la decisión de compra (Eikelenboom *et al.*, 2000). Por otro lado los consumidores de carne están incrementando cada vez más la demanda por animales que hayan sido manejados, transportados y faenados usando prácticas humanitarias.

La ocurrencia de carne DFD está alta y directamente correlacionada con el pHu de la carne. En estas condiciones se reduce el período de vida útil de los cortes en vitrina, ya que está asociado a una alta capacidad de retención de agua lo que favorece el crecimiento bacteriano (Grandin, 2000). A pesar de

que varios pigmentos están presentes en el músculo, la oxidación de la mioglobina a oxymyoglobina es el principal contribuyente en el color rojo brillante característico de la carne (Smith *et al.*, 1999). A su vez, la oxidación de deoxymyoglobina u oxymyoglobina forma metamioglobina que es la responsable de la coloración oscura (rojo opaco a café oscuro) de la carne una vez que es expuesta en la góndola de venta en supermercados o carnicerías (Liu *et al.*, 1996).

Cuando el animal es sacrificado, el cese de la circulación sanguínea produce el agotamiento del oxígeno en los tejidos y un aumento del metabolismo celular anaeróbico. En un esfuerzo por mantener el suministro de energía en la célula, el músculo comienza a degradar glucógeno y producir ácido láctico por medio de los procesos de glucogenolisis y glucólisis (Apple *et al.*, 2002). La acumulación de ácido láctico como producto del metabolismo celular produce una caída del pH en el músculo desde valores cercanos a 7,0 hasta valores de pHu entre 5,5 y 5,6 en la carne. Igualmente Wulf *et al.*, (2002) señalaron que ésta puede continuar hasta que ocurre un agotamiento de las reservas de glucógeno o hasta que el pH alcanza un valor aproximado de 5,45, donde se inhibe la actividad de las enzimas glucolíticas. Es ampliamente aceptado que una reducción en la concentración de glucógeno muscular previo a la matanza es el factor más relevante de la incidencia de carne DFD (Apple *et al.*, 2002). Existe una alta relación entre el contenido de glucógeno muscular con el pHu y el color de la carne después de la faena. La concentración de glucógeno en el músculo es muy variable y depende de numerosos factores como el tipo de fibras predominantes en el músculo, raza, sexo, peso, edad, comportamiento, el estatus nutricional del animal y, principalmente, los niveles de estrés a los que el animal se ve sometido en el período previo a la faena (Immonen *et al.*, 2000), tales como distancia y tiempo de transporte, tiempo espera en corrales, ayuno, alta densidad de animales por corral, ambiente nuevo, ruido, condiciones ambientales, olor a sangre, y mezcla de animales. También existen factores post-faena que influyen en el pHu como lo son el empaquetado y la velocidad de enfriamiento de la canal (Moreno

Grande *et al.*, 1999).

Durante los últimos años se ha avanzado en cuanto al metabolismo del glucógeno debido al descubrimiento de dos formas de glucógeno: una de bajo peso molecular (400 KDa) llamada proglucógeno y otra de alto peso molecular (10 MDa) llamada macroglucógeno (Lonergan *et al.*, 2002). En el mismo estudio se reportaron mayores contenidos de proglucógeno en músculo *longissimus* de cerdos con pHu 5,47 respecto de cerdos con pHu 6,04. Los autores demostraron que en los músculos con menor pHu existía una mayor cantidad de glucogenina (enzima iniciadora de la síntesis de glucógeno) e hipotizaron que esta molécula podría ser el factor limitante en determinar la concentración máxima de glucógeno y por consiguiente el pHu de la carne. A pesar de la importancia relativa que podrían tener las diferentes proporciones de glucógeno almacenado como pro y macro glucógeno en la incidencia de carne DFD, los autores no reportan información adicional sobre trabajos evaluando la existencia de estas formas de glucógeno en rumiantes. Esta constituye un área nueva que requiere de mayor investigación.

Cuantificando la magnitud del problema, el diferencial de precio de carne destinada a exportación con la de consumo nacional, favorece a la primera y es del 5% como mínimo. Vale decir, un productor que entrega una carga de 40 animales (tamaño de un transporte típico) con fines de exportación y estos son redirigidos al mercado nacional por problemas de pHu, las pérdidas económicas para él pueden llegar a ser el equivalente a dos animales (considerando canales de 250 kilos, vara caliente, destino exportación).

El objetivo de este estudio fue identificar aquellos factores tanto del animal como externos, que inciden en la aparición de corte oscuro (“dark-firm-dry”, DFD) desde el predio y el matadero inclusive.

## MATERIALES Y METODOS

Este estudio observacional se inició con la recolección de una muestra aleatoria de 5067 canales

faenadas en dos mataderos: Uno ubicado en Santiago de Chile (33° 28' lat S, 70° 38' long W), repartidas en canales de exportación con destino a Israel (4389 canales) y canales con destino nacional a una cadena de supermercados (373 canales); y por otro lado animales con destino nacional sacrificados en matadero en Temuco (305 canales) ubicado en la IX región de la Araucanía, Chile (38°45' lat S, 72° 38' long W). Los parámetros incluidos en el estudio (Cuadro 1), son aquellos que se investigan a nivel internacional en el tema según la literatura, de los cuales sólo se obtuvo aquellos que estuviesen registrados por las plantas faenadoras. Los datos de las canales faenadas en el matadero de Santiago de fecha de faena, proveedor, procedencia, número canal, sexo, clase, cronometría dentaria, peso canal, cobertura grasa, grado de contusión y destino

fueron obtenidos de información almacenada en una base de datos de la planta faenadora llamada "registro peso carne en vara". Datos como comuna (localidad), predio, fecha embarque, fecha llegada, hora llegada fueron obtenidos a partir de las guías de despacho que vienen desde los predios en los camiones de transporte de ganado y hojas de recepción que están en la oficina de corrales del matadero. El dato de hora de llegada fue obtenido desde el departamento de informática del matadero. El dato de pHu, variable respuesta en la investigación, fue obtenido de información del control de calidad del matadero. Finalmente la información de distancia de transporte y tiempo de permanencia en corrales fue obtenida a partir de los datos ya señalados. Todos los datos de las canales faenadas en matadero en Temuco fueron obtenidos de información del control de calidad de ese matadero.

**Cuadro 1.** Factores evaluados.

**Table 1.** Factors evaluated.

Factores	Medidas
Canales muestreadas, N°	5067
Plantas faenadoras, N°	2 (Ubicados en Santiago y Temuco)
Faenas, N°	37 (Desde 28/01/03 hasta 11/06/03)
Proveedores, N°	60
Comunas, localidades de origen, N°	46 (Desde Melipilla a Punta Arenas)
Predios de origen, N°	119
Distancia transporte a Santiago, Km	
Región RM-VII, Región	20-316
VIII-IX, Región	355-725
X, Región	770-1109
XI, Región	1639
XII, Región	2413
Embarques, N°	37 (Desde 22/01/03 hasta 10/06/03)
Hora llegada	00:00 – 23:55
Hora faena	9:37 - 16:12
Tiempo en corrales (prefaena), h	4,85 - 82,23
Género	
macho	Novillito, Novillo, Torito, Toro, Buey
hembra	Vaquilla, Vaca Joven, Vaca
Edad según cronología dentaria	0 y 2 dientes (entre 1 y 2,5 años)
	4 dientes (entre 2,5 y 3,5 años)
	6 dientes (entre 3,5 y 4,5 años)
	8 dientes (entre 4,5 y 8 años)
Peso canal, Kg	168 - 411
Cobertura grasa	1 o 2 (2 mayor grasa que 1)
Grado de contusión	0, 1, 2 o 3
Destino (implante)	Israel, Supermercado (no implantado), Nacional (Temuco)
pHu <sup>1</sup> (variable respuesta)	5, 30 - 7,08

<sup>1</sup> Phu: pH último, medido 24 h *postmortem*.

Dado que el pHu tiene una amplia variabilidad y distribución desconocida, es claramente discutible estudiar las medias de pHu. Debido a este inconveniente, en el presente estudio se trabajó con las frecuencias de reprobación de canales por pHu mayor a 5,9, según los factores evaluados que inciden en la ocurrencia de carne DFD. Se utilizó el valor de pHu 5,9 como límite entre aprobación y reprobación para todas las canales muestreadas, ya que es el valor exigido para las exportaciones a Israel.

Los datos obtenidos, fueron dispuestos en una planilla Excel y posteriormente procesados mediante el paquete estadístico S.A.S (Statistic Analysis System). El análisis estadístico se basó en la dódima de varianza para homogeneidad de las distribuciones binomiales (Snedecor y Cochran, 1973).

**Cuadro 2.** Porcentaje de reprobación (debido a pHu > 5,9) y total de canales estudiadas según cronometría dentaria en dos plantas faenadoras de Chile.

**Table 2.** Rejected percentage (due to pHu > 5.9) and total carcasses that were studied classified by tooth chronometry in two slaughter plants of Chile.

Planta Faenadora	Cronometría dentaria					Total
	0	2	4	6	8	
Santiago	34,22 (2104)	36,40 (2085)	34,97 (569)	0 (4)	-	4762
Temuco	8,79 (91)	6,85 (73)	16,33 (49)	0 (23)	5,80 (69)	305

Phu: pH último, medido 24 h *postmortem*.

Para el consumidor, la carne oscura (pHu > 5,9) se asocia a que proviene de un animal viejo y que además corresponde a una carne dura, de poco sabor y baja durabilidad. Sin embargo, los resultados de este estudio demuestran que animales jóvenes también pueden presentar una alta incidencia de carne DFD, lo que se asocia a situaciones de estrés o de limitaciones nutricionales más que a la edad por sí misma o al sexo del animal. De hecho, Moreno Grande *et al.* (1999) reportan pHu promedios muy similares entre animales de 0

## RESULTADOS Y DISCUSION

### *Cronometría dentaria*

En ambas plantas faenadoras los animales fueron clasificados por su cronometría dentaria (Cuadro 2). De los animales faenados en Santiago el 88% correspondió a animales de 0 y 2 dientes, mientras que en Temuco presentaron una mayor diversidad y sólo el 54% se ubicó dentro de estas dos categorías. Considerando las plantas faenadoras en conjunto y en forma individual se observó que la cronometría dentaria (0, 2 y 4 dientes) no afectó significativamente ( $P > 0,05$ ) el porcentaje de animales reprobados. Estos resultados indican, que la cronometría dentaria es un factor que no incidiría en las frecuencias de reprobación.

y 2 dientes, tanto para machos como para hembras: 5,77 y 5,75 y 5,8 y 5,77, respectivamente.

### *Peso de la canal*

Para evaluar la influencia que podría tener el peso de la canal sobre el porcentaje de canales reprobadas, los pesos fueron divididos en tres categorías: animales de bajo peso (menores de 218 kg), peso intermedio (entre 218 y 325 kg) y animales pesados (mayores de 325 kg) (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Porcentaje de reprobación (debido a pHu > 5,9) y total de canales estudiadas según rangos de peso de canal de los animales en Santiago de Chile.

**Table 3.** Percentage of rejected animals (due to pHu > 5.9) and total carcasses that were studied grouped according to carcass weight rank in Santiago of Chile.

Total	Rangos de peso de canal (kg) <sup>1</sup>			Total
	<218	218-325	>325	
	29,88 (502)	35,69 (3783)	37,32 (477)	4.762

<sup>1</sup> Percentiles de las observaciones arbitrarios y aproximados en 10, 80 y 10% respectivamente.

Phu: pH último, medido 24 h *postmortem*.

cativamente mayor en animales de mayor peso de canal ( $P < 0,05$ ). Estos resultados concuerdan con lo señalado por Klont *et al.* (1999) en el sentido que a mayor peso de los animales hay mayor efecto en la ocurrencia de corte oscuro. Sin embargo, Jones y Tong (1989) reportaron en un estudio que incluía 170.534 canales, que no había diferencias significativas en la aparición de corte oscuro (pHu reprobados) cuando los pesos de las canales se encontraban en rangos entre 150-275; 276-375 y mayores a 375 kilos. Esta discrepancia es común de encontrar en la literatura lo que nuevamente

sugiere que existen otros factores, además del peso vivo, los que afectan la incidencia de DFD en bovinos.

#### Género

Al clasificar los animales por sexo y planta faenadora (Cuadro 4), se observó que en ambas plantas faenadoras, el porcentaje de reprobación fue significativamente mayor ( $P < 0,05$ ) en machos que en hembras.

Debido a que las hembras representaron sólo el 6,55% de los animales muestreados en San-

**Cuadro 4.** Porcentajes de reprobación (debido a pHu > 5,9) y total de canales estudiadas según género para dos plantas faenadoras de Chile.

**Table 4.** Rejected percentages (due to pHu > 5.9) and total of studied carcasses according to gender in both slaughter plants of Chile.

Planta faenadora	Género		Total
	Machos	Hembras	
Santiago <sup>1</sup>	36,63 (4.450)	15,38 (312)	4.762
Temuco	13,99 (143)	3,09 (162)	305

<sup>1</sup> Novillos y novillitos corresponden a un 99, 55% de los machos

Vaquillas corresponden a un 91,66% de las hembras.

pHu: pH último, medido 24 h *postmortem*.

tiago, no sería concluyente atribuirles a las hembras un menor porcentaje de reprobación en comparación con los machos. Sin embargo, en Temuco donde las hembras representaron el 53% de los animales muestreados, presentaron un porcentaje de reprobación significativamente menor ( $p < 0,05$ ). Murray (1989) mostró que la frecuencia de corte oscuro disminuye a medida que aumenta la grasa de las canales, y atribuye esto en gran medida al efecto de la grasa en retardar la tasa de enfriamiento. Esto puede explicar en parte el bajo porcentaje de reprobación presentado por las hembras (Cuadro 4) ya que éstas poseen en comparación con los machos una mayor cobertura grasa. Sin embargo, de acuerdo con Jones y Tong (1998) y Kenny y Tarrant (1984) las vaquillas faenadas al final del estro producen una mayor proporción de canales con pHu mayor o igual a 6. En términos de riesgo, Littler (2001) indicó que los toros tienen los niveles más altos de cortes oscuros, seguidos por vacas, vaquillas, vaquillas castradas y finalmente novillos. Es po-

sible explicar de dos maneras como el sexo del animal y la etapa de desarrollo en que se encuentra afecta la incidencia de cortes oscuros. Primero, el comportamiento general del tipo de ganado, por ejemplo, el comportamiento antagonista de los toros (montas y peleas) y el comportamiento de monta de vacas y vaquillas en estro. Como segunda manera, la demanda nutricional de las diferentes clases del ganado, como por ejemplo, preñez y lactación en vacas y ganado en períodos de alto crecimiento. Scanga *et al.* (1998), afirmaron que la actividad sexual del ganado es uno de los factores importantes de estrés, tal como los tratamientos de implante hormonal y el transporte.

Es posible que los resultados obtenidos hayan sido influenciados por otro tipo de factores como la permanencia en corrales. Se detectó que tanto en Santiago como en Temuco las hembras permanecieron un menor número de horas (18 y 16 h, respectivamente) en los corrales de espera en comparación con los machos (26 y 20 h, respec-

tivamente).

#### *Tiempo transcurrido entre la salida del predio y la faena*

El tiempo transcurrido desde el momento que los animales salen del predio hasta que son faenados, puede ser subdividido en: 1. tiempo de transporte hasta la planta faenadora y 2. el tiempo que permanecen los animales en corrales de descanso previo a la faena. Del tiempo asociado a transporte no se tuvo registro, pero una forma de estimarlo fue por medio de la distancia (km) aproximada que existe desde el predio a la planta

faenadora. Esta estimación reemplazó, para los efectos de este estudio, al tiempo transcurrido como consecuencia del transporte.

*Distancia de transporte.* Se observó que a medida que se distanció la procedencia de los animales de la planta faenadora, aumentó significativamente ( $p < 0,05$ ) el porcentaje de reprobación (Cuadro 5).

La distancia, caracterizó además la zona geográfica de Chile de donde proviene el animal; lo que implica un mayor estrés para los animales que vienen de más lejos, dado que la diferencia entre

**Cuadro 5.** Porcentajes de reprobación (debido a pHu > 5,9) y total de canales estudiadas según distancia de transporte para dos plantas faenadoras de Chile.

**Table 5.** *Rejected percentages (due to pHu > 5.9) and total carcasses that were studied according to transportation distance in two slaughter plants of Chile.*

Planta Faenadora	Regiones de Chile					Total
	RM – VII	VIII – IX	X	XI	XII	
Santiago (RM)	29,67 (492)	27,57 (457)	37,42 (3.576)	28,69 (237)	-	4.762
Temuco (IX)	-	5,97 (134)	10,63 (160)	-	0 (11)	305

pHu: pH último, medido 24 h *postmortem*.

las condiciones climáticas del predio y de la planta faenadora, son más marcadas. Aunque no se registran las diferencias climáticas entre el predio y la planta faenadora, Jones y Tong (1998) reportan resultados similares al concluir que la frecuencia de aparición de corte oscuro aumenta al aumentar la distancia de transporte. Los procedimientos de manejo asociados al transporte como: ayuno, falta de agua, mezcla de animales y los resultantes problemas de conducta, movimientos durante el transporte, ruidos no familiares e inclemencias del tiempo, pueden producir significativas pérdidas de peso (Gallo, 1994) y deterioro en calidad de la carne, medido en términos de pHu y color. Estos efectos se ven minimizados con la formación de lotes homogéneos para transportarlos a la faena. En Temuco, el hecho de que el porcentaje de reprobación sea casi el doble, se podría atribuir nuevamente al factor estresante de tiempo de permanencia en corrales, lo que puede estar afectando negativamente los resultados. Los animales que

viajaron desde la X Región en promedio permanecieron en corrales 11 h más que aquellos que viajaron desde la VIII y IX Región (23 y 12 h en corrales de espera respectivamente). La XI Región presentó un porcentaje más bajo de rechazo, probablemente debido al menor número de animales en la observación.

*Permanencia en corrales.* Con el fin de evaluar el efecto que podría tener el tiempo de espera en corrales de descanso sobre el porcentaje de reprobación, el tiempo se dividió en tres categorías donde se incluyen animales que permanecieron menos de un día, entre 1 y 2, y más de 2 días en los corrales, (Cuadro 6).

Al comparar los porcentajes de reprobación según el tiempo de permanencia de los animales en los corrales de descanso, se observó que a medida que aumentó el período en corrales, la reprobación de esas canales se incrementó significativamente ( $p < 0,05$ ). Esto se puede atribuir a que permane-

**Cuadro 6.** Porcentajes de reprobación (debido a pHu > 5,9) y total de canales estudiadas según días de permanencia en corrales de espera en dos plantas faenadoras de Chile.

**Table 6.** Rejected percentages (due to pHu > 5.9) and total of carcasses that were studied according to yard permanency in two slaughter plants of Chile.

Planta Faenadora	Permanencia en corrales (días)			Total
	<1	1-2	>2	
Santiago	28,78 (2.102)	40,05 (2.417)	43,21 (243)	4.762
Temuco	5,15 (233)	18,06 (72)	-	305

pHu: pH último, medido 24 h *postmortem*.

ciendo más de un día en los corrales, el animal pierde gran parte de sus reservas de glucógeno debido a los factores de estrés que se van sumando en momentos en que el animal debería estar descansando en el corral previo a ser sacrificado. Su potencial glucolítico muscular entonces se verá afectado disminuyendo a valores que afectan directamente la producción de ácido láctico *post-mortem*, lo que se traduce en un pHu alto o mayor a 5,9. Un estudio hecho en 1.138 novillos por Janloo *et al.* (1998) dio como resultado que los animales que fueron sometidos a ayuno por 24 h después del transporte triplicaron la incidencia de cortes oscuros en comparación con aquellos que no fueron sometidos a ayuno previo al sacrificio. Por su parte, Ferguson (2000) afirmó que procedimientos como reducir el tiempo en el corral tiene efectos positivos en la incidencia de cortes oscuros

(pHu > 5.8).

Con el fin de evaluar el tiempo transcurrido entre la salida del predio y la faena, se analizó en forma conjunta el efecto que la distancia recorrida y el tiempo de permanencia en corrales podría tener sobre el porcentaje de animales reprobados en la planta faenadora de Santiago. En el Cuadro 7 se presentan los porcentajes de reprobación por distancia de transporte superior o inferior a 960 km y permanencia en corrales mayor o menor a 26 h.

Independiente de los niveles de distancia que recorre el animal, se observó que una permanencia en corrales mayor a 26 h, incide significativa y negativamente ( $p < 0,05$ ) sobre el porcentaje de reprobación. Por otra parte en animales que permanecieron en corrales un período de tiempo menor a 26 h, una mayor distancia recorrida fue

**Cuadro 7.** Porcentajes de reprobación (debido a pHu > 5,9) y total de canales estudiadas según distancia de transporte y permanencia en corrales de una planta faenadora en Santiago de Chile.

**Table 7.** Rejected percentages (due to pHu > 5.9) and total of carcasses that were studied according to transportation distance and yard permanency in Santiago of Chile.

Distancia transporte (km)	Permanencia en corrales (h)		Total
	≤26	>26	
≤960	26,69 (1409)	39,88 (998)	2407
>960	35,35 (990)	40,59 (1365)	2355

pHu: pH último, medido 24 h *postmortem*.

determinante en el porcentaje de reprobación.

#### *Momento de faena*

El momento de faena (mañana o tarde), como factor vinculado al estrés, eventualmente podría tener un efecto sobre las frecuencias de reprobación. Esto se podría explicar ya que las horas previas a

la faena de la tarde pueden haber sido más estresantes para los animales que las horas previas a la faena de la mañana.

Dado que la hora de faena fue registrada, se comparó el porcentaje de reprobación en aquellos

animales faenados en la mañana con respecto a los faenados en la tarde, sin embargo, no se encontró en el matadero de Santiago una diferencia significativa entre ambas situaciones. (Cuadro 8). Debido que los animales faenados en el matadero de Temuco durante la tarde, representaron sólo el 19% de los animales muestreados, no sería concluyente atribuirle a la faena en la tarde un menor porcentaje de reprobación en comparación con la faena en la mañana. Esto concuerda con Kreike-meier *et al.* (1998) quienes indicaron que la hora

de faena (mañana o tarde) no tiene efecto en el porcentaje de corte oscuro.

#### *Uso de implantes*

Como característica de los animales faenados en Santiago con destino a una cadena de supermercados, por exigencia de ésta y fiscalizado por el Servicio Agrícola y Ganadero del Gobierno de Chile de acuerdo a la reglamentación de la ley de la carne, es que ninguno de éstos fue manejado con implantes, mientras que los destinados a Israel no tienen esta exigencia, por lo que se asume que

**Cuadro 8.** Porcentaje de reprobación (debido a pHu > 5,9) y total de canales estudiadas según momento de faena en dos plantas faenadoras de Chile.

**Table 8.** Rejected percentage (due to pHu > 5.9) and total of carcasses that were studied according to slaughter moment for two slaughter plants of Chile.

Planta Faenadora	Momento de Faena		Total
	Mañana	Tarde	
Santiago	36,63 (2498)	33,70 (2264)	4762
Temuco	10,16 (246)	0,00 (59)	305

pHu: pH último, medido 24 h *postmortem*.

podieron ser implantados. Por lo tanto, junto con asociar los porcentajes de reprobación con el destino, podría relacionarse también con la presencia o no de implantes, con algún grado importante de certeza.

Para minimizar el efecto de los implantes sobre el pHu, Littler (2001) indicó que el ganado antes de ser faenado, debe haber cumplido su período de carencia recomendado, así como también debe contar con la nutrición de acuerdo a sus requerimientos. Además se indicó que el uso de implantes por sí solo no explica la incidencia de corte oscuro sino que el mal uso (ej. Synovex-H usado en novillos) y el abuso de éstos (doble o triple dosis de implante), son los que aumentan en gran medida la incidencia de corte oscuro (Scanga *et al.* 1998). De la misma manera, Smith *et. al* (1999), señalaron en un estudio realizado con vaquillas, que la incidencia de corte oscuro se ve afectada según las distintas estrategias de implantación (0,83; 2,23 y 2,88% para tratamiento sin implante, con estradiol benzoato y con trenbolona acetato, respectivamente).

En el presente estudio, los animales implantados

presentaron un porcentaje de reprobación significativamente menor que los no implantados ( $p < 0,05$ ) (Cuadro 9). Esta observación está en desacuerdo con Janloo *et al.* (1998) y con los autores antes mencionados, quienes indicaron que las canales de animales implantados tienden a presentar una mayor incidencia de corte oscuro, debido a que el implante aumenta la síntesis proteica, lo que significa un mayor gasto energético y una consecuente disminución de la reserva de glucógeno muscular. Debido a que se asume que los animales destinados a Israel fueron implantados, se desconoce tanto la estrategia como el tipo de implante utilizado, lo que podría estar influyendo en los resultados obtenidos. Se debe señalar que los animales implantados podrían tener un mayor contacto con humanos (manejo de implantación) en comparación con los no implantados criados en pradera, por lo que al momento de abandonar el predio con destino a la planta faenadora, los últimos pueden presentar mayor estrés. Además se debe considerar que en esta muestra los animales sin implante son exclusivamente machos, los que presentan en comparación un porcentaje de reprobación mayor que las hembras (Cuadro 4) y todos de la

raza Hereford criados en pradera. Los animales criados en pradera pueden llegar al momento de la faena con un bajo potencial glucolítico, producto de la baja calidad energética de los pastos en las últimas semanas de alimentación. En cambio, en esta muestra, en los animales destinados a Israel, gran parte de ellos puede haber sido criado en "feedlot" donde la calidad energética de la dieta es mayor, lo que se puede traducir en mayores reservas de glucógeno muscular que pueden evitar la incidencia de corte oscuro. Por lo tanto, es posible la presencia de factores de confusión que en cierta forma enmascaran la acción del implante sobre la ocurrencia de corte oscuro.

**Cuadro 9.** Porcentaje de reprobación (debido a pHu > 5,9) y total de canales estudiadas según destino en planta faenadora ubicada en Santiago de Chile.

**Table 9.** *Rejected percentage (due to pHu > 5.9) and total of carcasses that were studied according to destiny for slaughter plant in Santiago of Chile.*

Destino	Reprobación %	Total canales
Israel	34,43	4.389
Cadena de Supermercados en Chile	44,77	373

pHu: pH último, medido 24 h *postmortem*.

#### *Fecha de faena*

Las dos fechas de faena mencionadas en el Cuadro 10, se diferencian por la temperatura (T°) máxima y mínima diaria como también por T° media y amplitud térmica diaria.

Se observó que la fecha en el que son faenados los animales tiene influencia sobre las frecuencias

**Cuadro 10.** Porcentaje de reprobación (debido a pHu > 5,9), total de canales estudiadas y características térmicas, según fecha de faena (mes) para canales faenadas en Santiago de Chile destinadas a Israel.

**Table 10.** *Rejected percentage (due to pHu > 5.9), total of carcasses that were studied and thermal characteristics, according to slaughter date (month) for carcasses slaughtered in Santiago of Chile destined to Israel.*

Fecha Faena	Porcentaje reprobación	Total canales	Características térmicas diarias (°C) <sup>1</sup>			
			T° máx.	T° mín.	T° media	Amplitud térmica
Ene-Feb	39,08	1.804	30,73	12,36	21,55	18,36
Mar-Abr	31,18	2.585	26,13	10,38	18,25	15,75

<sup>1</sup> Corresponden a los valores promedio de los días previos a la faena.

pHu: pH último, medido 24 h *postmortem*.

de reprobación ( $p < 0,05$ ). Adaptando los datos al hemisferio sur, Jones y Tong (1989) señalaron que existe una mayor incidencia de corte oscuro en los meses de enero-febrero (0,93%) que en los meses de Marzo-Abril (0,79%) lo que concuerda con los datos obtenidos en este trabajo. Al no conocer las dietas recibidas por los animales en enero-febrero y marzo-abril, se asumió que la temperatura del día anterior a la faena, es un factor que puede influir en la aparición de pHu mayores a 5,9. No sólo es la temperatura máxima y mínima la que influye en el pHu sino que también existe un efecto de la amplitud térmica del día previo a la faena. Los animales faenados en enero-febrero presentaron cerca de un 40% de reprobación que se puede explicar por el hecho de que en promedio estos animales permanecieron en corrales dos horas más que aquellos faenados en marzo-abril (26,43 h v/s 24,45 h). Esas dos horas no sólo significaron mayor tiempo en sí, sino que también mayor exposición a altas temperaturas que son frecuentes en esos meses de verano, lo que implica aún mayor estrés para el animal.

Scanga *et al.* (1998), analizando 2.672.223 canales señalaron que las temperaturas ambientales mayores a 35 °C, menores a 0 °C y una amplitud térmica mayor a 5,6 °C, influyen directamente en la aparición de corte oscuro. Sin embargo, Warris (1987) concluyó que el efecto estacional no es marcado, y que es más importante focalizarse en las técnicas de manejo para minimizar el problema.

### *Planta faenadora*

Del total de animales que constituyeron la muestra, aproximadamente el 94% fue faenado en la planta de Santiago, por lo que el tamaño muestral disponible para animales faenados en Temuco, hace más imprecisa la estimación del porcentaje de reprobación para esta planta faenadora. Sin embargo, se observó una marcada diferencia entre los porcentajes de reprobación de ambas plantas faenadoras, siendo mayor en Santiago (Cuadro 11).

**Cuadro 11.** Porcentaje de reprobación (debido a pHu > 5,9) y total de canales estudiadas en dos plantas faenadoras de Chile.

**Table 11.** *Rejected percentage (due to pHu > 5.9) and total of carcasses that were studied according to slaughter plant of Chile.*

Planta faenadora	Porcentaje de reprobación	Total canales
Santiago	35,24	4.762
Temuco	8,20	305

pHu: pH último, medido 24 h *postmortem*.

La diferencia en los porcentajes de reprobación, sugiere realizar un acabado análisis de los factores de manejo e infraestructura de las plantas faenadoras. En cuanto a la distancia de transporte que recorren los animales hacia las plantas faenadoras, el matadero en Temuco mostró tener en promedio una menor distancia a los predios que lo abastecen en comparación con el matadero en Santiago (239 v/s 888 km, respectivamente). Por otro lado las condiciones climáticas de la zona de producción que abastece al matadero en Temuco son muy similares a las de la planta faenadora. No siendo así en el caso del matadero en Santiago que posee marcadas diferencias climáticas entre los predios que lo abastecen y la planta misma. También ocurre que en el matadero en Temuco el promedio de horas de permanencia en corrales es menor que el de Santiago (18 v/s 25 h, respectivamente). Estas situaciones pueden explicar en parte la diferencia en las frecuencias de reprobación entre las plantas faenadoras. Jones y Tong (1989) encontraron que la frecuencia de cortes oscuros por planta

faenadora mostraba un amplio rango, desde un 0,26 a un 1,79%, similares resultados fueron encontrados por Augustini (1981). En general, cada planta faenadora posee condiciones habituales de transporte, manejo y sacrificio de animales, donde factores objetivos como el peso de la canal, el sexo y la edad estudiados aisladamente hacen difícil explicar por sí solos la gran proporción de canales que presentan un valor de pHu elevado (Moreno Grande *et al.*, 1999).

## CONCLUSIONES

El presente estudio mostró cómo una serie de factores estresantes, tuvieron un efecto reductor en las reservas de glucógeno muscular previo a la faena, lo que incidió directamente en el porcentaje de reprobación (pHu>5,9), que estuvo estrechamente relacionado con corte oscuro. Del análisis de esta base de datos, se concluye que el género, la permanencia en corrales, la distancia de transporte, la planta faenadora, el uso de implantes hormonales y el mes de faena son factores importantes que requieren de estudios experimentales para explorar las relaciones causa efecto de una manera más objetiva. Se debe señalar que a partir de este estudio de observación es difícil cuantificar la importancia que cada factor individual tiene sobre la ocurrencia de corte oscuro. Sin embargo, se recomienda reducir el tiempo de permanencia en corrales de espera, ya que es un factor manejable que puede ser determinante en la aparición de corte oscuro, y en lo posible evitar el transporte prolongado, tratando de faenar los animales cerca de la zona de producción.

## RESUMEN

Se recolectó la información de una muestra aleatoria de 5067 canales faenadas en dos plantas faenadoras de Chile, en un período de seis meses con el fin de estudiar el efecto de la edad, el peso de la canal, el sexo, la distancia de transporte, la permanencia en corrales, el momento de faena, el uso implantes, la fecha de faena y la planta faenadora, en la reprobación de canales por pHu (pH último, medido 24 h *postmortem*) mayor a 5,9 o carne

“dark-firm-dry” (DFD) debido a un bajo contenido de glucógeno muscular previo a la faena. De los factores estudiados, se observó que los porcentajes de reprobación se ven afectados por el género del animal (11,98% en hembras y 35,92% en machos), pero no lo afecta la cronometría dentaria, peso de la canal, ni el momento de faena (mañana o tarde). Además, existió una mayor reprobación cuando los animales: recorrieron una distancia de transporte mayor a 960 km (38,21 – 29,58%), permanecieron más de 26 h en corrales de espera (39,63 – 28,04%), no fueron sometidos a manejos de implantes (44,77- 32,72%), fueron faenados en los meses de Enero-Febrero (39,08%) comparados con los faenados en Marzo-Abril (31,18%), y finalmente existen diferencias significativas entre ambas plantas faenadoras (35,24% en Santiago y 8,2% en Temuco). Es difícil cuantificar la importancia que cada factor individual tiene sobre carne DFD, sin embargo, se observó que la permanencia en corrales puede ser determinante y fácilmente reducible.

**Palabras clave:** Calidad de carne, corte oscuro, estrés bovino, glucógeno, pH último.

## REFERENCIAS

- Apple, J.K., E.B. Kegley, C.B. Boger, J.W. Roberts, D. Galloway and L.K. Rakes, 2002. Effects of restraint and isolation stress on stress physiology and the incidence of dark-cutting longissimus muscle in Holstein steers. AAES Research Series 499:73-77.
- Augustini, C. 1981. Influence of holding animals before slaughter. In D.E. Hood and P.V. Tarrant, Eds. *The Problem of Dark Cutting Beef*. Martinus-Nijhoff Publishers, The Hague, The Netherlands. p. 379-386.
- Eikelenboom, G., A.H. Hoving-Bolink, I. Kluitman, J.H. Houben and R.E. Klont, 2000. Effect of dietary vitamin E supplementation on beef colour stability. *Meat Science* 54:17-22.
- Ferguson, D.M. 2000. Pre-slaughter strategies to improve beef quality. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. Supplement July 2000, Vol B. 13:20-22.
- Gallo, C. 1994. Efecto del manejo pre y post faenamamiento en la calidad de la carne. Serie Simposios y Compendios de la sociedad Chilena de Producción Animal. SOCHIPA A. G. 2: 27-47.
- Grandin, T. 2000. El ganado arisco y la carne oscura: Cómo minimizar su impacto. *Beef* 16-18.
- Immonen, K., M. Ruusunen and E. Puolanne, 2000. Some effects of residual glycogen concentration on the physical and sensory quality of normal pH beef. *Meat Science* 55:33-38.
- Janloo, S., H Dolezal, B. Gardner, F. Owens, J. Peterson and M. Moldenhauer. 1998. Impact of withholding feed on performance and carcass measurements of feedlot steers. *Animal Science Research Report*. 109-113.
- Jones, S. and A. Tong. 1989. Factors influencing the commercial incidence of dark cutting beef. *Can. J. Animal Sci.* 69: 649-54.
- Kenny, F. J. and P.V. Tarrant. 1984. Meat quality in beef heifers slaughtered at oestrus. *Proc. 30th Euro. Meat Workers Meeting*. Bristol, U.K. p. 99-100.
- Klont, R., V. Barnier, F. Smulders, A. Van Dijk, A. Hoving-Bolink and G. Eikelenboom. 1999. Post-mortem variation in pH, temperature, and colour profiles of veal carcasses in relation to breed, blood haemoglobin content, and carcass characteristics. *Meat Science* 53:195-202.
- Kreikemeier, K., J. Unruh and T. Eck. 1998. Factors affecting the occurrence of dark-cutting beef and selected carcass traits in finished beef cattle. *J. Animal Sci.* 76: 388-395.
- Lawrie, R.A., 1998, *Ciencia de la Carne*. Editorial Acribia, Zaragoza, España. 210pp
- Littler, B. House, J. 2001. Dark cutting beef – managing cattle to reduce DCB. *Agnote DAI 245*. NSW Agriculture. New South Wales, Department of Agriculture, Wales, UK.
- Lonergan, S.M., E. Huff-Lonergan and M.F. Rothschild, 2002. Characterization of muscle glycogen storage and utilization: influence on pork quality. *Abstracts of the American Society of Animal Science, Midwest Section Annual Meeting*. Des Moines, IA, USA. N°123.
- Liu, Q., K. Scheller, S. Arp, D. Schaefer and M. Frigg. 1996. Color coordinates for assessment

- of dietary vitamin E effects on beef color stability. *J. Anim. Sci.* 74: 106-116.
- Moreno Grande, A., V. Rueda y A. Ceular. 1999. Análisis cuantitativo del pH de canales de vacuno en matadero. *Arch. Zootec.* 48: 33-42.
- Murray, A. 1989. Factors affecting beef colour at the time of grading. *Can. J. Anim. Sci.* 69: 347-355.
- Scanga, J., K. Belk, J. Tatum, T. Grandin and G. Smith. 1998. Factors Contributing to the Incidence of Dark Cutting Beef. *J. Anim. Sci.* 76:2040-2047.
- Snedecor, G. W. and G.C. Cochran. 1973. *Statistical Methods*. 5th Edition. The Iowa State University Press, Ames, Iowa. U.S.A. 593 p.
- Smith, G.C., J.D. Tatum and J.B. Morgan, 1999. Reducing the incidence of dark-cutting beef. *Beef Cattle Handbook* 4350:1-3.
- Warris, P. 1987, Live animal marketing effects on carcass and meat quality. *Work Planning Meeting on Meat Quality*, Research Branch, Agriculture Canada, Winnipeg, Man. p 7-41.
- Wulf, D.M., R.S. Emmett, J.M. Leheska and S.J. Moeller, 2002. Relationship among glycolytic potential, dark cutting (dark, firm and dry) beef, and cooked beef palatability. *Journal Animal Science* 80:1895-1903.