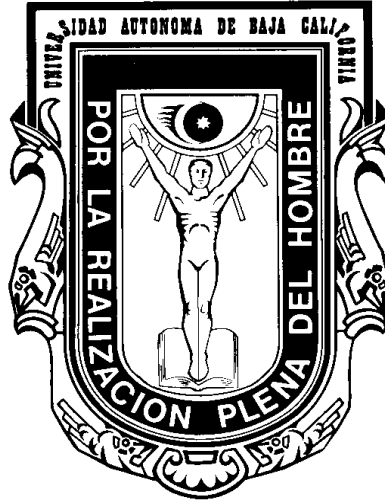


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS VETERINARIAS



**“EVALUACION DE CAMBIOS EN LAS PRÁCTICAS DE MANEJO Y SU
ASOCIACIÓN CON LA PRESENCIA DE CARNE DFD EN BOVINOS”**

TESIS

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS VETERINARIAS

PRESENTA

ALMA PATRICIA SOTELO FLORES

MEXICALI, B.C., MEXICO

ABRIL DEL 2008

Evaluación de Cambios en las Prácticas de Manejo y su Asociación con la Presencia de Carne DFD en Bovinos. Tesis presentada por Alma Patricia Sotelo Flores como requisito parcial para obtener el Grado de Maestro en Ciencias Veterinarias, que ha sido aprobada por el Comité Particular indicado:



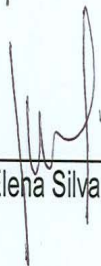
Ph. D. Cristina Pérez Linares
Director Principal



Ph. D. Fernando Figueroa Saavedra
Asesor



M. C. Alberto Barreras Serrano
Asesor



M. C. Laura Elena Silva Paz
Asesor

Lugar y Fecha

CONTENIDO

	Pág.
LISTA DE FIGURAS	ii
INTRODUCCION	1
REVISIÓN DE LITERATURA	3
Características de calidad de la carne	3
Definición de carne oscura, firme y seca (DFD)	4
Factores asociados al estrés del animal	7
<i>Sexo</i>	7
<i>Raza</i>	8
<i>Condiciones ambientales</i>	8
<i>Prácticas de manejo</i>	9
<i>Transporte</i>	10
<i>Descanso previo al sacrificio</i>	11
LITERATURA CITADA	14
Evaluación de los Cambios en las Prácticas de Manejo y su Asociación con la Presencia de Carne DFD en Bovinos	22

LISTA DE FIGURAS

Figura		Pág.
1	Color de la superficie al corte del músculo <i>Longísimus dorsi</i> de una canal DFD (A) y una canal normal (B)	5

INTRODUCCIÓN

El objetivo de la industria bovina es proporcionar productos cárnicos de calidad a los consumidores. La calidad puede dividirse en microbiológica, físico-química y sensorial las cuales están estrechamente ligadas. De ellas, el color es el parámetro más importante que evalúa el consumidor en la carne para su compra.

La presencia en el mercado de carne oscura, firme y seca (DFD por sus siglas en inglés, Dark, Firm and Dry) ocasiona problemas en su comercialización debido al rechazo por el consumidor ya que su color rojo oscuro se asocia a carne vieja. La carne DFD es originada por el estrés en el animal debido a un manejo ante-mortem deficiente previo al sacrificio, donde los animales son expuestos a factores tales como el transporte, tiempo de espera en los corrales, ayuno, mezcla de animales no familiarizados, ruido y temperaturas extremas, entre otros, cada uno de ellos producen un efecto negativo en el bienestar animal.

El estrés ante-mortem en el animal, provoca que disminuyan las reservas de glucógeno muscular necesario para producir ácido láctico, que de manera normal, baja el pH entre 5.4 a 5.9 a las 24 h post-mortem y bajo esta condición alcanza valores mayores a 5.9. Un pH mayor a 5.9 incrementa la capacidad de retención de agua del músculo, por lo que existe menor agua libre en la cual se

refleje la luz, dando como resultado un color oscuro, una textura seca y firme lo que la hace difícil de trocear y filetear.

En Mexicali, la presencia de carne DFD fue de 8.15% en el invierno y de 14.94% en el verano según Pérez et al. (2005a) quienes evaluaron 26 factores de manejo ante-mortem y su probable asociación con carne DFD, de ellos, cinco resultaron significativos, por lo que se recomendó continuar evaluando estos factores proponiendo modificaciones en las prácticas de manejo ante-mortem, en la búsqueda de disminuir la presencia de carne DFD para beneficio de la industria de la carne de la región.

En base en lo anterior se planteó como objetivo: Evaluar los Cambios en las Prácticas de Manejo y su Asociación con la Presencia de Carne DFD en Bovinos.

REVISIÓN DE LITERATURA

Características de calidad de la carne

La calidad puede dividirse en tres tipos: la calidad microbiológica es la que cumple con las especificaciones de un producto inocuo, la calidad físico-química se refiere a los atributos deseables en un producto (color, textura, olor y sabor) y la calidad sensorial que es elaborar un producto que cumpla con las especificaciones del consumidor (cantidad de grasa, peso, apariencia, presentación, etc) (Warris, 2003).

Para el consumidor final, la calidad de la carne es juzgada principalmente por su apariencia visual, su textura y su sabor, siendo el color uno de los principales atributos que determinan la decisión de compra (Eikelenboom et al., 2000; Viljoen et al., 2002). El color es el atributo más importante para determinar el grado de calidad en una canal y tiene relación con el pH del músculo (Wulf y Wise, 1999). De los pigmentos presentes en el músculo, la oxidación de la mioglobina a oximioglobina es el principal contribuyente en el color rojo brillante característico de la carne normal a su vez, la oxidación de oximioglobina forma metamioglobina que es la responsable de la coloración oscura (Smith et al., 1999).

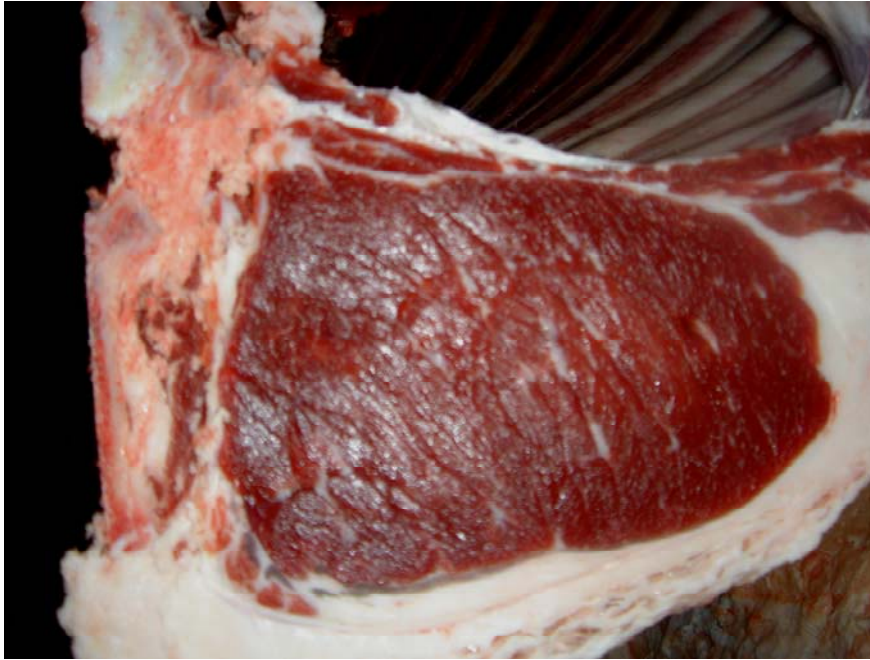
Una carne de color rojo oscuro se asocia a carne procedente de un animal viejo, sin embargo animales jóvenes también pueden presentarla, debido a situaciones de estrés o de limitaciones nutricionales más que a la edad por si misma o al sexo del animal (Hargreaves et al., 2004).

Definición de Carne Oscura, Firme y Seca (DFD)

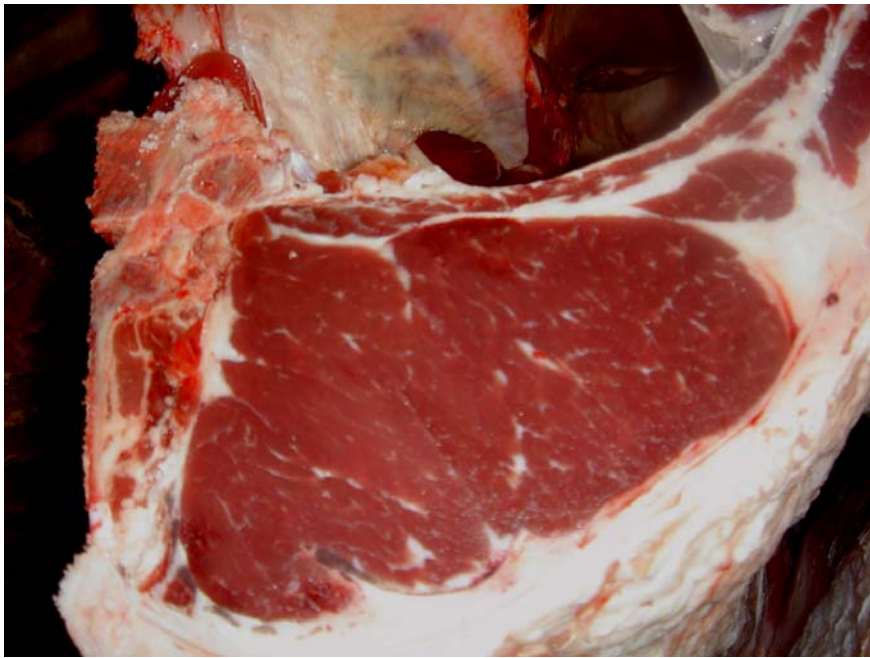
Se definen como carnes DFD (dark, firm and dry) aquellas con un pH mayor a 5.9 a las 24 h *post mortem* y a la vista presentan un color rojo oscuro a café marrón además de una consistencia seca, dura y pegajosa (Apple et al., 2002) (Figura 1).

La carne DFD es de una calidad inferior, ya que el sabor menos atenuado y su color oscuro es poco apetecible por el consumidor; además tiene una menor vida útil y una mayor susceptibilidad al ataque de microorganismos por sus niveles de pH mayores a 5.9 y capacidad de retención de agua altos (Lawrie, 1998).

Por otra parte los cambios de color en la carne ocasionan problemas económicos para los eslabones de la cadena de comercialización, ya que el producto sufre una disminución en el precio al productor e intermediario, al verse afectados sus atributos de calidad (Wulf et al., 1997).



(A)



(B)

Figura 1 Color de la superficie al corte del músculo *Longissimus dorsi* de una canal DFD (A) y una canal normal (B).

Una reducción en la concentración de glucógeno muscular previo al sacrificio de los animales, es el factor más relevante de la presencia de carne DFD (Apple et al., 2002).

El contenido de glucógeno muscular está asociado con el pH y con el color de la carne después del sacrificio. 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, estatus nutricional del animal y los factores de estrés a los que el animal se ve sometido en el periodo previo al sacrificio, como: la distancia y tiempo de transporte, tiempo de espera en corrales, ayuno, alta densidad de animales por corral, ambiente nuevo, ruido, condiciones ambientales, olor a sangre y mezcla de animales (Immonen et al., 2000).

El glucógeno es necesario después del sacrificio para producir una caída del pH del músculo desde niveles iniciales de 7.0 hasta niveles óptimos entre 5.5 a 5.9. Si el glucógeno se agota por un estrés crónico antes del sacrificio, se forma menor ácido láctico y la carne no se acidifica de manera normal por lo que tiene un pH mayor a 5.9 (Schaefer et al., 1997; Scanga et al., 1998). El pH mayor a 5.9 tiene como resultado una desnaturalización escasa de las proteínas, el agua se encuentra fuertemente unida y se forma poco o ningún exudado provocando una alta capacidad de retención de agua en la carne. El músculo presenta una estructura cerrada y translúcida lo que ocasiona que absorba la luz y su apariencia oscura (Warris, 2003).

Factores asociados al estrés del animal

El estrés se define como una condición en el animal que resulta de la acción de uno o más agentes que alteran su estabilidad emocional los cuales pueden ser de origen externo o interno (von Borrel, 2001). Los animales pueden padecer de estrés psicológico debido a restricciones en sus movimientos, presencia de novedades en el manejo previo al sacrificio o también padecer de estrés físico por hambre, sed, fatiga, lesiones y temperaturas extremas (Grandin, 1997; Wulf et al., 1997).

La presencia de carne DFD depende de factores como sexo, raza, condiciones ambientales, prácticas de manejo, transporte y descanso previo al sacrificio entre otros (Gallo, 2003).

Sexo: El sexo del animal y la etapa de desarrollo en que se encuentra afecta la presencia de cortes oscuros, debido al comportamiento general del ganado, el comportamiento antagonista de los toros (montas y peleas) el comportamiento de monta de vacas y vaquillas en estro, la demanda nutricional en la preñez y lactación en vacas, periodos de alto crecimiento, cada una de estas etapas genera estrés en el animal. Los toros tienen los niveles más altos de cortes oscuros, seguidos por vacas, vaquillas, vaquillas castradas y finalmente novillos Littler y House (2001). En estudios realizados por Scanga et al., (1998) determinaron una incidencia de carne DFD del 38% para vaquillas intactas ($p < .05$), un 8% para novillos y 16% para vaquillas castradas, lo cual

indicó una mayor susceptibilidad de las vaquillas intactas a la presencia de carne DFD. Las hembras tienen un temperamento más excitable y la sensación de temor es mayor cuando aún no presentan parto, esto se debe a que la secreción de estrógenos baja en las hembras que han pasado por un parto en comparación con las hembras careciendo de ello (Voisinet et al., 1997).

Raza: Existe ganado bovino de algunos grupos genéticos con predisposición al estrés lo que hace casi imposible moverlos en calma a lo largo de la línea de matanza, estos animales se frenan ante las novedades, siendo más propensos a retroceder ante distracciones pequeñas (tales como sombras o reflejos en la manga) y amontonarse en grupos compactos (Grandin, 1997). El temperamento es la respuesta de comportamiento de un animal al manejo producido por el hombre, este puede ser de temperamento excitable o de temperamento calmado (Burrow, 1997). La raza Holstein presenta un temperamento calmado ante las novedades ambientales de la engorda y la planta de sacrificio que otras razas europeas y cebuinas (Lanier et al., 1999). Dentro de la raza Holstein el color del pelo de la cabeza del animal tiene relación con el temperamento, siendo mas propensos al estrés aquellos con mayor cantidad de pelo blanco en la cabeza (Rose et al., 2002).

Condiciones ambientales: Durante el manejo previo al sacrificio, los animales son expuestos a condiciones ambientales variables, en el verano el estrés producido por el calor involucra cambios fisiológicos y de conducta. Se aumenta la ventilación respiratoria conocida como jadeo y los animales tienden

a agruparse para darse sombra entre si (Mader, 2003), en el invierno cuando el clima es muy frío y lluvioso, aumenta la tasa de pérdida de calor corporal y provoca escalofríos en los animales (Grandin, 1992). La pérdida de agua a través de la piel (sudor) o del tracto respiratorio (jadeo) es el mecanismo utilizado para disipar el calor corporal en un ambiente calido (Mader, 2003). Bajo estas condiciones se necesita mayor consumo de agua para prevenir la deshidratación (Hargreaves et al., 2004). Scanga et al. (1998) señalan que a temperaturas ambientales mayores a 35°C, menores a 0°C y una amplitud térmica mayor a 5.6°C, influyen directamente en la presencia de carne DFD. Investigaciones realizadas por Kreikemeier et al. (1998), encontraron que la frecuencia mas alta de carne DFD se presentó durante los meses de agosto a octubre (1.1 a 1.4%) y valores entre 0.43 a 0.69% durante los meses de octubre a febrero. Pérez et al. (2005a), obtuvieron valores de 8.15% de presencia de carne DFD en la época de invierno y de 14.94% en la época de verano (Pérez et al., 2005b). En estudios similares realizados por Janloo et al. (1998) observaron valores de hasta 5% de carne DFD en verano.

Alterar el microclima es una herramienta útil para ayudar a los animales a enfrentar las condiciones climáticas, el uso de aislantes y barreras contra el viento en el invierno disminuye el estrés por frío y de sombra y rociadores en verano reduce el estrés por calor (Mader, 2003).

Prácticas de Manejo: El manejo que se realiza antes del sacrificio de los animales como el arreo, el transporte, la espera en corrales e ayuno, la

insensibilización, son estresantes, los animales son sacados de su medio ambiente natural que es la engorda y llevado a un ambiente desconocido, que le es adverso, dentro de este manejo, el tiempo para subir al ganado al transporte, el instrumento de arreo, la forma de arreo, la mezcla de animales de varios corrales en el transporte, el tiempo de espera en los corrales de descanso previo al sacrificio y la temperatura de la canal de entre 5 a 10°C son factores asociados a estrés en el animal y a la presencia de carne DFD (Pérez et al., 2005a).

Los sonidos producidos por el personal al abrir y cerrar las puertas cuando se maneja al ganado tiene efecto en el ritmo cardiaco y en la reacción de huida del animal (Waynert et al., 1999). El ganado orienta la fuente de movimiento y lo observa hasta que determina si el estímulo es o no un peligro, después de determinarlo regresa a su actividad previa o toma una acción evasiva lo cual afecta en el manejo del animal (Grandin y Deesing, 1998).

El control del estrés mediante un correcto manejo ante-mortem, es el método mas efectivo para reducir la incidencia de carne DFD (Scanga et al., 1998). Los animales que reciben contacto positivo muestran menor reacción de miedo y los hace fáciles de manejar durante las prácticas de manejo, pesaje o transporte (Lensink et al., 2001).

Transporte: El transporte conlleva un manejo y situaciones de confinamiento que resulta estresante para el animal. Durante el transporte, los

animales son expuestos a agentes estresantes ambientales como el calor, ayuno, humedad, ruido, movimientos dentro del camión y mezcla de animales no familiarizados (Tarrant y Grandin, 2000; Gallo et al., 2001). En el vehículo en movimiento, la aceleración y desaceleración del motor, virajes bruscos, condiciones de las vías utilizadas, la pérdida del balance y las caídas causan estrés en los animales (Grandin, 1997; Swanson y Morrow-Tesch, 2001). Tanto los viajes prolongados (24 h) como los cortos (3 h) pueden provocar estrés en el animal de tal manera que el pH final sea mayor de 5.9 provoca un oscurecimiento de la carne (Gallo et al., 2000). Gallo (2000) menciona que cuando el tiempo de transporte es de entre 3 y 24 h antes del sacrificio, se observó un 14.7% de carne DFD en novillos, mientras que en viajes por arriba de 36 h sin descanso fue de 15% de carne DFD.

Descanso previo al sacrificio: La permanencia en corrales mayor a 24 h provoca que el animal pierda gran parte de sus reservas de glucógeno debido a los factores de estrés que se van sumando en momentos en los que el animal debería estar descansando en el corral previo al sacrificio (Hargreaves et al., 2004). Kreikemeier et al. (1998) encontraron que la presencia de carne DFD se duplicaba del 0.8% al 1.6% en el ganado mantenido por mas de un fin de semana que en aquellos sacrificados a las doce horas de la llegada a la planta de sacrificio.

Las peleas que tienen lugar cuando se ponen en contacto animales no familiarizados antes del sacrificio conducen al restablecimiento de la jerarquía

dominante en los machos y toma la forma de topetazos, empujones, montas y apoyos de cabeza. El ejercicio físico durante las peleas incrementa la presencia de carne DFD (Silva et al., 1999; Warris, 2003). Para reducir las peleas y el estrés asociado a ellas, los corrales deben ser largos y angostos para no permitir que los animales se desplacen hacia los lados de manera innecesaria. El espacio mínimo requerido para contener al ganado es de 1.6 m² para animales sin cuernos y de 1.85 m² para animales con cuernos (Grandin, 1990). Al momento de llevar a los animales de los corrales de descanso hacia el área de sacrificio, los objetos presentes en el suelo de la entrada del chute, los contrastes de luz y oscuridad, cadenas balanceándose en la puerta ocasionan que los animales reparen y no avancen. Esto lleva a que el personal utilice la chicharra eléctrica para mover a los animales. Los animales emiten vocalizaciones si son manejados con chicharras eléctricas, pisan superficies irregulares, se resbalan en el cajón de noqueo, o no fueron insensibilizados correctamente. La vocalización del ganado se utiliza para identificar problemas en el manejo que les provoca estrés lo que compromete el bienestar animal (Grandin, 2001a, b).

Para evitar el estrés durante el manejo ante mortem, se requiere tener personal entrenado en el manejo de los animales y usar métodos de insensibilización adecuados que permitan reducir el sufrimiento antes del sacrificio. El arreo hacia el cajón de noqueo y la propia insensibilización son eventos estresantes para los bovinos. Para evitar el estrés innecesario se debe evitar introducir al animal en el cajón de noqueo y fijar su cabeza antes que el

noqueador se encuentre en condiciones apropiadas para un disparo certero y que el sangrador este listo para sangrar al animal de inmediato (Tadich et al., 2002). El noqueador tiene un rol fundamental en la insensibilización del animal, debe saber donde realizar el disparo, en que posición y dirección (Finnie, 1997). Un operador fatigado puede causar fallas en el acierto al primer disparo y es importante tener al menos dos operarios que estén capacitados para esta labor (Grandin, 1998a, b). El intervalo entre el disparo y el desangrado debe mantenerse al mínimo (máximo 60 s) para evitar la posibilidad de un retorno a la sensibilidad, dolor, sufrimiento innecesario y así evitar la presencia de carne DFD (Humane Slaughter Association, 1998). Además, la causa mas común asociada a problemas de bienestar animal durante el noqueo, es la falta de mantenimiento de la pistola de proyectil retenido. Una pistola neumática es una herramienta de precisión y debe ser provista de aire limpio, filtros y lubricación, así como drenar el agua del tanque del compresor (Grandin, 2002). Un equipo de insensibilización apropiado en conjunto con capacitación del personal a cargo del manejo del área de sacrificio, evitan en gran medida el sufrimiento de los animales (Gallo, 2003).

Literatura Citada

- 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.
- Burrow, H.M. 1997. Measurements of temperament and their relationships with performance traits of beef cattle. Anim. Breed Abst., 65 (7): 477-495.
- Eikeleboom, 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 Sci. 54:17-22.
- Finnie, J. 1997. Traumatic head injury in ruminant livestock. Aust. Vet. J. 75: 204-208.
- Gallo, C., Pérez, S., Sanhueza, C., y Gasic, J. 2000. Efecto del tiempo de transporte de novillos previo faenamiento sobre el comportamiento, las pérdidas de peso y algunas características de la canal. Arch. Med. Vet. 32:157-170.
- Gallo, C., M.A. Espinoza y J. Gasic. 2001. Efectos del transporte por camión durante 36 horas con y sin periodo de descanso sobre el peso vivo y

algunos aspectos de calidad de carne en bovinos. Arch.Med.Vet. Vol. 33:1-27.

Gallo, C., C. Teuber, M. Carters, H. Uribe, y T. Grandin, 2003. Mejoras en la insensibilización de bovinos con pistola neumática de proyectil retenido tras cambios de equipamiento y capacitación del personal. Arch. Med. Vet. XXXV. No.2.

Grandin, T. 1990. Diseño de corrales de espera e instalaciones para la carga y descarga de ganado. Applied Animal Behaviour Science, Vol. 28: 187-201.

Grandin, T. 1992. Problems with bruises and dark cutters in harvest steers/heifers. In: Improving the Consistency and Competitiveness of Beef- A Blueprint for Total Quality Management in the Fed-Beef Industry-The Final Report of the National Beef Quality Audit-1991. Colorado State University, Fort Collins; Texas A & M University, College Station.

Grandin, T. 1997. Assessment of stress during handling and transport. J. Anim. Sci. 75:249.

Grandin, T. 1998a. Objective scoring of animal holding and stunning practices at slaughter plants. JAVMA. 212:36.

Grandin, T. 1998b. Solving livestock handling problems in slaughter plants. En: Animal Welfare and Meat Science N. Gregory Editor. CAB International. Cap. 3. p. 42-45.

Grandin, T. and M. J. Deesing. 1998. Genetics and behaviour during handling, restraint and herding. In: T. Grandin (Ed.) Genetics and the Behaviour of Domestic Animals. Academic Press, San Diego, CA. p. 113-144.

Grandin, T. 2001a. Welfare of cattle during slaughter and the prevention of Non-ambulatory cattle. J. Ame. Soc. Vet. Med. 219 (10): 1377-1382.

Grandin, T. 2001b. Cattle vocalizations are associated with handling and equipment problems at beef slaughter plants. Appl. Anim. Behav. Sci. 71: 191-201.

Grandin, T. 2002. Return to sensibility problems alter penetrating captive bolt stunning of cattle in commercial beef slaughter plants. JAVMA 221 (9):1258-1261.

Hargreaves, A., L. Barrales, I. Peña, R. Larrain y L. Zamorano. 2004. Factores que Influyen en el pH ultimo e incidencia de corte oscuro en canales de bovinos. Cie. Inv. Agr. Vol. 31, 3:155.

Humane Slaughter Association (H.S.A.).1998. Captive Bolt Stunning of Livestock. 2da. Ed. p. 2-16.

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 Sci.* 55:33-38.

Janloo, S.M., H.G. Dolezal, B.A. Gardner, F.N. Owens, J. Peterson y M. Moldenhaver. 1998. Characteristics of dark cutting steer carcasses. *Anim. Sci. Research.* 28-31.

Kreikemeier, K.K., J.A. Unruh and T.P. Eck. 1998. Factors affecting the occurrence of dark-cutting beef and selected carcass traits in finished beef cattle. *J. Anim. Sci.* 76:388.

Lanier, J.L., T. Grandin, R.D. Green, D. Avery and K. McGee. 1999. Cattle hair whorl position and temperament in auction houses. *J. Anim. Sci.* 77:147-153.

Lawrie, R.A. 1998. *Ciencia de la Carne*. Editorial Acribia, Zaragoza, España. p 210.

- Lensink, B.J., X. Fernández. Cozzi, L. Florand and I. Veissier. 2001. The influence of farmer's behaviour on calves reactions to transport and quality of veal meat. *J. Anim. Sci.* 79:642-652
- Littler, B. and J. House. 2001. Dark cutting beef-managing cattle to reduce DCB. Agnote DAI 245. NSW Agriculture. New South Wales, Department of Agriculture, Wales, UK.
- Mader, T.L. 2003. Environmental stress in confined beef cattle. *J. Anim. Sci.* 81 (E.Suppl.2): E110-E119.
- Pérez, L., C., Figueroa S., F., Barreras S., A. 2005a. Factores de manejo asociados a la presencia de carne DFD en bovinos en la época de invierno. XV Reunión Internacional sobre Producción de Carne y Leche en Climas Calidos., Mexicali. Baja California, México. p. 257.
- Pérez, L. C., Figueroa S. F., Barreras S. A. 2005b. Factores de manejo asociados a la presencia de carne DFD en bovinos en la época de verano. XV Reunión Internacional sobre Producción de Carne y Leche en Climas Calidos, Mexicali. Baja California, México. p. 262.
- Rose, T. T. Grandin and W.R. Wailes. 2002. Read coloration is related to Holstein cow temperament. *J. Anim. Sci.* 80: 369-374.

- Scanga, J.A., K.E. Belk, J.D. Tatum, T. Grandin and G.C. Smith. 1998. Factors contributing to the incidence of dark cutting beef. *J. Anim. Sci.* 76:2040-2047.
- Schaefer, A.L., S.D.M. Jones and R.W. Stanley. 1997. The use of electrolyte solutions for reducing transport stress. *J. Anim. Sci.* 75:1258-1265.
- Silva, J.A. L. Patarata, C. Martins. 1999. Influence of ultimate pH on bovine meat tenderness during ageing. *Meat Sci.* 52:453-459.
- Smith, G. C., J.D. Tatum and J.B. Morgan. 1999. Reducing the incidence of dark-cutting beef. *Beef Cattle Handbook* 4350: 1-3.
- Swanson, J.C. and J. Morrow-Tesch. 2001. Cattle transport: Historical, research and future perspectives. *J. Anim. Sci.* 79 (E. Suppl.): 102-109.
- Tadich, N., C. Gallo, T. Knowles, A. Aranís. 2002. Concentración de algunas variables sanguíneas indicadoras de estrés antes y durante la sangría en novillos. XII Congreso de Medicina Veterinaria, Chile.
- Tarrant, V. and T. Grandin. 2000. Cattle Transport. In: *Livestock Handling and Transport*. Ed. T. Grandin. CABI Publishing, New York, N.Y. p. 151-173.

- Viljoen, H.F., H.L. de Kock, and E.C. Webb. 2002. Consumer acceptability of dark, firm and dry (DFD) and normal pH beef steaks. *Meat Sci.* Vol. 61:181-185.
- Voisinet, B.D., T. Grandin, J.D. Tatum, S.F. O'Connor and J.J. Struthers. 1997. Feedlot cattle with calm temperaments have higher average daily gains than cattle with excitable temperaments. *J. Anim. Sci.* 75:892-896.
- Von Borrel, E. H. 2001. The biology of stress and its application to livestock housing and transportation assessment. *J. Anim. Sci.* 79 (E. Suppl.): E260-E267.
- Warris, P.D. 2003. *Ciencia de la carne*. Ed. Acribia. Zaragoza, España.
- Waynert, D.F., J.M. Stookey, K.S. Schwartzkopf-Genwein, J.M. Watts and C.S. Waltz. 1999. Response of beef cattle to noise during handling. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 62: 27-42.
- Wulf, D.M., S.F. O'Connor, J.D. Tatum and G.C. Smith. 1997. Using objective measures of muscle color to predict beef longissimus tenderness. *J. Anim. Sci.* 75:684-692.
- Wulf, D.M. and J.W. Wise. 1999. Measuring muscle color on beef carcasses using the L* a* b* color space. *J. Anim. Sci.* 77(9): 2418-2427.

Artículo 1.

Título: **Evaluación de cambios en las prácticas de manejo sobre la frecuencia de carne DFD en bovinos.**

Autores: Alma Patricia Sotelo Flores, Cristina Pérez Linares*, Fernando Figueroa Saavedra, Alberto Barreras Serrano and Eduardo Sánchez López

Domicilio: Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias,
Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, México

Evaluacion de cambios en las practicas de manejo sobre la frecuencia de carne**DFD en bovinos****Evaluating changes in management practices on frequency of DFD meat in cattle**

Alma Patricia Sotelo Flores, Cristina Pérez Linares*, Fernando Figueroa Saavedra and

Alberto Barreras Serrano

Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias, Universidad

Autónoma de Baja California. Mexicali, B. C. México.

RESUMEN

Cinco modificaciones en las prácticas de manejo ante-mortem fueron evaluadas en su asociación con presencia de carne DFD. El estudio se realizó durante la época de invierno en dos empresas de engorda de ganado situadas en Mexicali, Baja California utilizando información sobre 400 animales organizada en tablas 2 x 2. Los resultados muestran un 30.27% de carne DFD. Además, temperaturas mayores a los 16°C durante el arreo, el emplear el látigo durante el arreo en sustitución de la estaca de plástico y un mayor tiempo de espera en los corrales de descanso continuaron siendo factores relacionados ($P < .05$) a la presencia de carne DFD. El no mezclado de animales entre corrales para su transporte así como el tiempo total de espera al sacrificio, resultaron con no-asociación ($P > .05$). El alto porcentaje de carne DFD durante el invierno aún con modificaciones en las prácticas de manejo hace necesario continuar evaluando prácticas de bienestar animal en la búsqueda de disminuir la carne DFD.

Palabras clave: carne DFD, Estrés, prácticas de manejo, calidad de la carne.

* Cristina Pérez Linares. Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias. Universidad Autónoma de Baja California. Km. 3.5 Carr. a San Felipe. Fracc. Campestre. Mexicali, B.C. México. Tel. (686) 5 57-43-70. Email.: cristinapl@yahoo.com.

INTRODUCCIÓN

Un problema de calidad en la industria cárnica es la presencia de carne DFD (oscura, firme y seca). Cuando la carne presenta un pH a las 24 h postmortem ≥ 5.8 , y un alto valor para capacidad de retención de agua, hace su apariencia oscura (Warris, 2003). Por lo que su comercialización es difícil dado que el consumidor asocia su color oscuro a carne procedente de animales viejos o de almacenamiento en malas condiciones. La carne DFD tiene su origen en el estrés del animal antes o durante el sacrificio (Warris, 2003). Este estrés puede generarse por manejo, movimientos, novedades, hambre, fatigas, sed, lesiones, temperaturas extremas, deficiencias en el diseño del equipo de insensibilización, así como falta de mantenimiento de equipos e instalaciones (Grandin, 1996; Gallo, 2003). En un trabajo previo, Pérez et al. (2006) investigaron 26 factores probables en su asociación con presencia de carne DFD, de ellos cinco resultaron con alta asociación, con valores de OR de entre 10 a 35. El objetivo de este trabajo fue evaluar las modificaciones en las prácticas de manejo ante-mortem en su asociación con la presencia de carne DFD.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en dos engordas comerciales y en las instalaciones de la Planta de Sacrificio Tipo Inspección Federal, localizadas en la ciudad de Mexicali, B.C., México durante la época de invierno. La región geográficamente se encuentra a una Latitud N 32° 40', Longitud O 115° 28' y altitud de 10 msnm., en el noroeste de México. La época de invierno comprendió desde diciembre hasta febrero. Se obtuvo la información de aplicar cuestionarios en la fase de engorda, en la fase de transporte y en la fase planta de sacrificio. La descripción de los cuestionarios, descripción del área de

estudio, las prácticas de manejo previas al sacrificio así como los factores de manejo asociados ($P < .05$) a carne DFD esta en Pérez et al. (2006). Las modificaciones impuestas a los factores de manejo asociados se presentan en el Cuadro 1.

Variables bajo estudio: La ocurrencia de carne DFD fue estimada utilizando 400 canales tomadas al azar durante el período de estudio. A las 24 h posterior al sacrificio de los animales se tomaron los valores de pH y variables de color (L^* y C^*) en la canal, específicamente en el músculo *Longissimus dorsi* entre la 11va y 12va costilla. El pH se determinó empleando un potenciómetro de punción Delta TRAK ISFET pH 101 (Delta TRAK, Inc., Pleasanton, CA., E.U.A.), medido en el centro del músculo. Para las variables de color (L^* y C^*), evaluadas en la superficie del músculo, se utilizó un espectrofotómetro Minolta CM-2002 (Minolta Camera Co., Ltd, Japón) empleando un componente especular incluido (SCI), un iluminante D_{65} y un observador de 10° . Se consideró un tiempo de 30 minutos entre el corte y la medición. L^* determina la luminosidad ($0 = L^* = 100$) y C^* el croma calculado como $(a^{*2} + b^{*2})^{0.5}$ (Young et al., 2003). Todas las mediciones se hicieron por triplicado. La carne fue clasificada como normal, oscura y DFD según los criterios establecidos por Wulf et al. (2002), Forrest et al. (1979) y Minolta (1994), (Cuadro 2). La asociación de la modificación impuesta al factor de manejo con la ocurrencia de carne DFD fue evaluada por OR empleando un modelo de regresión logística univariado empleando el procedimiento LOGISTIC del paquete SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC).

RESULTADOS

La ocurrencia de carne DFD en invierno fue de 30.27%. Los valores de asociación de las modificaciones impuestas al factor de manejo, en las prácticas antemortem, con la presencia de carne DFD se presentan en el Cuadro 3. En el cual se

observa que temperatura ambiente mayor a los 16°C durante el arreo, el cambio en el instrumento para el arreo (látigo por estaca), así como el tiempo en los corrales de descanso mayor a 1 h 40 min mostraron asociación ($P < .05$) con carne DFD. El no mezclado de animales de entre corrales para su transporte al sacrificio, así como el tiempo total de espera al sacrificio no resultaron con asociación ($P > .05$).

DISCUSIÓN

El valor de 30.37% para la frecuencia de carne DFD en el estudio resultó 3.72 veces superior al reporte de Pérez et al. (2006) para las mismas engordas. Para los meses de invierno (octubre a febrero), Kreikemeier et al. (1998) encontraron valores porcentuales de carne DFD de entre 0.43 a 0.69, mientras que de entre 0.9 a 1.4% para los meses de julio y agosto. Valores superiores son reportados para la época de verano, del orden del 5% por Janloo et al. (1998) y de un 14% por Gallo et al. (2000), con una clara disminución durante el otoño (Tarrant y Sherrington, 1980). Sin embargo, los resultados de este estudio reflejan la presencia de interacción entre factores ambientales y fisiológicos sobre el bienestar del animal, sugiriendo una mayor atención durante el manejo en la fase de sacrificio. Adicionalmente, la falta de capacitación y rotación continúa del personal en el rastro así como una ausencia en el mantenimiento general del equipo en las instalaciones del rastro, como componentes de esta interacción, pueden participar en el resultado observable de carne DFD. Al respecto, Gallo et al., (2003) mencionan que el contar con un equipo de insensibilización adecuado así como con la capacitación a los operarios encargados del área de noqueo y desangrado, incrementa la eficiencia del proceso de insensibilización del ganado y por lo tanto disminuye la frecuencia de carne DFD. El manejo del ganado en forma eficiente, experta y calmada

utilizando las técnicas e instalaciones recomendadas y tomando medidas para evitar el dolor y las lesiones accidentales, disminuirá el estrés en los animales y se evitarán deficiencias en la calidad de la carne (Chambers y Grandin, 2001).

El modificar la hora del arreo de los animales para su transportación a la planta de sacrificio, del mediodía a por la mañana, continuó ser significativo ($P < .05$) a la presencia de carne DFD. Aunque su valor de odd ratio disminuyó de 9.51 en Pérez et al. (2006) a 6.62, la presencia de cambios drásticos en las temperaturas ambientales durante esta época, de 0°C por la noche a fluctuaciones de entre los 17 y 25°C al mediodía continúa siendo un factor de estrés sobre el bienestar del animal.

El cambio de estaca por látigo, como instrumento de arreo en la engorda, no fue causa de no asociación ($P < .05$) a la presencia de carne DFD. El no estar acostumbrados a este instrumento ocasionó estrés en los animales, posiblemente por ser un instrumento novedoso. Al respecto, Grandin (2001) mencionó como provocador de estrés en el animal el no estar acostumbrados al manejo con instrumentos nuevos.

De las modificaciones realizadas en este estudio, el no mezclar animales de varios corrales para su transporte no fue significativo ($P > 0.5$) en la presencia de carne DFD, ya que fueron animales familiarizados entre sí lo que ayudó a evitar las peleas por la jerarquía dominante, empujones, montas y topetazos (Kreikemeier et al., 1998; Warris, 2003)

Aún cuando se redujo el tiempo de espera antes del sacrificio en los corrales de descanso en menos de 4 h, los valores de asociación con la frecuencia de carne DFD fueron altos en magnitud ($\text{OR} = 20.43$). En este estudio ocurrió que a la llegada a la planta de sacrificio los animales fueron confinados en un corral donde fueron mezclados de varios corrales de la misma engorda. El estrés presente en los animales fue ocasionado

posiblemente por el estrés psicológico debido a peleas entre ellos, lucha de jerarquías, las altas densidades de los animales en los corrales, el ambiente nuevo en la planta de sacrificio y la presencia de ruido tal y como lo citan Wulf et al. (1997). También, el estrés físico por hambre, fatiga, lesiones, además del estrés fisiológico, pueden agotar las reservas de glucógeno muscular y propiciar la presencia de carne DFD (Kreikemeier et al., 1998; Immoen et al., 2000). Se observó sin embargo, que el reducir el tiempo total de espera de los animales desde su arribo a la planta de sacrificio hasta el inicio del mismo no resultó con asociación ($P > .05$) a la presencia de carne DFD, ya que los animales son sacrificados el mismo día de la llegada en contraste con lo descrito en el estudio de Pérez et al. (2006) donde los animales eran sacrificados al día siguiente de la llegada a la planta de sacrificio. Hargreaves et al. (2004) mencionan que cuando los animales permanecen más de un día en los corrales disminuyen las reservas de glucógeno debido a factores que propician estrés como períodos prolongados de tiempo sin alimento (Silva et al., 1999), reflejándose en cortes de carne DFD.

CONCLUSION

Las modificaciones a la hora del arreo, el uso de látigo, y el tiempo de espera en los corrales de descanso previo al sacrificio resultaron en una asociación a la presencia de carne DFD. Aún con las modificaciones impuestas en las prácticas de manejo previo al sacrificio hubo una alta ocurrencia de carne DFD (30.27%). Entonces, se hace necesario continuar evaluando prácticas de bienestar animal en la búsqueda de disminuir este problema de la industria de la carne.

LITERATURA CITADA

Forrest J.C., E.D.Aberle, H.B. Hedrick, M.D. Judge and R.A. Merkel, 1979.
Fundamentos de Ciencia de la Carne, Ed. Acribia, Zaragoza, España.

- C. Gallo, C. Teuber, M. Carters, H. Uribe, T. Grandin, 2003. Mejoras en la insensibilización de bovinos con pistola neumática de proyectil retenido tras cambios de equipamiento y capacitación del personal. Arch. Med. Vet. XXXV. No.2.
- Grandin, T., 1996. El bienestar animal en las plantas de faena. XXIX American Association of bovine Practitioners, Proc., Fort Collins, Colorado. U.S.A. pp. 22-26.
- T. Grandin, 2001. Perspectives on transportation issues; the importance of having physically fit cattle and pigs. J. Anim. Sci. 79 (E. Suppl.):E201-E207.
- A. Hargreaves, L. Barrales, I. Peña, R. Larrain and L. Zamorano, 2004. Factores que influyen en el pH último e incidencia de corte oscuro en canales de bovino. Cie. Inv. Agr.31(3):155-166.
- K. Immonen, M. Ruusenen and E. Poulanne, 2000. Some effects of residual glycogen concentration on the physical and sensory quality of normal pH beef. Meat Sci., 55:33-38.
- S.M. Janloo, H.G. Dolezal, B.A. Gardner, F.N. Owens, J. Peterson and M. Moldenhaver, 1998. Characteristics of dark cutting steer carcasses. Anim. Sci. Reserarch Report. Department Animal Science. Division of Agricultural Science and Natural Resources. Oklahoma State University. p. 28-31.
- KK. Kreikemeier, J.A. Unruh and T.P. Eck, 1998. Factors affecting the occurrence of dark-cutting beef and selected carcass traits in finished beef cattle. J. Anim. Sci. 76:388-395.
- Minolta, 1994. Precise Color Communication, Minolta, Corp. Ramsey, N.J., U.S.A.

- C. Pérez L., F. Figueroa S., and A. Barreras S., 2006. Relationship between management factors and the occurrence of DFD meat in cattle. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 5(7):578-581.
- W. R. Ramsay, H.R.C. Meischke, and B. Anderson, 1976. The effect of tipping of horns and interruption of journey on bruising in cattle. *Aust. Vet. Journal.* 52: 285-286.
- J.A. Silva, L. Patarata and C. Martins, 1999. Influence of ultimate pH on bovine meat tenderness during ageing. *Meat Sci.* 52: 453-459.
- P.V. Tarrant, F.J. Kenny, and D. Harrington, 1988. The effect of stocking density during 4 hour transport to slaughter on behaviour, blood constituents and carcass bruising in Friesian steers. *Meat Sci.* 24:209-222.
- P.V. Tarrant and J. Sherrington, 1980. An investigation of ultimate pH in the muscles of commercial beef carcasses. *Meat Sci.* 4:287-297.
- Warris, P.D., *Ciencia de la Carne*, Ed. Acribia, Zaragoza, España, 2003.
- D.M. Wulf, R.S. Emmett, J.M. Leheske and S. J. Moeller, 2002. Relationships among glycolytic potential, dark cutting (dark, firm and dry) beef and cooked beef palatability. *J. Anim. Sci.*, 80:1895-1903.
- S.K. Young, K.Y Seok, H.S. Young and K.L. Sung, 2003. Effect of season on color of Hanwoo (Korean native cattle) beef. *Meat Sci.*, 63:509-513.

Cuadro 1. Modificaciones a evaluar en las prácticas de manejo antemortem

Práctica de manejo	Modificación impuesta
Temperatura durante el arreo	Embarque por la mañana (5am a 8 am) vs embarque en la tarde (12pm a 3pm)
Instrumento para el arreo	Látigo por estaca de plástico
Animales mezclados de varios corrales en el transporte	Se transportan de un solo corral
Tiempo de espera en los corrales de descanso en el rastro	Menor a 4 horas vs 19 horas
Tiempo total de espera al sacrificio desde su llegada al rastro	Sacrificio el mismo día del embarque

Cuadro 2. Clasificación de la carne de acuerdo a los valores de pH, L* y c*.

Tipo de carne	pH	L*	C*
Normal	5.4 a 5.8	40 a 60	> 30
Oscura	< 5.8	< 40	< 30
DFD	≤ 5.8	< 40	< 30

Wulf et al. (2002), Forrest et al. (1979) y Minolta (1994)

Cuadro 3. Valores de asociación junto con los intervalos de confianza al 95% para los factores de manejo modificados y la ocurrencia de carne DFD, en la época de invierno

Factor de manejo	OR	IC 95%	
Temperatura durante el arreo	6.62	3.20	13.68
Arriba de 16°C			
*Abajo de 16°C			
Instrumento para el arreo	4.90	2.53	9.49
Látigo			
*Chicharra			
Animales de un solo corral durante el transporte	NS	-	-
Animales mezclados de varios corrales			
*Animales de un solo corral			
Tiempo de espera en los corrales de descanso			
>1h 40 min	20.43	8.90	50.90
* <1h 40 min			
Tiempo total de espera al sacrificio	NS	-	-
> 13 hr			
* < 13 hr			

OR= razón de desigualdad

IC= intervalo de confianza