



Evaluación de la insensibilización de bovinos durante el sacrificio mediante el uso de indicadores conductuales

Evaluation of cattle insensibilization during slaughter through the use of behavioral indicators

Ada Carmiña Gamon Llanos.

RESUMEN:

El objetivo de la insensibilización es lograr una pérdida profunda de la conciencia del animal, evitando cualquier sufrimiento durante el desangrado. Para evaluar la insensibilización de bovinos durante sacrificio mediante el uso de indicadores conductuales, se visitaron dos mataderos. Se evaluó la insensibilización en 150 bovinos, para conocer si existe estrés y sufrimiento de los animales destinados al sacrificio, se realizó fichas de registro donde se anotaron los indicadores conductuales (resbalones, caídas, vocalizaciones, saltos y marcha hacia atrás) y de sensibilidad (reflejo corneal, arqueamiento de la espalda, vocalizaciones y movimiento de patas) más comunes, uno en el momento de aturdimiento y el otro en el momento de izado en la riel. Si bien se encontraron diferencias significativas entre los mataderos para las variables de vocalización, marcha hacia atrás, reflejo corneal ambos presentan frecuencias fuera de los estándares internacionales permitidos para bienestar animal, teniendo un porcentaje alto de animales no insensibilizados durante el sacrificio. Según las observaciones estas podrían estar relacionados con problemas de diseño de las instalaciones, falta de capacitación y sensibilización del personal sobre lineamientos de bienestar animal, ausencia de indicadores y normativas claras nacionales para auditar esta etapa.

PALABRAS CLAVES:

Mataderos, insensibilización, indicadores, bienestar animal.

ABSTRACT:

The aim of desensitization is to avoid a deep loss of the animal's conscience, preventing any suffering during the bleeding. We visited two slaughterhouses in order to evaluate the bovine desensitization during slaughter by using behavioral indicators. We evaluated the desensitization in 150 cattle to know if there is stress and suffering of the animals destined for slaughter. We recorded the most common behavioral indicators (slips, falls, vocalizations, jumps and backward movement) and sensitivity (corneal reflex, bowing of the back, vocalizations and movement of legs), one at the moment of stunning and the other at the moment of being lifted on the rail. Although we found significant differences among the slaughterhouses in the variables of vocalization, backward movement and corneal reflex, both have frequencies outside the international standards allowed for animal welfare, having a high percentage of animals that are not desensitized during slaughter. According to the observations, these could be related to problems of design of the facilities, lack of training and awareness of the personnel on animal welfare guidelines, absence of indicators and clear national regulations to audit this stage.

KEY WORDS:

Slaughterhouses, desensitization, indicators, animal welfare.

AUTOR:

Ada Gamón: Docente Carrera Medicina Veterinaria y Zootecnia. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. adacarmi@hotmail.com

Recibido: 15/02/2018. Aprobado: 30/03/2018.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el bienestar animal ha tomado importancia creciente en todo el mundo, sobre todo para los consumidores de carne Bovina, cada vez más se considera que la calidad del producto no sólo está determinada por la naturaleza y la inocuidad, sino también por la percepción del estado de bienestar que haya tenido el animal que produjo ese alimento (Huertas, 2006).

A pesar del creciente interés mundial respecto al bienestar de los animales de producción (Stuardo, 2005), en nuestro país se da una escasa atención a los efectos que tiene el stress en el animal, el mal manejo

del ganado y el sufrimiento antes y en el aturdimiento de los animales destinados al sacrificio para obtención de carne. Según Taffur y Acosta (2007), estos efectos determinan el deterioro de las canales y generación de productos de mala calidad.

Desde el punto de vista del bienestar animal, el sacrificio tiene como finalidad evitar el sufrimiento y estrés innecesario a los animales al momento de provocarles la muerte (Organización Mundial de Sanidad Animal, 2012). El objetivo de la insensibilización o noqueo es lograr una pérdida profunda de la conciencia del animal, evitando cualquier sufrimiento durante el desangrado (HSA, 2006). Queda claro que el estrés causado por un mal

manejo pre-mortem impacta drásticamente la calidad de la carne obtenida (Hernández et al. 2013), las malas prácticas de sacrificio, en especial la insensibilización, pueden favorecer la presencia de hemorragias petequiales y equimóticas en músculos, así como la fractura de huesos, que conllevan a disminuir el valor comercial de los cortes (Gregory, 2005; Grandin, 2006). A pesar de estas implicaciones, son frecuentes los métodos no aceptados para insensibilizar a los bovinos y las malas prácticas de manejo (Romero et al. 2012).

Para evaluar la efectividad de la insensibilización se han utilizado indicadores conductuales o basados en el animal. La importancia del uso de indicadores conductuales radica en que miden condiciones que están relacionadas con malas prácticas de manejo, equipos mal diseñados o comportamientos abusivos por parte de los manejadores hacia los animales (Sejian et al. 2011). Su implementación se recomienda porque se basan en el conocimiento científico, permiten conocer la tendencia de la medición en el tiempo, hacen viable la medición bajo condiciones comerciales y suministran información sobre posibles problemas de bienestar animal y sus causas (Sejian, et al. 2011).

El objetivo del presente trabajo consistió en evaluar mediante indicadores conductuales la eficiencia en la insensibilización en un matadero de la ciudad del El Alto y otro de La Paz.

MATERIALES Y MÉTODOS:

Este estudio se llevó a cabo en dos mataderos del radio urbano de la ciudad de La Paz y El Alto, entre los meses de marzo y abril del 2015. Debido a políticas internas de los dos establecimientos estos

estudios se realizaron en tres visitas, en las cuales se hicieron las observaciones correspondientes de los bovinos ante mortem y en el momento de la insensibilización. Se observó el proceso de insensibilización a un total de 150 bovinos, de los cuales 75 correspondían al matadero de La Paz (A) y 75 al matadero de El Alto (B).

Revisión Ante Mortem

Se realizó las visitas a los mataderos correspondientes a horas 7:30 am con el propósito de realizar la inspección Ante mortem con la supervisión del Inspector veterinario de ambos mataderos.

Para la inspección ante mortem se revisó individualmente a los animales de los corrales verificando si presentan alguna patología o la presencia de enfermedad infecto contagiosa como ser: Fiebre Aftosa (FMD), Rabia, enfermedades de la piel, Diarrea viral bovina (BVD), Encefalopatía espongiforme bovina (BSE).

Indicadores conductuales y de sensibilización

Para conocer si existe estrés y sufrimiento de los animales destinados al sacrificio, se realizó fichas de registro donde se anotaron los indicadores conductuales y de sensibilidad más comunes, uno en el momento de aturdimiento y el otro en el momento de Izado en la riel (Tabla 1).

Los indicadores fueron registrados como presentes cuando se observaron al menos una vez en cada animal

Los indicadores de sensibilidad considerados se describen a continuación.

Tabla 1. Descripción de indicadores observados en las diferentes etapas del faenado.

Variables	Descripción	Etapas
Marcha atrás	El animal se resiste a entrar al cajón de noqueo.	Ingreso al cajón de sensibilización.
Vocalización	El animal emite un mugido.	Cajón de sensibilización e izado en el riel de sangría.
Salto		Ingreso al cajón de sensibilización.
Caídas	El porcentaje de animales que cae durante el manejo o aturdimiento.	Ingreso al cajón de sensibilización.
Movimiento de patas	Aunque el animal tenga reflejos de patear, su cabeza debe descolgarse como la de un muñeco de trapo.	Izado en el riel de sangría.
	El animal intenta arquear o enderezar la espalda, intenta levantar la cabeza.	Izado en el riel de sangría.
Reflejo corneal	Parpadeo o movimiento ocular como respuesta al tacto de la cornea.	Izado en el riel de sangría.

Para la evaluación de tales indicadores, se utilizaron como criterios aceptables los propuestos por el Instituto Americano de la carne y el Comité ético del bienestar animal (Grandin, 2010); donde se exigen porcentajes <3% para las caídas, <1% saltos, <3% para vocalizaciones, se contabilizó el número de animales que permanecieron insensibles durante el izado, mediante la evaluación de la presencia/ausencia de los signos: reflejo corneal, arqueamiento de espalda, vocalizaciones y movimiento de patas.

Se estudiaron indicadores administrativos como la efectividad de la insensibilización en 35 bovinos del matadero A (número de golpes ejecutados en cada animal en el momento de aturdimiento y el tiempo

demorado desde el último golpe para la insensibilización hasta el momento de sangría).

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de la información se aplicó estadística descriptiva y se realizaron tablas de frecuencia usando el programa SPSS Statistics 24.0.0. Así como las diferencias entre los dos mataderos mediante la prueba de Chi-cuadrado, con un nivel de significancia del 0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

a) Condiciones de faeneo en los mataderos

En las tres visitas realizadas en los mataderos se pudo constatar las siguientes observaciones:

Tabla 2. Descripción de indicadores observados en los mataderos.

OBSERVACIONES	MATADERO A	MATADERO B
Corrales de inspección	No cuenta con corral	No cuenta con corral
Infraestructura	No cuenta con moderna infraestructura	No hay buen uso de la infraestructura
Veterinarios	Cuenta con veterinario	Cuenta con veterinario
Higiene	Tiene una buena higiene	Tiene una buena higiene

b) Control ante mortem

En las tres visitas realizadas se pudo constatar que no se presentó ningún animal con enfermedad o signo de enfermedad infectocontagiosa, por lo que se procedió al normal faenado, como corresponde una vez verificado por el Médico Veterinario del matadero.

Los indicadores conductuales evidencian prácticas de bienestar inaceptables durante el ingreso de los bovinos al cajón de insensibilización en las dos plantas (Tabla 3). Se observaron diferencias significativas en la proporción de marcha hacia atrás y vocalización entre las dos plantas, siendo más frecuentes en el matadero del Alto.

c) Indicadores de sensibilización en el cajón de noqueo

Tabla 3. Indicadores conductuales en el cajón de noqueo.

Variable	Presencia	La Paz N=75		El Alto N =75		Signif.
		N	%	N	%	
Marcha atrás	No	66	88,0	55	73,3	*
	Si	9	12,0	20	26,7	
salto	No	56	74,7	55	73,3	n s
	Si	19	25,3	20	26,7	
caídas	No	55	73,3	60	80,0	ns
	Si	20	26,7	15	20,0	
Vocalización	No	74	98,7	68	90,7	*
	Si	1	1,3	7	9,3	

El resultado de 26,7% en el matadero del Alto y 12% en La Paz para marcha atrás son superiores al encontrado por Romero *et. al* (2012) con 20,3% y 7,2%. La marcha hacia atrás o intento de devolverse de los bovinos, se debe al mal diseño de los corredores de conducción, al ruido generado por los equipos neumáticos del área de sacrificio, a la falta de iluminación del cajón de insensibilización y a las conductas aversivas del personal durante el arreo

(Grandin, 2006; Miranda-de la Loma, *et al.* 2010). Para la vocalización el matadero de La Paz con 1,3% se encuentra dentro de los estándares permitidos (3%) en cambio en el matadero del Alto se presentó un 9,3%, menor al encontrado por Muñoz *et. al* (2012) con 17,2%, y simila a Romero *et. al.* (2012) con 9,8%. Según los estándares para evaluar el bienestar animal propuestos por Grandin (1998), el alto porcentaje de animales que vocalizan refleja un “problema grave”,

distando bastante del 3% máximo aceptable para esta conducta en los mataderos comerciales evaluados por este autor. Para los indicadores de salto y caídas no se encontraron diferencias significativas entre los dos mataderos con 25,3%, 26,7% para salto y 26,7% y 20% para caídas resultados que distan bastante del 1% máximo aceptado por Grandin (1998), Romero et al. (2012) encontró en dos mataderos 9,6% y 9,8% para caída. En esta investigación fueron frecuentes las caídas durante el ingreso al cajón de noqueo, aspectos que incrementan el estrés de los animales y aumentan el riesgo de la presencia de contusiones y carnes de menor calidad (Gallo y Kemp, 2012). Estas conductas del ganado están relacionadas con pisos deslizantes y mal diseño del cajón de insensibilización (Grandin, 2003). Es imposible lograr un buen nivel de bienestar animal, así como un manejo calmo y tranquilo, cuando los animales resbalan o caen en el piso. Todas las áreas por donde los animales caminen deberán contar con una superficie antideslizante (Grandin 1999).

d) Indicadores de sensibilización en el izado de riel

Los resultados de la evaluación de indicadores del bienestar animal tras el aturdimiento se muestran en la tabla 4. La presencia del movimiento de patas estuvo presente en valores de 36 y 38% en los mataderos A y B no encontrándose diferencias significativas entre ambos, estos datos son similares a los encontrados en tres mataderos la región noroeste de México por Pérez *et. al* (2015) con 35,7 y 39,5%. Los movimientos no coordinados de las extremidades se deben ignorar porque se deben a reflejos espinales (Grandin, 2010). El arqueamiento de espalda se encontró en un 41,3 % (A) y 36 % (B), según Ríos (2008) el animal no debe presentar ningún reflejo que haga que su espalda se arque y enderece; por el contrario si el animal está parcialmente sensible, este intentara levantar la cabeza aunque este rígida o tiesa, esto nos indica que la efectividad de la insensibilización no supero los límites aceptables.

Tabla 4. Indicadores conductuales en el izado de riel.

Variable	Presencia	La Paz		El Alto		Sig
		N	%	N	%	
movimiento de patas	No	48	64,0	46	61,3	ns
	Si	27	36,0	29	38,7	
reflejo corneal	No	59	78,7	42	56,0	**
	Si	16	21,3	33	44,0	
Arqueamiento de espalda	No	44	58,7	48	64,0	ns
	Si	31	41,3	27	36,0	
vocalización	No	75	100,0	67	89,3	**
	Si	0	0,0	8	10,7	

El reflejo corneal en los mataderos de A y el B fue de 21,3 y 44% respectivamente, superiores al encontrado por Pérez et al (2015) que observó un promedio del reflejo corneal de 3,0%, Cartes (2000) con 2,6%, Concha (2010) con 4,9%, Romero et. al (2012) con 0,5% y 1,9%. Los reflejos oculares son indicadores de que los animales no están totalmente inconscientes y por esa razón demuestran tener alguna reacción al

tocar el párpado o la córnea del ojo, pestañeando o haciendo seguimiento con la mirada. Grandin (1994) refiere que un buen indicador de inconciencia en el ganado bovino después del aturdimiento es la no presentación de reflejo corneal, por lo que la presentación de este signo es un indicador de una posible recuperación de la sensibilidad.

La frecuencia de bovinos que vocalizaron después del noqueo fue de 0% para el matadero A y de 10,7% en el matadero del B, Pérez *et. al* (2015) observó el 12,3% y 31,3%, Gallo *et al* (2003) con 46,9%, y 0,3% (Concha 2010). Una de las variables indicadoras de estrés es la vocalización debida a un aturdimiento deficiente (Warriss *et. al.* 1984), además es un indicador del bienestar animal, y como es de fácil cuantificación es posible identificar fallas en el equipo aturdidor o de manejo inapropiado (Manteuffel *et. al* 2004).

Signos de vocalización mientras cuelgan del riel de desangrado, reflejos oculares en respuesta al tacto, pestañeo y enderezamiento de lomo arqueado, son indicadores de una posible recuperación de la sensibilidad, por lo tanto, se deberá aplicar inmediatamente un disparo de perno retráctil, en los animales que presenten una o más de las observaciones (Gradin, 1994)

Tabla 5. Número y porcentaje de golpes ejecutados en bovinos en el momento del aturdimiento.

Nº de golpes	Valor de referencia Nº de animales	%
1	4	11.43
2	7	20.00
3	7	20.00
4	7	20.00
5 y mas	10	28.57
Total	35	100.00

Se puede observar que el aturdimiento es moroso, el sacrificio debería ser lo más humanitario posible para evitar el sufrimiento innecesario en los bovinos.

De acuerdo con Laamboy (1983), el noqueo con mazo es un método de aturdimiento no aceptable debido a su baja eficiencia, este autor observó la eficiencia del mazo solo en un 50 % de los animales sacrificados.

Tabla 6. Tiempo de sangría post insensibilización.

Tiempo post insensibilización	Valor de referencia Nº de animales	%
≤ 30 segundos	2	5.70
≤ 60 segundos	7	20.00
> 60 segundos	26	74.29
TOTAL	35	100.00

Respecto al intervalo de tiempo entre el primer golpe y la sangría se hallaron tiempos superiores a 60 segundos en observándose casos de hasta 6 golpes y 5 minutos para la sangría, lo cual favorece la recuperación de la conciencia de los animales y el sufrimiento durante el sacrificio.

Otro aspecto importante desde un punto de vista de bienestar animal, es el tiempo que transcurre entre

noqueo y la sangría, el que debe mantenerse al mínimo (Warriss, 2004 señala que debería ser menor de 30 segundos).

El mal noqueo, así como el tiempo prolongado entre noqueo y sangría, pueden provocar además de sufrimiento en los animales, problemas en la calidad de la carne, debido a que se producen hemorragias

musculares (blood splash), generalmente detectables en los músculos de mayor valor.

Además, desde el punto del bienestar animal se recomienda usar para la insensibilización un sistema de noqueo irreversible, como la pistola de proyectil retenido con penetración de cráneo, ya que como lo menciona la OIE (2011) tiene menor probabilidad de falla que los métodos de noqueo reversibles (Muñoz et. al 2012).

CONCLUSIONES

Los dos mataderos evaluados presentan problemas graves de bienestar animal durante el sacrificio, presentando métodos de insensibilización ineficaces al compararlos con algunos estándares internacionales altamente valorados y estandarizados.

Según las observaciones estos podrían estar relacionados con problemas de diseño de las instalaciones, falta de capacitación y sensibilización del personal sobre lineamientos de bienestar animal, ausencia de indicadores para auditar esta etapa y falta de compromiso gerencial para implementar criterios de evaluación. Se requiere fortalecer el conocimiento de las implicaciones del bienestar animal en la calidad, inocuidad y productividad de la cadena cárnica bovina y la implementación de indicadores conductuales para identificar los puntos críticos durante esta etapa.

La evaluación del bienestar animal mediante indicadores conductuales realizada de la manera correcta es una medida objetiva, práctica y útil para realizar diagnósticos y auditorías de bienestar animal, además estos resultan económicos porque solo es necesario un evaluador debidamente entrenado, son poco invasivos, con lo que se asegura que la medición no represente un estrés adicional para los bovinos.

Se recomienda mejorar los cajones de noqueo en ambos mataderos en cuestión al tamaño y dimensiones.

Se debe implementar el uso de la pistola de insensibilización automática así se verán mejores resultados con respecto a calidad e inocuidad de la carne y evitar estrés y sufrimiento innecesario en los animales

También es posible brindar capacitación a los operarios y funcionarios trabajadores de los mataderos para así poder apoyar una mejor forma de uso de métodos y menos fallos en estos.

AGRADECIMIENTOS

A los dos mataderos por permitirnos el ingreso y a los veterinarios de turno.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Cartes, M. (2000). *Evaluación de la eficacia en el uso de la pistola de proyectil retenido para insensibilizar ganado bovino en tres plantas faenadoras de carne de la Décima Región*. Tesis, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Concha, R. (2010). *Evaluación de la eficacia en el uso de la pistola de proyectil retenido sin penetración de cráneo para insensibilizar ganado bovino en una planta faenadora de carne*. Tesis, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Gallo, C.; Teuber, C.; Cartes, M.; Uribe, H. & Grandin, T. (2003). *Mejoras en la insensibilización de bovinos con pistola neumática de proyectil retenido tras cambios de equipamiento y capacitación del personal*. Archivos de Medicina Veterinaria. 35:159-170.
- Grandin, T. (1998). *Buenas prácticas de manejo para el arreo e insensibilización de animales*. Informativo sobre carne y productos cárneos N. 22, 124-136.

- Grandin, T. (2003). *Transferring results of behavioral research to industry to improve animal welfare on the farm, ranch and the slaughter plant*. Applied Animal Behavior Science. 81: 215-228.
- (1994). *Guías recomendadas para el manejo de animales para empacadores de carne*. American Meat Institute, 1-22.
- (2006). *Progress and challenges in animal handling and slaughter in the U.S.* Applied Animal Behavior Science. 100:129-139.
- (2010). *Recommended animal handling guidelines audit guide: A systematic approach to animal welfare*. Disponible en: <http://www.animalhandling.org/ht/a/GetDocumentAction/i/58425.pdf> Consultado el 17 de febrero 2018
- Gregory, N. (2005). *Recent concerns about stunning and slaughter*. Meat Science. 70: 481-491.
- HSA, Humane Slaughter Association. (2006). *Insensibilización del ganado con pistola neumática de perno cautivo*. 4. ed. Wheathampstead, UK, Pp 1-13.
- Huertas, S. (2006). *Bienestar de los bovinos en las etapas que circundan a la faena*. Montevideo. UY; Tesis De Maestría, p 6.
- Lambooy, E. (1983). *Some aspects of captive bolt stunning in ruminants. Stunning of animals for slaughter*. Ed: Martinus Nijhof, pp. 51-69
- Manteuffel, G.; Puppe, B. Y Schön, P. (2004). *Vocalization of farm animals as a measure of welfare*. Applied Animal Behavior Science. 88: 163-182.
- Miranda-de la Lama, G; Rivero, L.; Chacón, G.; Garcia, S. (2010). *Effect of the pre-slaughter logistic on some indicators of welfare in lambs*. Livestock Science. 128: 52-59.
- Muñoz, D, Strappini, A, Y Gallo, C. (2012). *Indicadores de bienestar animal para detectar problemas en el cajón de insensibilización de bovinos*. Archivos de medicina veterinaria, 44(3), 297-302. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2012000300014>. Consultado el 20 de febrero 2018.
- Organización mundial de la sanidad animal. OIE. (2012). *Código sanitario para los animales terrestres. Título 7. Bienestar de los animales, capítulo 7.1. Introducción a las recomendaciones para el bienestar animal*. Disponible en http://www.oie.int/index.php?id=169&L=2&htmfile=chapitre_aw_introduction.htm. Consultado el 18 de febrero 2018.
- Pérez, L; Figueroa, S; Estrada, A; Sánchez, L; Barreras, S, Bolado, S; Ríos, R. (2015). *Indicadores de bienestar animal durante el aturdimiento de bovinos sacrificados en establecimientos Tipo Inspección Federal del noroeste de México*. Arch. med. vet., 2015, vol.47, no.3, p.375-380. ISSN 0301-732X
- Rios R y Costa S. (2008). *Sacrificio humanitario de ganado bovino e inocuidad de la carne*. NACAMEH Vol 2, No 2 p 120. <http://cbs.izt.uam.mx/nacameh>
- Romero, M; Uribe, V; Sánchez, V. (2012). *Evaluación de la conducta y las prácticas de manejo durante el sacrificio bovino, como indicadores de bienestar animal*. Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321428108003> ISSN. Consultado el 18 de febrero 2018.
- Romero, M., Gonzáles, L., y Cobo, C. (2012). *Evaluación del bienestar animal por medio de indicadores conductuales durante el*

sacrificio de bovinos. Luna Azul ISSN 1909-2474, vol. 1(35). 48-59. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-24742012000200004. Consultado el 18 de febrero 2018

Sejian, V.; Lakritz, J.; Ezeji, T. Y Lal, R. (2011). *Assessment methods and indicators of animal welfare*. Asian Journal of Animal and Veterinary Advances. 6: 301-315

Stuardo L. (2005). *Chile, frente al desafío de la aplicación de normas de bienestar animal: la experiencia del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)*. Proceeding of the Seminar Animal Welfare in Chile and the EU: Shared

Experiences and Future Objectives, Silvi Marina, Italy, Pp 41-46.

Tafur, A., y Acosta, J. (2006). *Bienestar Animal: Nuevo reto para la ganadería*; Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Colombia. Disponible en: <http://www.ica.gov.co/getattachment/79b98e64-a258-46d5-9ce1-1375a8312434/Publicacion-20.aspx>

Warriss P, Kestin C, Brown N, Wilkins J. (1984). *The time required for recovery from mixing stress in young bulls and the prevention of dark cutting meat*. Meat Sci 10, 53-68.