

Características bovinas y eventos aversivos durante el faenado en un Centro de Beneficio convencional

Cattle characteristics and aversive experiences during the slaughtered in a conventional slaughterhouse

Hurley Abel Quispe-Ccasa^{1,2*} , José Américo Saucedo-Urriarte^{1,3} , Manuel Emilio Milla-Pino⁴  y Iise Silvia Cayo-Colca⁵ 

¹Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Escuela de Posgrado. Chachapoyas, Peru.

²Instituto Nacional de Innovación Agraria, EEA San Bernardo, PROMEG Tropical. Tambopata, Madre de Dios, Perú.

³Instituto Nacional de Innovación Agraria, EEA El Porvenir, PROMEG Tropical. Tarapoto, San Martín, Perú.

⁴Universidad Nacional de Jaén, Facultad de Ingeniería. Cajamarca, Perú.

⁵Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Facultad de Ingeniería Zootecnista, Agronegocios y Biotecnología. Chachapoyas, Perú.

*Autor Correspondencia: hurleyabelqc@gmail.com

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar la influencia de características de bovinos [condición corporal (CC), lesiones prefaenado (LP), estado de preñez (EP) y estado emocional aparente (EEA)], faenados en un centro de beneficio convencional, sobre la frecuencia de eventos aversivos al bienestar animal y calidad cárnica. Se registró el faenado de 99 bovinos, cuantificando los golpes, torceduras de cola, gritos del operario, puntillazos, tiempos de cada etapa, resbalones, caídas, vocalizaciones e intentos de incorporación. Se determinó pH_{0h} , pH_{1h} , pH_{24h} y goteo en el músculo *Longissimus dorsi et lumborum*. Los datos se analizaron bajo un Diseño Completo al Azar (DCA). Se halló una correlación inversa entre CC y LP ($P < 0,05$), donde bovinos con menor CC presentaron más lesiones en prefaenado. Durante la conducción, más golpes, gritos del operario, tiempo de conducción y tiempo entre derribo y el exanguinado, estaban asociados a bovinos con EEA nervioso. Durante la sujeción, sucedieron más caídas en bovinos del 2/3 de preñez, y el tiempo de sujeción fue mayor en $CC < 2,75$. En el derribo, mayor frecuencia de gritos del operario y número de puntillazos sucedieron en $CC > 3,25$. Bajo las condiciones del estudio, no se encontraron diferencias en el pH y PG% según CC, LP ni EP; sin embargo, bovinos con EEA tranquilo tuvieron menor PG% que EE nervioso ($P < 0,05$), probablemente, con un estado de mayor excitación y estrés. La calidad cárnica es afectada por EEA, pero es necesario establecer mejoras en las prácticas de manejo e insensibilización en el faenado, con el fin de reducir el tiempo de eventos estresantes.

Palabras clave: Bienestar animal; calidad cárnica; condición corporal; estado emocional aparente; indicadores conductuales

ABSTRACT

The aim of the study was to evaluate the influence of cattle characteristics [body condition (CC), pre-slaughter injuries (LP), pregnancy status (EP) and apparent emotional status (AEE)], slaughtered in a conventional slaughterhouse, on the frequency of aversive events to animal welfare and meat quality. The slaughter of 99 bovines was made, quantifying the hits, twisted tails, operator shouts, punctures, time of each stage, slips, falls, vocalizations and incorporation attempts. pH_{0h} , pH_{1h} , pH_{24h} and drip loss were determined in the *Longissimus dorsi et lumborum* muscle. The data was analyzed under a Complete Random Design (DCA). An inverse correlation was found between CC and LP ($P < 0.05$), where cattle with lower CC presented more pre-slaughter injuries. During driving, more hits, operator shouts, driving time and time between shoot down and bleeding were associated with cattle with nervous AEE. During restraint, more falls occurred in cattle from 2/3 of pregnancy, and the restraint time was longer in $CC < 2.75$. In the shoot down, a higher frequency of operator shouts and number of punctures occurred in $CC > 3.25$. Under the conditions of this study, no differences were found in pH and PG% according to CC, LP or EP; however, cattle with calm AEE had lower PG% than nervous AEE ($P < 0.05$), probably with a state of greater excitement and stress. Meat quality is affected by AEE, but it is necessary to establish improvements in management practices and desensitization in slaughter, in order to reduce the time of stressful events.

Key words: Animal welfare; meat quality; body condition; apparent emotional state; behavioral indicators

INTRODUCCIÓN

En Perú, los centros de beneficio son gestionados por el gobierno, y cuentan con un Reglamento de Inocuidad Agroalimentaria, un Reglamento Sanitario del Faenado de Animales de Abasto, y una Ley de Protección y Bienestar Animal (BA) [9]; sin embargo, estos establecimientos son deficientes en infraestructura y buenas prácticas de faenado, adoptando una denominación de mataderos convencionales. La evaluación del proceso de faenado en estos establecimientos puede realizarse mediante la cuantificación de eventos y comportamientos del animal, y el análisis de la calidad cárnica. Por otro lado, el BA puede evaluarse en función al comportamiento animal, porque es rápida, económica y poco invasiva para los animales, pero requiere de un evaluador capacitado [8, 27]. Los eventos como: la reactividad a la interacción humano-animal, vocalizaciones, resbalones, caídas, saltos, agresiones, ruidos intensos, señales de alarma auditiva u olfatoria de congéneres, entre otros, están asociados a una respuesta de miedo de los animales y reflejan la eficiencia con la que los animales son manejados [8, 20]. Por ello, el faenado se convierte en una etapa crítica de la producción de carnes [19, 20].

En el producto final, la alteración de la tasa de descenso de glucógeno muscular y ácido láctico ocasionan defectos en la calidad de la carne, confiriéndole la condición PSE (pálida, blanda y exudativa) o DFD (oscura, firme y seca), resultando con menor tiempo de vida útil en anaquel por el deterioro microbiano [8, 11]. El estrés severo en el prefaenado contribuye a la rápida descomposición del glucógeno y resulta en bajos valores de pH (5,4 a 5,6 en el momento cero); en cambio, los animales que consumen sus reservas glucogénicas durante el transporte, alcanzan bajos niveles de ácido láctico y pH final anormalmente alto (6,4 a 6,8) [5, 7]. El pH se relaciona con el color, capacidad de retención de agua y ternura de la carne [18, 21, 28]. El objetivo del presente estudio fue evaluar la influencia de algunas características de bovinos (*Bos taurus*) beneficiados en un Centro de Beneficio convencional, sobre la frecuencia de eventos aversivos (EA) al BA y calidad cárnica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar del estudio

Se llevó a cabo en el Centro de Beneficio Municipal de Chachapoyas, departamento de Amazonas, Perú. El establecimiento actualmente se rige bajo el Reglamento de Inocuidad Agroalimentaria y el Reglamento Sanitario del Faenado de Animales de Abasto.

Diseño experimental

Se registró aleatoriamente el proceso de faenado de 99 bovinos. Se utilizó un Diseño Completo al Azar (DCA) debido a que no se tenía certeza de la cantidad de individuos que se encontrarían en cada categoría comparable de las variables independientes. Las variables independientes fueron: condición corporal (CC), lesiones prefaenado (LP), estado de preñez (EP) y estado emocional aparente (EEA). Los bovinos eran machos y hembras, con edad de 2 a 4 años determinados por evaluación de la evolución y desgaste de los dientes incisivos, y provenían de fincas locales de Pomacochas, Yerbabuena y Pípus, Amazonas, Perú. Los animales ingresaron al área de descanso de 14 a 15 horas (h) antes del beneficio. Se registró en video todo el proceso del faenado para cuantificar los EA y el manejo, y se tomaron muestras de carne para su análisis fisicoquímico.

Procedimiento de medición de variables

Se utilizó la referencia de Losada-Espinoza y col. [20]. Al ingresar al matadero, se registró la CC de los bovinos, que consistió en la asignación de valores desde 1 (más delgado) hasta 5 (más obeso) [10], debido a la mayor orientación lechera de la producción bovina en la zona. Los bovinos fueron agrupados en tres categorías:

1. CC < 2,75 – (29 bovinos)
2. CC ≥ 2,75 y < 3,25 – (44 bovinos)
3. CC ≥ 3,25 – (26 bovinos).

Se realizó una inspección visual externa del cuerpo de los animales para registrar las LP presentes en el ingreso, tales como: contusiones, escoriaciones, hematomas, heridas hemorrágicas o fracturas. Se agruparon en bovinos con algún tipo de lesión (26 bovinos) y bovinos con ninguna lesión visible (73 bovinos). Posterior al beneficio, se registró el EP en 59 vacas evisceradas, observando el desarrollo fetal con ayuda del veterinario encargado, y se clasificaron en: ausencia de preñez (33 vacas), primer tercio de preñez (15 vacas), segundo tercio (6 vacas) y último tercio (5 vacas).

En la conducción y sujeción del cuello, se registró el EEA mediante un criterio propuesto por los autores, para la valoración del comportamiento animal en respuesta a la interacción con humanos (operarios del matadero). Como criterios, se consideró: un animal con EEA calmado o tranquilo, correspondía al observar ausencia de reactividad del bovino, los animales tenían un avance constante a ligera inmovilidad en breves momentos, durante la conducción y sujeción (85 bovinos). Por otro lado, los animales con evidente sobresalto y excitación ante la presencia de los operarios, miedo, movimientos bruscos y resistencia al avance por un tiempo más prolongado, se consideraron con EEA irritable o nervioso (15 bovinos).

Registro del faenado y EA

El proceso de faenado se observó con una cámara fotográfica (Canon PowerShot SX710HS, Japón) a una distancia de 6 metros (m) del área de faenado y detrás de una reja, para no interferir con la labor de faenado. Durante la sujeción, derribo y exanguinación se registraron EA: resbalones (pérdidas temporales de equilibrio, interfiriendo con su marcha natural, sin que otra parte del animal aparte de las pezuñas, toque el suelo), caídas (pérdidas severas de equilibrio como consecuencia de algunos resbalones, donde otras partes del animal diferentes a las pezuñas, tocaron el suelo), vocalizaciones (mugidos intencionales, excluyendo jadeos, suspiros o gemidos) e intentos de incorporación (flexiones de extremidades o elevaciones de cabeza y cuello del animal, para intentar ponerse de pie, incluso luego del aparente derribo irreversible). Algunas prácticas de manejo de los operarios se consideraron aversivas al BA, de acuerdo a cada etapa del proceso de faenado, se consideraron las siguientes [30, 32]:

Golpes

Impactos con el uso de fuerza, por los operarios hacia los animales, ya sea con las manos, pies (patadas) o utilizando varas, palos, sogas, entre otros, para estimular el avance de los animales. Se registró en la conducción y sujeción.

Torceduras de cola

Arqueamientos intencionales de la cola de los bovinos respecto a su eje vertebral, ejercida por los operarios, para causarles dolor y promover su avance. Se registró en la conducción, sujeción y derribo.

Gritos del operario

Gritos o silbidos emitidos por los operarios para promover el avance de los animales. Se registró en la conducción, sujeción y derribo.

Puntillazos para el derribo

Número de impactos de una puntilla o cuchillo en la articulación atlanto-occipital, provocando el derribo irreversible del animal.

Puntillazos totales

Número de impactos de una puntilla o cuchillo en la articulación atlanto-occipital después del derribo irreversible, para asegurar la inmovilidad durante la exanguinación. Se registró durante el derribo.

Tiempo de conducción

Desde el área de descanso hasta el área de faenado.

Tiempo de sujeción

Desde el ingreso al área de faenado hasta la sujeción del cuello.

Tiempo de derribo

Desde la sujeción del cuello hasta el derribo irreversible.

Tiempo de demora derribo-exanguinación

Desde el derribo irreversible hasta la sección de los vasos que irrigan el corazón.

Características de la carne

El pH se determinó con un potenciómetro portátil para carnes y embutidos (HANNA Instruments HI99163, Rumania) con corrección automática de temperatura. El pH inicial (pH_{0h}) y pH a la primera hora (pH_{1h}) se midieron directamente en la canal, insertando el electrodo en un corte de 1 centímetro (cm) de largo por 5 cm de profundidad [22], en la porción entre la quinta y séptima costilla del músculo *Longissimus dorsi et lumborum*. El pH final (pH_{24h}) se midió en el laboratorio a las 24 h, en muestras conservadas a 4 °C en refrigerador (BOSCH KDD30NL201, Alemania). Las pérdidas por goteo se determinaron por gravedad [15, 25], en muestras trozadas longitudinalmente a la fibra muscular. Los trozos fueron pesados en balanza de precisión (Sartorius ED224S, Alemania) y suspendidos en frascos herméticos de polietileno y conservados a 4 °C por 24 h, finalmente fueron pesadas para calcular las pérdidas con la siguiente fórmula:

$$PG(\%) = \frac{(\text{Peso inicial} - \text{Peso final})}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

Análisis de datos

Se evaluó la normalidad de los datos con la prueba de Kolmogorov-Smirnov y homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene. Los EA y prácticas de manejo de los operarios durante el faenado fueron analizados con la prueba de Kruskal-Wallis y U de Mann-Whitney

($P < 0,05$). El pH_{0h}, pH_{24h} y PG fueron analizados con la prueba de Kruskal-Wallis y U de Mann-Whitney, y pH_{1h} se sometió a ANOVA y la prueba t para muestras independientes ($P < 0,05$). Se verificaron las correlaciones entre las características de los animales y de calidad cárnica, utilizando coeficientes de correlación ordinal de rangos de Spearman ($P < 0,05$), en el programa SPSS v.15.0.

RESULTADOS Y DISCUSION

La CC de los bovinos produjo diferencias ($P < 0,05$) en algunas prácticas de manejo, pero no fueron significativas en la frecuencia de EA, durante el faenado en un matadero convencional (TABLA I). En bovinos con $CC \geq 2,75$ pero $< 3,25$, el tiempo de conducción fue mayor que en otras CC. Durante la sujeción, no hubo diferencias ($P > 0,05$) en el número de golpes, torceduras de cola, gritos del operario, resbalones ni caídas; pero el tiempo invertido en esta operación fue mayor en bovinos con $CC < 2,75$ respecto a los otros ($P < 0,05$). La frecuencia de gritos del operario y puntillazos totales fueron mayores en bovinos de $CC < 2,75$ y $CC \geq 3,25$, respectivamente.

Los bovinos con baja CC fueron objeto de mayor frecuencia de EA y prácticas de manejo inadecuadas por los operarios. Estos animales podrían experimentar mayor debilidad, incrementada por el periodo prolongado de descanso (14 a 15 h) y el estrés que representa un ambiente físico nuevo y desconocido para ellos [34], provocando un avance lento, inmovilidad o rechazo a caminar. La mayor frecuencia de gritos del operario y puntillazos totales fueron variables durante la etapa del derribo, siendo mayor en bovinos de $CC < 2,75$ y $CC \geq 3,25$. En bovinos con baja CC podría estar relacionado a la inmovilidad para adoptar la posición deseada por el operario, para aplicar el puntillazo certero, por eso los operarios utilizan los gritos para incitar el avance de los bovinos [30]. En bovinos con alta CC, los operarios tendrían mayor precaución para derribar estos animales, optando por emitir gritos para evitar alguna agresión; además, el mejor estado nutricional podría dificultar una aplicación certera del puntillazo, efectuándose un mayor número de puntillazos que en los bovinos de menor CC. El derribo con puntilla tiene la función de cortar la sensibilidad de los animales pero no la conciencia; por ello, podría ser importante reducir al máximo el tiempo de demora entre el derribo y el exanguinado, mientras no se cuente con un método adecuado de aturdimiento en el matadero. Las vocalizaciones e intentos de incorporación son indicadores de estrés y sufrimiento [35], y tuvieron mayor frecuencia en bovinos con $CC \geq 3,25$, pero la asociación no fue significativa.

En la TABLA II, la presencia de LP no está asociada ($P > 0,05$) a la frecuencia de eventos aversivos ni prácticas de manejo en la conducción, sujeción, derribo ni exanguinado. De igual forma, no hubo asociación ($P > 0,05$) entre el EP con los eventos adversos ni prácticas de manejo mencionadas, a excepción de las caídas durante la sujeción, que fue mayor en bovinos de primer y segundo tercio de preñez. La presencia de LP no se asoció a EA ni prácticas de manejo inadecuadas; aunque, se registró un mayor número de golpes, torceduras de cola, gritos del operario y puntillazos totales, en bovinos con alguna lesión que en los que no tuvieron ninguna.

Posiblemente, el dolor de las lesiones presentes generó mayor reactividad en los animales, provocando mayor uso de estas prácticas de manejo en mayor frecuencia, por los operarios. Se debe poner atención al número de puntillazos para el derribo y puntillazos totales que efectúa el operario, ya que un estrés intenso, dolor y sufrimiento justo antes de la muerte pueden afectar negativamente las cualidades de la carne. Si bien, Grandin [7, 13] menciona que la correcta posición

TABLA I
Prácticas de manejo y eventos aversivos durante el faenado de bovinos
según condición corporal, en un matadero convencional

Etapa de faenado	Prácticas de manejo y eventos aversivos	Condición Corporal (CC)		
		< 2,75	2,75 a 3,25	≥ 3,25
Conducción	Golpes	0,9±4,6	0,8±2,8	0,6±1,7
	Torceduras de cola	1,9±3,2	1,4±2,6	1,3±2,9
	Gritos del operario	0,2±0,7	0,7±1,5	0,2±0,8
	Tiempo (min)	00:36±00:20	00:51±00:51	00:38±00:29
Sujeción	Golpes	0,5±1,6	0,4±1,1	0,8±1,9
	Torceduras de cola	0,7±1,8	1,0±1,8	0,8±2,0
	Gritos del operario	0,1±0,3	0,8±1,8	0,9±2,2
	Tiempo (min)	01:10±01:36*	00:42±00:25*	00:59±00:33*
	Resbalones	0,3±0,6	0,3±0,7	0,3±0,5
	Caídas	0,1±0,4	0,1±0,2	0,1±0,3
Derribo	Torceduras de cola	1,7±3,4	0,5±0,9	0,6±1,1
	Gritos del operario	0,7±1,7*	0,1±0,2*	0,5±1,2*
	Puntillazos al derribo	2,1±1,7	1,9±1,3	2,3±1,5
	Puntillazos totales	7,4±4,4*	6,5±2,7*	9,5±5,5*
	Tiempo (min)	02:20±02:38	01:33±01:26	02:41:03:09
	Resbalones	0,5±1,0	0,5±1,0	1,2±1,8
	Vocalizaciones	0,7±1,8	0,8±1,7	2,0±4,2
	Intentos de incorporación	0,7±1,6	0,8±1,3	0,9±1,3
Exanguinado	Tiempo desde derribo (s)	44±36	40±26	58±40
	Vocalizaciones	0,2±1,1	0,1±0,3	0,1±0,2
	Intentos de incorporación	0	0,1±0,3	0,1±0,4

*: Asociación significativa prueba Ji-cuadrado ($P<0,05$), y diferencias significativas en los tiempos de cada etapa del faenado mediante U de Mann-Whitney ($P<0,05$)

del operario para efectuar el disparo, es de vital importancia para un faenado adecuado y que el bovino no recobre la sensibilidad; en el caso de este matadero convencional, que no cuenta con el equipamiento para el aturdimiento, un golpe certero de la puntilla y la inmediata incisión de los vasos podrían reducir el tiempo de estrés y sufrimiento innecesario, para acelerar la muerte.

Se observó un ligero incremento de la frecuencia de golpes y torceduras de cola en bovinos de segundo y último tercio de preñez durante todas las etapas del faenado. Ni en el derribo ni el exanguinado se evidenció efecto de EP sobre los EA.

Como un indicador cualitativo de conducta de BA, el EEA durante la conducción de los bovinos, estuvo asociado con la ocurrencia de algunas prácticas de manejo ($P<0,05$) (TABLA II). Los bovinos con EEA nervioso (EEN) recibieron más golpes, gritos del operario y el tiempo de esta etapa fue más prolongado que en bovinos con EEA tranquilo (EET) ($P<0,05$). En la etapa de sujeción y derribo no se observó asociación significativa de EEA con las prácticas e indicadores registrados ($P>0,05$), pero numéricamente se denota un incremento del número de golpes, gritos del operario, torceduras de cola, resbalones y vocalizaciones en bovinos con EEN (TABLA II). Se observó que, el tiempo de demora entre el derribo e inicio del exanguinado fue significativamente mayor

en bovinos con EEN ($P<0,05$), debido a que en estos bovinos luego del derribo con puntillazo, aún se presenta reactividad intermitente. La evaluación del EEA podría contribuir con la valoración del BA durante el beneficio y establecer estrategias de manejo según su tipo. Por ejemplo, la mayor frecuencia de golpes, gritos del operario y el tiempo de faenado en bovinos EEN podría explicarse porque los operarios son objeto de temor o ira, frente a animales que demuestran reactividad, inmovilidad y sobresaltos con movimientos bruscos. Si bien, la actitud o estado emocional del animal es la respuesta del animal a una nueva situación desafiante; el operario en el contexto laboral del matadero convencional, opta por golpear, gritar o torcer la cola de los bovinos para manifestar dominancia y a la vez evitar ser agredidos por los animales [2, 29]. El EEA estaría relacionada al estrés fisiológico que experimenta el animal, que puede ser observable y ser corroborada con parámetros bioquímicos [24, 29]. El mayor tiempo invertido entre el derribo e inicio del exanguinado se debe a que los bovinos EEN, luego del derribo con puntillazo, aún muestran reactividad intermitente. El mismo operario que realiza el derribo también realiza el exanguinado y las actividades posteriores del faenado; por ello, aunque es necesaria una estricta sistematización de actividades para no afectar su rápida continuidad, es cierto que el operario debe procurar el estado de parálisis irreversible de los animales, para proceder al exanguinado seguro.

TABLA II
Prácticas de manejo y eventos aversivos durante el proceso de faenado de bovinos según lesiones prefaenado, estado de preñez y estado emocional, en un matadero convencional

Etapas del Faenado	Prácticas de manejo y eventos aversivos	Lesiones Prefaenado (LP)			Estado de Preñez (EP)			Estado Emocional (EE)	
		Sin lesión	Con lesión	NP	1 ^{er} tercio	2 ^{do} tercio	3 ^{er} tercio	Tranquilo	Nervioso
Conducción	Golpes	0,6±2,3	1,2±5,0	0,2±0,9	0,1±0,4	4,2±10,2	2,6±3,6	0,6±2,9*	2,1±4,6*
	Torceduras de cola	1,7±3,2	0,9±1,6	1,2±2,4	1,9±2,6	1,0±2,0	3,8±5,8	1,4±2,7	2,2±3,6
	Gritos del operario	0,4±1,1	0,4±1,1	0,6±1,2	0,3±0,8	0	0,2±0,5	0,3±0,8*	1,3±2,2*
	Tiempo (min)	00:45±00:41	00:38±00:30	00:36±00:17	00:40±00:35	00:32±00:22	00:46±00:35	00:40±00:35*	01:04±00:52*
Sujeción	Golpes	0,4±1,4	0,7±1,8	0,2±0,4	0,9±2,4	2,0±3,2	1,4±2,0	0,5±1,4	0,9±2,0
	Torceduras de cola	0,8±1,9	0,9±1,9	0,8±1,7	1,1±2,5	1,7±2,7	2,2±3,5	0,9±2,0	0,6±1,2
	Gritos del operario	0,5±1,2	0,9±2,6	0,4±0,7	1,4±2,9	0	0,6±1,3	0,6±1,6	0,8±2,4
	Tiempo (min)	00:54±01:02	00:55±00:46	00:45±00:26	01:16±02:07	01:16±01:08	00:41±00:21	00:55±01:01	00:53±00:31
	Resbalones	0,3±0,6	0,3±0,6	0,4±0,8	0,4±0,6	0,2±0,4	0,4±0,6	0,3±0,5	0,5±0,9
	Caídas	0,1±0,2	0,1±0,4	0*	0,1±0,3*	0,7±8,2*	0*	0,1±0,3	0,1±0,4
Derribo	Torceduras de cola	0,8±1,6	1,2±3,0	0,9±1,6	0,5±1,1	2,5±5,7	0,4±0,9	0,8±1,6	1,5±3,7
	Gritos del operario	0,3±1,2	0,5±1,2	0,3±1,4	0	1,0±2,0	0	0,3±1,1	0,4±1,3
	Puntillazos al derribo	1,9±1,2	2,5±2,0	1,9±1,8	2,2±1,3	2,2±1,5	1,2±0,5	2,1±1,6	2,1±0,9
	Puntillazos totales	7,3±3,5	8,3±5,8	7,0±3,6	8,2±5,3	6,8±2,9	7,2±2,2	7,6±4,4	7,6±3,1
	Tiempo (min)	02:09±02:35	01:54±01:40	01:46±01:24	01:45±01:39	58±35	02:03±01:51	02:05±02:30	02:03±01:28
	Resbalones	0,7±1,4	0,5±1,0	0,4±0,9	0,5±1,0	0	0,2±0,5	0,5±1,0	1,2±2,3
	Vocalizaciones	1,0±2,5	1,4±3,1	0,7±1,8	1,3±2,6	0,7±0,8	1,0±1,4	0,9±2,1	2,6±4,5
	Intentos de incorporación	0,8±1,3	0,9±1,6	0,7±1,5	1,3±2,0	0,2±0,4	0,8±0,5	0,8±1,4	0,9±1,2
Exanguinado	Tiempo desde derribo (s)	44±29	50±43	41±34	50±41	37±11	42±18	44±34*	57±25*
	Vocalizaciones	0,1±0,3	0,2±1,2	0,1±0,2	0	1,0±2,5	0	0,1±0,7	0,1±0,3
	Intentos de incorporación	0,1±0,4	0	0,1±0,4	0	0	0	0,1±0,3	0

*: Asociación significativa mediante prueba Ji-cuadrado ($P<0,05$), y diferencias significativas en los tiempos de cada etapa del faenado mediante U de Mann-Whitney ($P<0,05$)

La calidad fisicoquímica de la carne fue afectada de manera no significativa por la CC de los bovinos ($P>0,05$). Sin embargo, los animales con $CC\geq 3,25$ lograron más alto pH_{1h} y pH_{24h} (6,63 y 5,72, respectivamente) (FIG. 1A) y los de CC de 2,75 a 3,25 exhibieron la mayor tasa de PG (3,37%) (FIG. 2A). No se encontró diferencias en el pH evaluado en tres momentos (0, 1 y 24 h) entre bovinos con y sin presencia de lesiones pre faenado ($P>0,05$) (FIG 1B), aunque el pH final de carne de bovinos que tuvieron alguna LP (5,73), fue más alto que en bovinos sin ninguna lesión (5,67). Similar respuesta se observó en la evaluación de PG, donde la carne de bovinos con alguna lesión y sin LP lesiones pre faenado (2,70 y 3,24 %, respectivamente), perdieron un porcentaje estadísticamente similar de agua en forma de gotas ($P>0,05$) (FIG. 2B). Respecto al EP no se hallaron diferencias significativas entre los valores de pH ni PG (FIGS. 1C y 2C). Además, la carne de bovinos con EET y EEN alcanzaron valores de pH_{0h} , pH_{1h} y pH_{24h} que no difirieron estadísticamente ($P>0,05$) (FIG. 1D), pero las tasas de pérdidas por goteo (PG) fueron significativamente mayores en bovinos con EEN (4,57 %) que en bovinos con EET (2,86 %) ($P<0,05$) (FIG. 2D).

En animales con adecuado faenado y CC de 3,0 a 3,25, Bispo y col. [4] encontraron valores de pH_{24h} entre 5,53 y 5,69 en Holstein-Frisian. El pH final de la carne está vinculado con el contenido inicial de glucógeno [14], y por consiguiente con la actividad física de los animales. Si bien las variaciones de pH podrían estar relacionadas a

factores previos al faenado (distancia de la granja para el transporte, descanso, alimentación, entre otros) [12, 33], debido al agotamiento de reservas energéticas, en las condiciones del estudio (matadero convencional) se partió de un horario de ingreso al matadero y tiempo de descanso uniforme (14 a 15 h antes); las condiciones de la finca y la forma de transporte deben ser abordados en estudios posteriores. Según la literatura, el pH final puede mantenerse alto a medida que el animal es golpeado en el transporte y en el matadero, resultando en valores más altos de lo habitual (hasta 5,8) [23, 26]. En cuanto a las pérdidas por goteo (PG%), los porcentajes son mayores a los reportados por Morón-Fuenmayor y Zamorano [25] para carne bovina (1,8 %) aparentemente con un método adecuado de faenado; evidenciando en este estudio una mayor tasa de exudación líquida, propia de carnes pálidas, suaves y exudativas (PSE) ocasionadas por intenso estrés agudo. La carne de bovinos EEN y EET exhibió mayor PG%, revelando que bovinos EEN pueden sufrir estrés agudo antes que EET, y del faenado propiamente dicho, secretando catecolaminas que metabolizan anticipadamente el glucógeno, acelerando la producción y acumulación de ácido láctico. Consecuentemente, la activación de proteasas, catepsinas y glucoronidasas se traducirán en mayor liberación de agua de la carne [6, 30].

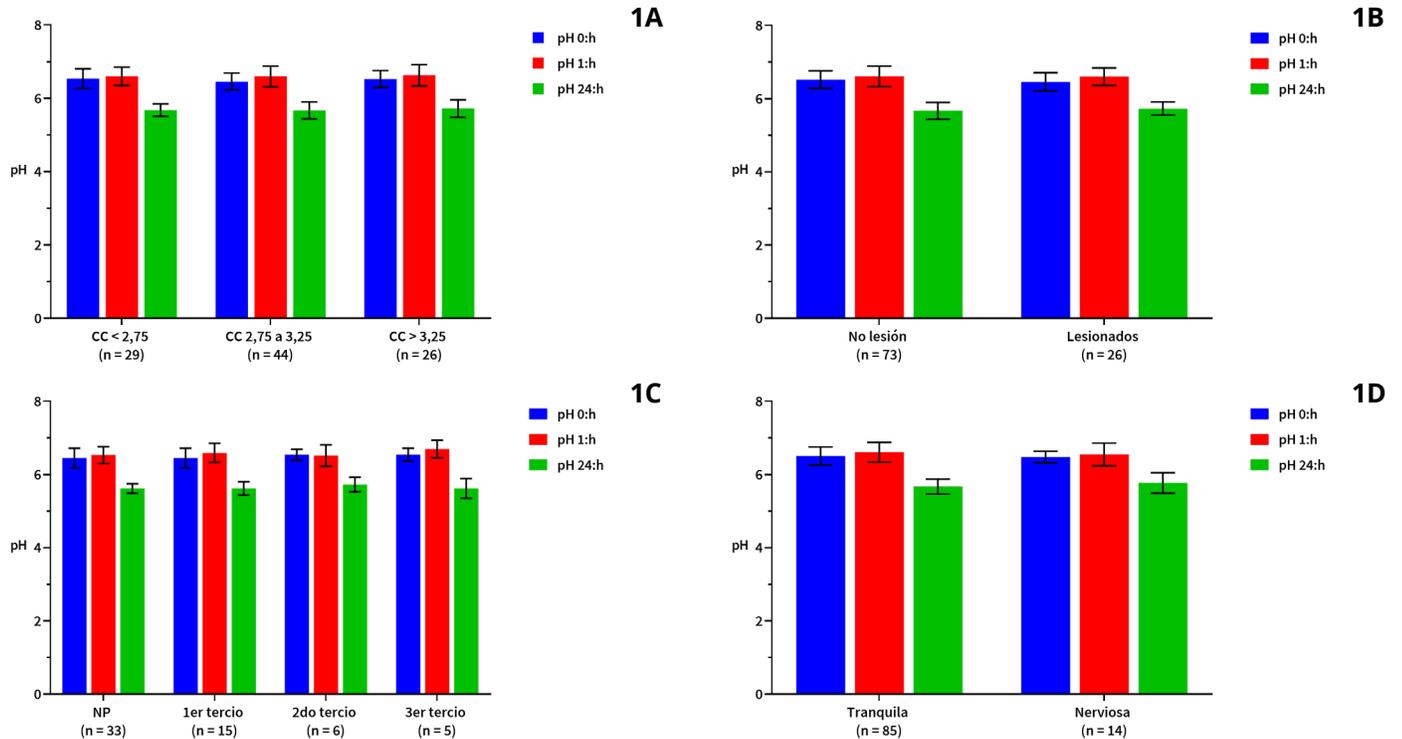


FIGURA 1. Características animales y pH 0:h, pH 1:h y pH 24:h de carne bovina en un matadero convencional. Condición corporal (1A), Lesiones pre faenado (1B), Estado de preñez (1C), Estado emocional (1D). No hubo diferencia significativa entre grupos ($P>0,05$) mediante prueba U de Mann-Whitney para pH 0:h y pH 24:h, y prueba de t para pH 1:h

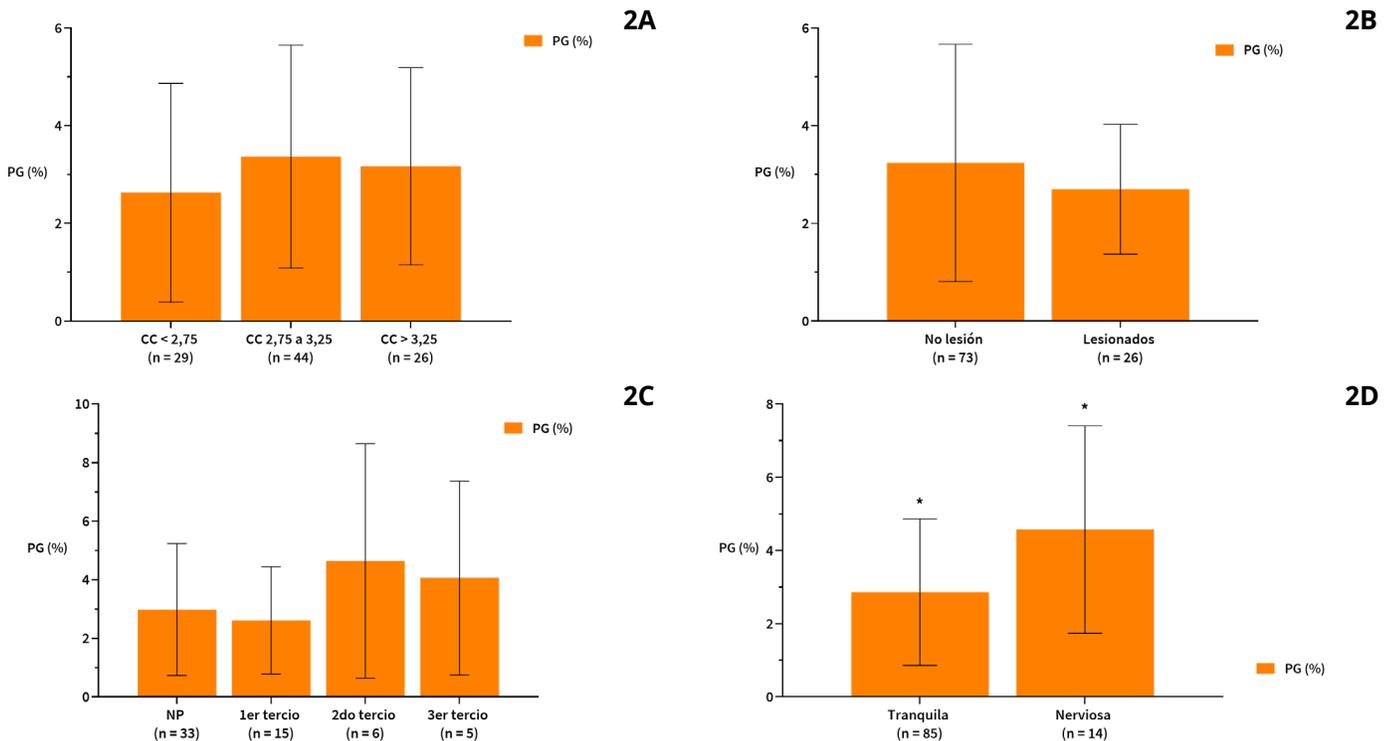


FIGURA 2. Características animales y pérdidas por goteo (PG%) de carne bovina, en un matadero convencional. Condición corporal (2A), lesiones pre faenado (2B), estado de preñez (2C) y estado emocional (2D). *: Diferencias significativas mediante prueba U de Mann-Whitney ($P<0,05$)

Se encontró correlación positiva entre EEA y PG (%) (TABLA III). Además, LP estuvo inversamente correlacionada con CC de los bovinos ($P < 0,05$), donde a menor CC se registraron más lesiones de tipo contusión, escoriación y/o hematoma, heridas hemorrágicas o fractura (TABLA III).

TABLA III

Correlación entre características bovinas y calidad de la carne

Indicadores	CC	LP	EE
pH _{0h}	-0,03	-0,05	-0,06
pH _{1h}	0,03	-0,01	-0,08
pH _{24h}	0,05	0,19	0,11
PG (%) ¹	0,18	-0,02	0,28*
Condición corporal (CC)	1,00	-0,26*	-0,06
Lesiones prefaenado (LP)		1,00	0,09
Estado Emocional (EE)			1,00

¹Pérdidas por goteo. *: Correlación significativa por coeficiente ordinal de rangos de Spearman ($P < 0,05$)

La correlación inversa entre LP y CC podría explicarse por el bajo estado nutricional, en la que se resalta la composición ósea de animal (por ejemplo en la pelvis), incrementando la posibilidad de lesión al contacto con cualquier superficie y a la vez reduciendo la capacidad de cicatrización de heridas. Aunque no hubo correlación entre EEA y pH_{24h}, Ribeiro y col. [31] afirman que, a mayor reactividad del animal, mayor es el nivel de pH final. El temperamento animal está determinado por factores genéticos y ambientales, y la reactividad estaría relacionada a la eficiencia durante la alimentación y el manejo, y se refleja en el rendimiento y calidad cárnica [3, 17]. Aunque PG% fue influenciado por los indicadores evaluados, es muy importante que todo el faenado se realice siguiendo directrices que preserven el BA, ya que muchos estudios corroboran que éstos están relacionados a los parámetros de calidad cárnica y dan como resultado la satisfacción del consumidor y su seguridad alimentaria [1, 16].

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones del presente estudio, las características animales como CC, LP y EP, no influyeron en el pH de la carne; sin embargo, la carne de bovinos EEN exhibió mayor PG% que EET, tal efecto apoyado por una correlación positiva, baja pero significativa. La CC influyó en el tiempo de sujeción, gritos del operario y número de puntillazos para el derribo; el EP en la frecuencia de caídas; y el EEA en la frecuencia de golpes, gritos del operario, tiempo de conducción y tiempo entre el derribo y el exanguinado. Las prácticas de manejo y los EA reflejan la eficiencia del faenado; por ello, se requiere implementar un reglamento para el establecimiento de faenado, en base a estos indicadores, que permitan monitorear tal eficiencia, así como preservar el BA. El estado emocional aparente parece ser una característica de fácil estimación, para la clasificación de los bovinos y establecer protocolos de manejo para EET y EEN, y reducir los impactos negativos en BA y calidad cárnica. Sin embargo, dada la ausencia de un método de aturdimiento en el matadero convencional, es esencial la implementación de un sistema de insensibilización y un reglamento de faenado.

AGRADECIMIENTOS

Al "Programa Doctoral en Ciencias para el Desarrollo Sustentable-FONDECYT-2018-FONDECYT", a través de ProCIENCIA [CG-003-2018 FONDECYT/BM]. Al proyecto "Mejoramiento de la disponibilidad y acceso del material genético mediante el uso de técnicas de biotecnología reproductiva en ganado bovino tropical en las regiones de San Martín, Loreto y Ucayali -PROMEG Tropical" con CUI 2338934.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] AGHWAN, Z.A.; BELLO, A.U.; ABUBAKAR, A.A.; IMLAN, J.C.; SAZILI, A.Q. Efficient halal bleeding, animal handling, and welfare: A holistic approach for meat quality. **Meat Sci.** 121: 420-428. 2016.
- [2] AVERÓS, X.; MARTÍN, S.; RIU, M.; SERRATOSA, J.; GOSÁLVEZ, L. Stress response of extensively reared young bulls being transported to growing-finishing farms under Spanish summer commercial conditions. **Livest. Sci.** 119(1-3): 174-182. 2008.
- [3] BINGHAM, G.M.; FRIEND, T.H.; LANCASTER, P.A.; CARSTENS, G.E. Relationship between feeding behavior and residual feed intake in growing Brangus heifers. **J. Anim. Sci.** 87(8): 2685-2689. 2009.
- [4] BISPO, E.; FRANCO, D.; GONZÁLEZ, L.; MONSERRAT, L.; PÉREZ, N.; MORENO, T. Acabado de vacas de desecho Holstein Frisian: efecto de la duración del acabado sobre la ganancia de peso y las características de la canal y de la carne. **ITEA.** 28(2): 774-776. 2007.
- [5] BRAÑA, D.; RAMÍREZ, E.; RUBIO, M.; SÁNCHEZ, A.; TORRESCANO, G.; ARENAS, M.; PARTIDA, J.A.; PONCE, E.; RÍOS, F.G. Parámetros de Calidad en la Carne. En: **Manual de Análisis de Calidad en Muestras de Carne.** Folleto Técnico N°11. 1er. Ed. D.F. México. Pp 7-55. 2011.
- [6] CALKINS, C.R.; SEIDEMAN, S.C.; CROUSE, J.D. Relationships between rate of growth, catheptic enzymes and palatability in young bulls. **J. Anim. Sci.** 64: 1448-1457. 1987.
- [7] CHAMBERS, P.G.; GRANDIN, T. Capítulo 2: Efectos del estrés y de las lesiones en la calidad de la carne y de los subproductos. En: **Directrices para el manejo, transporte y sacrificio humanitario del ganado.** Edición Food and Agricultural Organization of the United Nations. Bangkok 10200, Tailandia. Pp 1-64. 2001.
- [8] COBO, C.; VARÓN, L.; VÉLEZ, J. Indicadores Conductuales de Bienestar Animal durante el pre-sacrificio bovino. **Vet. Zoot.** 6(2): 112-124. 2012.
- [9] CONGRESO DE LA REPÚBLICA DEL PERÚ. Ley N° 30407, Ley de Protección y Bienestar Animal. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú. 2016. En línea: <https://bit.ly/3RKchYS>. 26/07/2022.
- [10] FERGUSON, J.D.; GALLIGAN, D.T.; THOMSEN, N. Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. **J. Dairy Sci.** 77(9): 2695-2703. 1994.
- [11] FERGUSON, D.; WARNER, R. Have We Underestimated the Impact of Pre-slaughter on Meat Quality in Ruminants?. **Meat Sci.** 80: 12-19. 2008.
- [12] GALLO, G.; ESPINOZA, M.; GASIC, J. Effects of 36 hours road transport with or without a resting period on live weigh and some meat quality aspects in cattle. **Arch. Med. Vet.** 33(1): 43-53. 2001.

- [13] GRANDIN, T. Recommended Animal Handling Guidelines Audit Guide for Cattle, Pigs, and Sheep. 2010. AMI Foundation: American Meat Institute Animal Welfare Committee. En línea: <https://bit.ly/3RNHfiN>. 29/07/2022.
- [14] HAMOEN, J.R.; VOLLEBREGT, H.M.; VAN DER SMAN, R.G.M. Prediction of the time evolution of pH in meat. **Food Chem.** 141(3): 2363-2372. 2013.
- [15] HONIKEL, K.O.; HAMM, R. Measurement of water-holding capacity and juiciness. Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products. **Adv. Meat Res. Series.** 9: 125-161. 1994.
- [16] KLAUKE, T.N.; PIÑEIRO, M.; SCHULZE-GEISTHÖVEL, S.; PLATTES, S.; SELHORST, T.; PETERSEN, B. Coherence of animal health, welfare and carcass quality in pork production chains. **Meat Sci.** 95(3): 704-711. 2013.
- [17] LANIER, J.L.; GRANDIN, T.; GREEN, R.; AVERY, D.; MCGEE, K. A note on hair whorl position and cattle temperament in the auction ring. **Appl. Anim. Behav. Sci.** 73(2): 93-101. 2001.
- [18] LISTE, G.; VILLARROEL, M.; CHACÓN, G.; SAÑUDO, C.; OLLETA, J.L.; GARCÍA-BELENQUER, S.; ALIERTA, S.; MARÍA, G.A. Effect of lairage duration on rabbit welfare and meat quality. **Meat Sci.** 82: 71-76. 2009.
- [19] LLONCH, P.; KING, E.M.; CLARKE, K.A.; DOWNES, J.M.; GREEN, L.E. A systematic review of animal based indicators of sheep welfare on farm, at market and during transport, and qualitative appraisal of their validity and feasibility for use in UK abattoirs. **Vet. J.** 206(3): 289-297. 2015.
- [20] LOSADA-ESPINOSA, N.; VILLARROEL, M.; MARÍA, G.A.; MIRANDA DE LA L, G.C. Pre-slaughter cattle welfare indicators systems: A systematic review. **Meat Sci.** 138: 34-48. 2018.
- [21] MARÍA, G.A.; BUIL, T.; LISTE, G.; VILLARROEL, M.; SAÑUDO, C.; OLLETA, J.L. Effects of transport time and season on aspects of rabbit meat quality. **Meat Sci.** 72: 773-777. 2006.
- [22] MARIÑO, G.; VILCA, M.; RAMOS, D. Evaluación del pH en canales de toros Holstein (*Bos taurus*) y Nelore (*Bos indicus*). **Rev. Inves. Vet. Perú.** 16(1): 90-95. 2005.
- [23] MCNALLY, P.W.; WARRISS, P.D. Recent bruising in cattle at abattoirs. **Vet. Rec.** 138(6): 126. 1996.
- [24] MOBERG, G.P. Biological response to stress: implications for animal welfare. In: **The biology of animal stress. Basic principles and implications for animal welfare.** Moberg, G.P.; Mench, J.A. (Eds.). CABI Publishing. UK. Pp 1-22. 2000.
- [25] MORÓN-FUENMAYOR, O.; ZAMORANO, L. Pérdida por goteo en carne cruda de diferentes tipos de animales. **Rev. Cientif. FCV-LUZ.** XIV(1): 36-39. 2004..
- [26] MPAKAMA, T.; CHULAYO, A.; MUCHENJE, V. Bruising in Slaughter Cattle and Its Relationship with Creatine Kinase Levels and Beef Quality as Affected by Animal Related Factors. **Asian-Australas J. Anim. Sci.** 27(5): 717-725. 2014.
- [27] OFICINA INTERNACIONAL DE EPIZOOTIAS (OIE). Sacrificio de Animales. Código Sanitario para los Animales Terrestres. 2018. En línea: <https://bit.ly/3YjzvHF>. 01/08/2022.
- [28] OUHAYOUN, J.; DALLE, Z.A. Muscular energy metabolism and related traits in rabbit. A review. **World Rabbit Sci.** 1: 97-108. 1993.
- [29] PIGHIN, D.; DAVIES, P.; GRIGIONI, G.; PAZOS, A.; CECONI, I.; MENDEZ, D.; BUFFARINI, M.; SANCHO, A.; GONZALEZ, C.B. Effect of slaughter handling conditions and animal temperament on bovine meat quality markers. **Arch. Zoot.** 62(239): 399-409. 2013.
- [30] QUISPE, H.; CAYO-COLCA, I.; SAUCEDO, J. Correlación entre indicadores conductuales de bienestar animal y propiedades fisicoquímicas de la carne bovina. **Rev. Inves. Vet. Perú.** 30(1): 34-48. 2019.
- [31] RIBEIRO, J.; GONÇALVES, T.; LADEIRA, M.; TULLIO, R.; CAMPOS, F.; BERGMANN, J.; NETO, O.; CARVALHO, J.R. Reactivity, performance, color and tenderness of meat from Zebu cattle finished in feedlot. **Rev. Bras. Zoot.** 41(4): 1009-1015. 2012.
- [32] ROMERO, M.; URIBE, L.; SÁNCHEZ, J. Evaluación de la conducta y las prácticas de manejo durante el sacrificio bovino, como indicadores de bienestar animal. **Rev. CES Med. Vet. Zoot.** 7(2): 22-29. 2012.
- [33] ROMERO, M.H.; URIBE-VELÁSQUEZ, L.F.; SÁNCHEZ, J.A.; MIRANDA DE LA L, G.C. Risk factors influencing bruising and high muscle pH in Colombian cattle carcasses due to transport and pre-slaughter operations. **Meat Sci.** 95(2): 256-263. 2013.
- [34] TERLOUW, C. Stress reactivity, stress at slaughter and meat quality. En: Przybylski, W.; Hopkins, D. (Eds.). **Meat Quality: Genetic and Environmental Factors** Philadelphia, USA: CRC Press. Pp 199-217. 2015.
- [35] VELARDE, A.; FÀBREGA, E.; BLANCO-PENEDO, I.; DALMAU, A. Animal welfare towards sustainability in pork meat production. **Meat Sci.** 109: 13-17. 2015.