



Desempeño en canal de vacas, vaquillas y toros engordados a pastizal en ecosistema sabana

Carcass performance of cows, heifers and bulls fattened to pasture in the savanna ecosystem

Nelson Huerta-Leidenz^{1 i} ✉, Nancy Jerez-Timaure^{2 ii}, Argenis Rodas-González^{3 iii}

1. Facultad de Agronomía, Departamento de Zootecnia. Universidad del Zulia, Aptdo. 15205, Maracaibo, Venezuela [Dirección actual: Department of Animal and Food Sciences, Texas Tech University. Box 42141. Lubbock, Texas, E.U.A.]. 2. Facultad de Agronomía, Departamento de Zootecnia. Universidad del Zulia, Aptdo. 15205, Maracaibo, Venezuela [Dirección actual: Instituto de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile]. 3. Department of Animal Science, Faculty of Agricultural & Food Sciences, University of Manitoba. Winnipeg, Manitoba R3T 2N2, Canadá. ✉ Autor de correspondencia: nelson.huerta@ttu.edu.

RESUMEN

Un grupo de vaquillas (n=22) y vacas (n=19) Brahman descartadas se engordaron a pasto (165 días) con toros tipo cebú (n=20) para comparar sus rasgos en canal, rendimiento carnicero y rasgos de palatabilidad. Toros superaron significativamente a hembras en peso y rendimiento en canal, conformación, acabado y ojo del lomo. Vaquillas clasificaron mejor que vacas (P<0.01) en grado estadounidense de calidad; 90% de los canales de toros clasificaron en los mejores grados estadounidenses de rendimiento. Vaquillas y vacas, rindieron más en cortes de alto valor, grasa recortada y hueso limpio que toros (P<0.05). Toros superaron en cortes de valor medio y total de producto vendible (P<0.05). A peso de canal constante, las vacas igualaron (P>0.05) a toros en peso de cortes de alto valor (filete, aguayón, pulpa negra, pulpa blanca), y de bajo valor (aldillas y costilla con hueso). Bistés de vacas, con menor fuerza de corte (P<0.05) que los de toros, calificaron mejor en terneza general y sabor (P<0.05). Las ventajas comparativas de hembras en porcentaje de cortes de alto valor y atributos de palatabilidad más deseables, sugieren oportunidades mercadológicas para agregar valor a los canales de hembras descartadas en mercados nichos de calidad para carne de pasto.

i [id orcid.org/0000-0003-3476-6584](https://orcid.org/0000-0003-3476-6584)

ii [id orcid.org/0000-0003-3894-2936](https://orcid.org/0000-0003-3894-2936)

iii [id orcid.org/0000-0002-3753-7253](https://orcid.org/0000-0002-3753-7253)

Recibido: 24/04/2020. Aceptado: 04/06/2020

<https://www.doi.org/10.24275/uam/izt/dcbs/nacameh/2020v14n1/HuertaL>

Palabras claves: Brahman, Canal bovina, Toro, Vaca, Vaquilla, Rendimiento en cortes, Carne a pasto.

ABSTRACT

A group of purebred Brahman cull heifers (n = 22) and cows (n = 19) were fattened on pasture (165 days) along with Zebu-type bulls (n = 20) to compare their carcass traits, fabrication yield and meat palatability traits. Bulls significantly outperformed females in carcass weight and dressing percentage, conformation and fat cover ratings, and ribeye size. Heifers graded better than cows (P <0.01) in US quality grade; 90% of bull carcasses reached the best US yield grade. Heifers and cows had higher yields of high-value cuts, trimmed fat, and clean bone than bulls (P <0.05). Bulls outperformed females in yield of medium-value cuts and total salable product (P <0.05). At constant carcass weight, the cows did not differ (P > 0.05) from bulls in weights of tenderloin, sirloin, top round, bottom round, and low-value cuts (skirts and ribplate). Loin steaks from cows had lower shear force values (P <0.05) and rated better in overall tenderness and flavor than their bull counterparts (P <0.05). The comparative advantages of females in percentage of high-value cuts and their more desirable palatability attributes suggest marketing opportunities to add value to carcasses of cull females in high-quality, grassfed beef niche markets.

Keywords: Brahman, Beef carcass, Bull, Cow, Heifer, Bulls, Cutability, Grass-fed beef.

INTRODUCCION

Desde 1972, Venezuela ha contado con normativas para la clasificación de canales bovinas (Huerta-Leidenz, 2002) y a partir de 1994 se adoptan criterios similares a los de EEUU (Huerta-Leidenz, 2002). La normativa actual (Decreto Presidencial No. 1896, 1997) dispone de cinco categorías de calidad, designadas como "AA", "A", "B", "C" y "D"; en orden descendente de palatabilidad esperada. Todas son aplicables a canales de hembras sin parir ("novillas" o "vaquillas") y machos castrados ("novillos") pero las de vacas sólo pueden optar a las tres categorías inferiores; tampoco, las canales de toretes y toros pueden optar para la categoría de calidad máxima "AA" (Decreto Presidencial No. 1896, 1997). En Venezuela y México por lo general, la castración de machos no se practica para aprovechar el mejor ritmo de crecimiento, y conversión alimenticia, y una demanda por canales más pesadas y magras, propias de machos enteros prepúberes (toretos) o de mayor madurez (toros) (Huerta-Leidenz y Ríos-Fuenmayor, 1993a,b). Toros, vacas y vaquillas contribuyeron respectivamente con el 40.34%, 27.47% y 6.90% de las canales presentadas a clasificación en 2019 (Asociación Venezolana de Frigoríficos Mataderos Industriales, datos no publicados). En ciertos rastros los machos reciben precios diferenciales de acuerdo a su categorización (Azuaje, G., comunicación personal) pero esto no sucede con las hembras, que en su mayoría concurren a cosecha en pobres condiciones corporales que resultan en bajos rendimiento en canal. Al no engordar las hembras descartadas, los criadores se pierden de las oportunidades de capturar un valor mayor mediante la diferenciación con las categorías clasificatorias. En América del Norte, para

incrementar el valor de hembras de descarte se ha probado: (a) engorde a granos para mejorar palatabilidad de carne y alcanzar mercados de mayor valor, (b) perfilado muscular para identificar músculos/cortes paladeables subutilizados y, (c) ecuaciones de predicción del rendimiento carnicero más precisas (Stelzleni y col., 2007; Rodas-González y col., 2013; Aalhus y col., 2014). Con engorde, aún a pastoreo, se pueden esperar variaciones favorables en rasgos en canal, rendimiento carnicero y/o palatabilidad de la carne para elevar el valor comercial de hembras de descarte. En un reporte complementario al presente, Rodas-González, Huerta-Leidenz y Jerez-Timaure (2017) compararon grupos de categorías de calidad (A, B, y C) x clase sexual (vaquillas, vacas y toros), en el desempeño en canal. Con este mismo juego de datos, se examina la variación en rasgos similares entre las clases de mercado antes mencionadas, únicamente por su propia condición sexual. Por lo tanto, el objetivo general de esta investigación fue comparar las canales de vaquillas, vacas de descarte y toros engordadas a pasto, en términos de rasgos de la canal, rendimiento carnicero (en kg y %) y palatabilidad de sus lomos.

MATERIALES Y METODOS

Manejo de los animales y condiciones de la prueba

El estudio se realizó atendiendo a la normativa para animales experimentales del Comité de Bioética de la Comisión Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT, 1999).

Las vaquillas (n = 22; ~ 2.5 años de edad), y las vacas de descarte (n = 19; ~ 4.5 años de edad) eran de raza Brahman y los toros eran mestizos Brahman (n = 20; Bos indicus × Bos taurus de historia desconocida). Los detalles agroclimáticos de la zona fueron ya descritos (Riera-Sigala y col., 2004, Sarmiento y col., 2004). Las vaquillas (con un promedio de 340 kg de peso vivo) y las vacas (con un promedio de 410 kg de peso vivo) provenían de una operación vaca-becerro vecina al rancho, propiedad de la misma compañía ganadera. Las hembras se descartaron del rebaño de cría debido a la incapacidad de reproducirse durante la temporada de apareamiento. Los toros promediaron 405 kg de peso vivo, con un historial de manejo desconocido, adquiridos ad hoc de varios productores del área. La condición muscular y el tipo corporal fueron evaluados en cada animal antes del inicio de la engorda a pastoreo, según lo descrito en el sistema de categorización en pie (Decreto Presidencial No. 1896, 1997). La condición corporal promedio fue de 3.1, 2.8 y 2.5 para vacas, toros y vaquillas; respectivamente (según la escala del 1 al 5, donde 1=muscularidad voluminosa y 5=muscularidad pobre). El tipo corporal promedio fue de 3.0, 2.9 y 2.5 para vacas, toros y vaquillas, respectivamente (según la escala del 1 al 5, donde 1=muy grande y 5=muy pequeño).

Todos los animales se trataron contra ectoparásitos y endoparásitos, se vacunaron contra fiebre aftosa antes de ingresar al ensayo y se mantuvieron juntos para la engorda a pastizal de Tanner (*Brachiaria radicans*) bajo un sistema rotacional con períodos de pastoreo de 32 días (4 días de ocupación y 28 días de descanso) y carga de 1.1 UA/ha. El aporte nutritivo de los pastos

con respecto a su materia seca (80% del forraje fresco) fue, en promedio: nutrientes digestibles totales, 63%; proteína cruda, 6%; extracto libre de nitrógeno, 47%; extracto etéreo, 1%; fibra cruda, 34%; cenizas; 11%; calcio, 1.1%; fósforo, 0.32%. Durante la prueba, los animales solamente recibieron suplementación de sal y minerales. A los 120 días de prueba, el grupo experimental se envió a cosecha para los estudios de canal y de la carne.

Cosecha y evaluación de canales

Los animales se transportaron a un rastro donde ayunaron durante 12 h con acceso al agua. La cosecha se efectuó de acuerdo a procedimientos estándar y la normativa descrita en el código de prácticas de higiene para mataderos industriales, frigoríficos industriales y salas de matanza municipales o privada (COVENIN, 1986). Al final del proceso, se pesaron las medias canales calientes. El rendimiento en canal se calculó mediante la fórmula convencional (peso de canal caliente/peso embarque x 100). Después de enfriarlas durante 24 horas a 2° C, las canales se evaluaron y clasificaron de acuerdo a la normativa vigente venezolana (Decreto Presidencial No. 1896, 1997) y estadounidense (USDA, 2017). Los rasgos de la canal relacionados con la calidad y el rendimiento carnicero fueron descritos en detalle (USDA, 2017; Rodas-González, Huerta-Leidenz y Jerez-Timaure, 2017) y pueden resumirse de la manera siguiente: (1) Conformación [1=Muy convexa, 2=Convexa, 3=Rectilínea, 4=Cóncava, 5=Muy cóncava (Huerta-Leidenz y col. 1979)]; (2) Acabado [1=Extremadamente abundante, 2=Abundante, 3=Medio 4=Ligero, 5=Escaso (Decreto Presidencial No. 1896, 1997)] (3) Espesor de la grasa de la espalda (mm) sobre el músculo longissimus dorsi, en la interfaz de las costillas 12ª y 13ª ajustada por el acabado exterior; (4) área del longissimus dorsi u “ojo del lomo” (AOL), en la interfaz de las costillas 12ª y 13ª; (5) Proporción de la canal de grasa perirrenal, pélvica y cardíaca de la canal (PPC); (6) madurez adiposa (color de la grasa subcutánea), donde 1=blanco marfil, 2=blanco cremoso, 3=amarillo claro, 4=amarillo intenso, 5=naranja (Decreto Presidencial No. 1896, 1997). La madurez ósea se evaluó por las características estructurales del esqueleto, con énfasis en el grado de osificación intracartilaginosa de las apófisis espinosas en la columna vertebral [100=A (madurez más joven); 400=D (madurez más avanzada) con gradiente de 0 a 99 puntos en cada nivel de madurez ósea]. La madurez muscular se evaluó por el color y textura del m. longissimus dorsi, donde 100=A (madurez más joven); y 400=D (madurez más avanzada); con gradiente de 0 a 99 puntos en cada nivel de madurez muscular. La madurez fisiológica general por la normativa estadounidense se estimó ponderando 60% de la madurez ósea y 40% de la madurez muscular [100=A (madurez más joven); 400=D (madurez más avanzada) con gradiente de 0 a 99 puntos en cada nivel de madurez general]. Además, se asignaron puntuaciones para la cantidad de marmoleado presente en el AOL; donde, 1=Abundante, 2=Moderado, 3=Pequeño, 4=Ligero, 5=Trazas, 6=Prácticamente desprovisto, con gradiente de 0 a 99 en cada grado de marmoleado (USDA, 2017). Con las puntuaciones asignadas para madurez fisiológica general y cantidad de marmoleado se determinó del grado de calidad estadounidense de la canal (USDA, 2017). Las mismas puntuaciones de madurez general y marmoleado se ajustaron con las de madurez adiposa

para determinar la categoría de calidad por el sistema venezolano de clasificación de canales (Decreto Presidencial No. 1896, 1997). Con el peso en canal caliente, espesor de la grasa de la espalda, AOL y PPC (%) se determinó el grado de rendimiento carnicero estadounidense (USDA-YG; USDA, 2017).

Rendimiento carnicero

A las 48 h post-mortem el lado izquierdo de la canal se redujo a cortes comerciales subprimarios mayoristas. Los procedimientos del despiece comercial fueron descritos anatómicamente por Montero y col. (2014) quienes también reportaron las equivalencias en nomenclatura de cortes entre Venezuela y México. Durante el despiece, la grasa exterior remanente en los cortes se recortó hasta un grosor máximo de 6.4 mm. Los cortes integrantes de los tres grupos clasificados por su valor comercial, según el sistema de comercialización imperante en Venezuela, con los nombres con sus homólogos mexicanos (entre paréntesis) y principales músculos componentes, se describen a continuación: Cortes de alto valor (deshuesados): lomito (filete), solomo de cuerito (chuletón + lomo deshuesados). ganso (aguayón), punta trasera (tapa de aguayón), muchacho redondo (cuete), muchacho cuadrado (pulpa blanca, pulpa larga o contracara), pulpa negra (ídem o centro/cara), chocozuela (bola), pollo de res (empuje). Cortes de mediano valor (deshuesados): Lagarto de la reina (talón de copete), solomo abierto (diezmillo), paleta (planchuela), y papelón (juil). Cortes de menor valor: faldas [(aldillas) sin hueso, lagarto anterior con hueso (chambarete de mano con hueso), y lagarto posterior con hueso (chambarete de brazo/copete con hueso), costilla con hueso, pecho con hueso (ídem). Con el peso de los cortes agrupados por su valor comercial se calcularon sus respectivas proporciones (%) de la canal fría. La suma total de los tres grupos de cortes de distinto valor comercial, representó el total de producto vendible (TPV). Los coproductos del deshuese fueron la osamenta desmembrada y descarnada (hueso limpio) y los recortes de grasa, y otros restos de tejido conjuntivo (ligamentos y tendones principalmente) y sus respectivas proporciones (%) de la canal fría fueron calculadas. Como las canales frías no pudieron pesarse antes del deshuese, su peso se calculó sumando los pesos de todos los productos (cortes musculares) y coproductos.

Obtención de muestras para fuerza de corte y evaluación sensorial.

A las 48 h post-mortem, del chuletón deshuesado del lado derecho de la canal se cortaron cuatro bistés de 2.54 cm de grosor de manera secuencial, comenzando desde la interfaz con el lomo hacia la porción craneal del músculo longissimus dorsii thoracis (LDT). Los bistés se eligieron al azar, alternando su posición anatómica para ser asignados a las pruebas de fuerza de corte Warner-Bratzler (FCWB) ó a su evaluación sensorial. Los bistés se envasaron individualmente al vacío; debidamente identificados se colocaron en una caja de cartón e inmediatamente pasaron a un túnel de congelación a -30° C. Después de 72 horas se almacenaron a -20° C hasta efectuar la determinación de FCWB y los análisis sensoriales. Los

mismos se descongelaron en un refrigerador a 4° C durante 24 h antes de proceder a los diferentes análisis.

Culinaria

La preparación de muestras y los procedimientos de cocción siguieron las pautas descritas por la American Meat Science Association (AMSA, 2016). En resumen, antes de cocinar, se registraron los pesos de los bistes descongelados y luego los bistés fueron ubicados y cocinados en una parrilla eléctrica abierta Oster (Sunbeam Products, Inc., modelo 4777-33, Boca Raton, FL) que fue precalentada (aproximadamente a 165° C). Los bistés se voltearon solamente una vez (a 35° C de temperatura interior) y se retiraron de la parrilla cuando alcanzaron una temperatura interior final de 70° C. Una vez que los bistés alcanzaron la temperatura interna final, se retiraron de la parrilla. El tiempo de cocción y el peso de bistec cocido se registraron inmediatamente.

Determinaciones de fuerza de corte

Las determinaciones de fuerza de corte siguieron las pautas de AMSA (2016). Después de cocinar los bistés, éstos se dejaron enfriar a temperatura ambiente y fueron horadados con un sacabocados para obtener aproximadamente de 6 a 10 bocados de 1.27 cm de diámetro, dependiendo del área de la sección transversal del músculo LDT. Al horadar los bistés cocidos, los bocados se retiraron en forma paralela a la orientación de la fibra muscular, teniendo el cuidado de no incluir trozos de tejido adiposo o conectivo. Cada bocado se cortó una sola vez utilizando la cizalla Warner-Bratzler (G-R Elec. Mfg. Co, Manhattan, KS). Los valores de FCWB se registraron en kg y los valores de 6 a 10 bocados de 2 bistés se promediaron para el análisis estadístico.

Pruebas sensoriales con el panel descriptivo entrenado.

Los bistés para el análisis sensorial siguieron el mismo proceso culinario (AMSA, 2016). Los bistés cocidos se recortaron de grasa visible y tejidos conectivos para reducirlos a 8-15 muestras de forma cúbica ($\approx 1,27 \text{ cm}^3$ de tamaño) del músculo LDT. Las muestras cúbicas de cada unidad experimental se colocaron en platillos de cartón desechables precodificados y se almacenaron en un horno precalentado (a 50° C) durante 7 minutos antes de servirlos a los panelistas. Las muestras en cubos se sirvieron tibias, sin sal y sin especias, acompañadas con un vaso de agua que se utilizó para enjuagar la boca después de probar cada muestra. El panel sensorial entrenado estaba compuesto por 8 panelistas (catadores). Huerta-Leidenz y col. (1996) describieron detalladamente la selección y capacitación de los catadores en el mismo rastro. Cada catador, degustó 2 muestras cúbicas correspondientes a cada animal. Dieciséis muestras fueron servidas en 2 sesiones (8 muestras por sesión) en un día, con receso de 1 hora entre sesiones. La degustación de todas las muestras se completó en dos días, equilibrando las clases sexuales. Los catadores calificaron las muestras basados en una escala descriptiva para jugosidad, terneza de la fibra muscular, cantidad de tejido conectivo, terneza general, e intensidad de sabor, utilizando una escala de calificación estructurada de 8 puntos para cada

rasgo, donde: 1=extremadamente seca, extremadamente dura de masticar, cantidad abundante de tejido conectivo, extremadamente dura de masticar, y extremadamente sosa, respectivamente, y 8=extremadamente jugosa, extremadamente tierna, sin tejido conectivo, extremadamente tierna y extremadamente intensa, respectivamente (AMSA, 2016). Los valores asignados a cada animal por los 8 catadores se promediaron para el análisis estadístico.

Análisis estadístico

Los datos se analizaron como un diseño completamente al azar, utilizando un modelo lineal generalizado (GLM) con la clase sexual como única variable discreta independiente. Para las características de la canal y de la carne se utilizó el programa Statistical Analysis System del Inst. Inc., Cary, NC, versión 9.4 (SAS, 2014). Cuando el efecto de clase sexual en el modelo fue detectado significativo ($P < 0.05$), las medias mínimo-cuadráticas (\pm error estándar) para el número desigual de subclases, se separaron (prueba F, $P < 0.05$) utilizando las diferencias mínimo-significativas generadas a través de la opción PDIFF de SAS (2014). Las variables de rendimiento en cortes expresados en kilogramos y en porcentaje se analizaron utilizando el Programa estadístico R Core Team (2019). Las variables del rendimiento en cortes expresados en kilogramos se ajustaron según el peso de la canal caliente; la cual resultó significativa ($P < 0.05$) en el modelo para todas las variables, excepto para los pesos de los cortes lagarto anterior (chambarete de mano con hueso), y lagarto posterior (chambarete de brazo/copete con hueso). Las pruebas múltiples de medias y su error estándar para este último análisis de variables se obtuvieron mediante la prueba de contraste de Tukey al $P < 0.05$. La distribución de frecuencias para grados venezolanos y estadounidenses (USDA) en las clases sexuales se compararon utilizando la opción de chi-cuadrado con un nivel de significancia del 5 por ciento, utilizando el Programa estadístico R Core Team (2019).

RESULTADOS Y DISCUSION

Peso vivo final y rasgos de la canal

La Tabla 1 presenta los valores (medias \pm error estándar) para peso vivo final y rasgos de la canal de acuerdo a la clase sexual. Los canales de toros aventajaron significativamente a las de hembras en peso de canal (+9.87% vs. vacas; +25.52% vs. vaquillas), rendimiento en canal (+4.1% vs. vacas; +2.83% vs. novillas), perfil de conformación (más convexo), acabado (ligeramente más abundante) y AOL (+ca. 20% vs. vacas; 28% vs. vaquillas). Con respecto a vaquillas, los canales de vacas pesaron 20.0 kg más ($P < 0.05$) exhibiendo una AOL 20.2% más amplia ($P < 0.05$) pero con un perfil menos deseable (más cóncavo) de conformación ($P < 0.05$).

Toros y vacas tuvieron una grasa de espalda ca. 1.0 mm más gruesa que las vaquillas ($P < 0.05$). Las puntuaciones de marmoleado, descritas en "Trazas" no difirieron entre clases sexuales ($P > 0.05$). En color de grasa (madurez adiposa) las vacas mostraron un color más amarillento, lo cual denotaba una madurez adiposa más avanzada que toros y vaquillas, de grasa "blanco marfil".

Tabla 1. Efecto de la clase sexual sobre peso vivo final y rasgos de la canal

Variable ^a	Vaquilla (n=22)	Toro (n=20)	Vaca (n=19)
Peso vivo final, kg	386.82 ± 2.66 ^h	465.40 ± 2.88 ⁱ	461.44 ± 3.04 ⁱ
Peso canal caliente, kg	209.82 ± 3.63 ^h	265.76 ± 3.80 ⁱ	240.75 ± 3.40 ^j
Rendimiento en canal, %	54.28 ± 0.63 ^h	57.11 ± 0.66 ⁱ	53.01 ± 0.68 ^h
Conformación ^b	3.05 ± 0.08 ^h	2.80 ± 0.09 ⁱ	3.84 ± 0.09 ^j
Acabado de grasa ^c	3.64 ± 0.10 ^h	3.25 ± 0.10 ⁱ	3.74 ± 0.11 ^h
Madurez ósea ^d	B ⁰⁷ ± 8.22 ^h	B ⁰⁸ ± 8.62 ^h	C ⁴² ± 8.85 ⁱ
Madurez muscular ^d	A ⁷¹ ± 6.51 ^h	B ²⁵ ± 6.83 ⁱ	C ⁰³ ± 7.01 ^j
Madurez total ^d	A ⁸⁸ ± 6.07 ^h	B ¹⁶ ± 6.36 ⁱ	C ²² ± 6.53 ^j
Madurez adiposa ^e	2.00 ± 0.05 ^h	2.00 ± 0.06 ^h	3.47 ± 0.06 ⁱ
Marmoleo ^f	T ⁴¹ ± 1.13	T ³⁵ ± 1.18	T ¹⁵ ± 1.21
Área del ojo del lomo, cm ²	54.3 ± 1.93 ^h	74.0 ± 2.06 ⁱ	66.5 ± 2.06 ^j
Espesor de grasa, mm	2.0 ± 0.24 ^h	2.9 ± 0.25 ⁱ	2.7 ± 0.25 ⁱ
Grasa PPC, % ^g	2.42 ± 0.18 ^h	2.15 ± 0.12 ^{hi}	1.82 ± 0.42 ⁱ

^a Medias mínimo-cuadráticas ± error estándar; ^b donde, 1=Muy convexa; 5=Muy cóncava (Huerta-Leidenz y col. 1979); ^c donde 1=Extremadamente abundante; 5=Escaso; ^d letras y superíndices indican grados de madurez fisiológica; "A": madurez más joven (rango de A⁰⁰ hasta A⁹⁹); "B": madurez intermedia (rango de B⁰⁰ hasta B⁹⁹) y "C": madurez más avanzada (de C⁰⁰ hasta C⁹⁹) (USDA, 2017); ^e color de grasa, donde 1=blanco marfil; 5=naranja; ^f donde, 1=Abundante; 6=Prácticamente desprovisto; ^g PPC=grasa perirrenal, pélvica y cardíaca; ^{h,i,j} Diferentes letras seguidas a valores en la misma fila indican diferencias significativas (P<0.05).

Las comparaciones de clases sexuales del ganado en América Latina, bajo condiciones de pastoreo, son escasas, pero se han documentado ventajas de los toros sobre sus contrapartes vacas/vaquillas en algunos rasgos de la canal (Núñez-González y col., 2005; Huerta-Leidenz y col., 2013). Sobre una base de datos observacionales de ganado a cosecha, producidos en Venezuela, Huerta-Leidenz y col. (2013) informaron que las canales de toros resultaron 45 kg más pesadas que las de vaquillas, pero la diferencia en rendimiento en canal a favor de los toros fue de escasa magnitud (59.7 vs 59.2%; P<0.05); mas aún, dentro del tipo Cebú, toros y vaquillas no difirieron (P =0.055) en rendimiento en canal. Un estudio realizado en el valle central de Oaxaca de México (Núñez-González y col., 2005) reportó que las canales de toros y novillos acebuados eran hasta 91 kg más pesadas y mejor conformadas que las de vacas. No obstante, estos autores no encontraron diferencias significativas entre toretes y vacas en el grosor de la grasa de la espalda (valores promedio <2.0 mm), lo cual está en desacuerdo con los resultados del presente estudio, presumiblemente porque aquí utilizamos canales de toros, de madurez mas avanzada y con mayor grado de engrasamiento en sus canales.

El desempeño de vaquillas, toros y vacas en la clasificación en canal, por categoría venezolana o grado estadounidense se muestran en la Tabla 2. Ninguna de las 22 vaquillas alcanzó la categoría venezolana de calidad máxima (“AA”). Alrededor de un tercio de ellas y casi un 20% de las vacas clasificaron en “B”, la tercera categoría de calidad. Puede observarse que los toros mostraron mejor desempeño en canal que las hembras en la clasificación venezolana puesto que ninguno entró en la categoría de cuarta calidad (“C”) y en cambio, se distribuyeron entre las mejores categorías permitidas para su clase [“A” (no lograda por las hembras) y “B”].

El desempeño de vaquillas, toros y vacas en la clasificación en canal, por categoría venezolana o grado estadounidense se muestran en la Tabla 2. Ninguna de las 22 vaquillas alcanzó la categoría venezolana de calidad máxima (“AA”). Alrededor de un tercio de ellas y casi un 20% de las vacas clasificaron en “B”, la tercera categoría de calidad. Puede observarse que los toros mostraron mejor desempeño en canal que las hembras en la clasificación venezolana puesto que ninguno entró en la categoría de cuarta calidad (“C”) y en cambio, se distribuyeron entre las mejores categorías permitidas para su clase [“A” (no lograda por las hembras) y “B”].

La Tabla 2 también muestra la distribución de grados de calidad USDA en vaquillas y vacas, pero no en los toros, por calificar en madurez B (Tabla 1) asociada a edades cronológicas >30 meses lo cual no permite que opten por grados de calidad; oficialmente solo cuentan con la definición (“Bull”) propia de su condición sexual (USDA, 2017). Las vaquillas clasificaron mejor que las vacas ($P < 0.01$) al no figurar en el grado inferior Utility, sino calificando en los grados Choice y Select (segunda y tercera calidad USDA). En grados de rendimiento USDA, 90% de los toros clasificaron en los dos mejores grados de rendimiento carnívoros (los de valores numéricos más bajos; USDA-YG1 y USDA-YG2), indicando mayor potencial de rendimiento en carne que las hembras ($P < 0.05$) particularmente toros vs. vaquillas, pues apenas una de las 22 canales de vaquillas fue clasificada USDA-YG1.

Es difícil discutir el desempeño de las distintas clases sexuales en clasificación de la canal por la escasez de trabajos similares en países latinoamericanos; sobre todo, involucrando vacas/vaquillas. Es de notar que una cuarta parte del grupo de vacas en el presente ensayo clasificaron USDA Utility, un grado obsoleto en la comercialización de canales en EEUU pues la mayoría de los rastros en ese país no están dispuestos a pagar por clasificar (estampar) canales de grado inferior a USDA Select, y menos Standard. En el argot del mercado a estas canales no clasificadas se les conoce como “No-roll beef” (Delgado y col., 2005) y son penalizadas en precio en los EEUU.

Otros estudios en el trópico o subtropico americanos con machos enteros, cebuínos o cruza con cebú, a pastoreo, con ó sin suplementación, ó incluso en condiciones intensivas de engorde, más jóvenes o de igual madurez que los utilizados aquí, indican que sus canales no excedieron la cantidad de marmoleado leve (“Slight”) (Huerta-Leidenz y col., 2004; Chase y col., 2006; Jerez-Timaure y Huerta-Leidenz, 2009; Vazquez-Mendoza y col. 2017).

Hipotéticamente, si todo el grupo de machos enteros utilizado en nuestra investigación hubieran sido menores de 30 meses de edad (canales con madurez fisiológica “A”) tendrían la designación oficial “Bullocks” (“Torete”) en EEUU; pero dado el grado deficiente de marmoleado de sus canales, éstas no hubieran superado el grado de calidad Standard (USDA, 2017). El hecho fue, que las canales de estos machos enteros resultaron ser de madurez “B”, en cuyo caso se designan oficialmente como “Bull”, pero sin posibilidad alguna de ser clasificados con los grados de calidad estadounidense (USDA, 2017).

Tabla 2. Distribución de frecuencias para categorías y grados de la clasificación en canal según tipo racial

Clasificación	Vaquilla n (%)	Toro n (%)	Vaca n (%)	Total	Valor P ^d
Categoría de calidad venezolana ^a					
A	0 (0)	11 (18)	0 (0)	11 (18)	
B	19 (3.1)	9 (14.8)	12 (19.7)	40 (65.6)	33.525
C	3 (4.9)	0 (0)	7 (11.5)	10 (16.4)	(P < 0.01)
Total	22 (36.1)	20 (32.8)	19 (21.1)	61 (100)	
Grado USDA de calidad ^b					
Choice	4 (6.6)	0 (0)	0 (0)	4 (6.6)	
Select	5 (8.2)	0 (0)	0 (0)	7 (11.5)	
Standard	13 (21.3)	0 (0)	4 (6.6)	35 (57.4)	52.985
Utility	4 (20)	0 (0)	15 (24.6)	15 (24.6)	(P < 0.01)
Total	22 (36.1)	20 (32.8)	19 (31.1)	61 (100)	
Grado USDA de rendimiento ^c					
1	1 (1.6)	8 (13.1)	5 (8.2)	14 (23)	
2	11 (18)	10 (16.4)	10 (16.4)	31 (50.8)	11.194
3	10 (16.4)	2 (3.3)	4 (6.6)	16 (26.2)	(P < 0.01)
Total	22 (36.1)	20 (32.8)	19 (31.1)	61 (100)	

^a A, B, y C corresponden a la segunda, tercera, y cuarta calidad, respectivamente, en orden jerárquico (Decreto Presidencial No. 1896, 1997). ^b Choice, Select, Standard y Utility, corresponden a la segunda, tercera, cuarta y quinta calidad, respectivamente, en orden jerárquico; los valores en cero para canales de toros obedecen a su clase (Bulls) misma que no es elegible para grados de calidad (USDA, 2017). ^c Los grados de rendimiento USDA se califican numéricamente (1, 2, 3, 4, 5); una canal grado 1 rendirá la mayor proporción (>53.5%) de cortes minoristas deshuesados y recortados de grasa (USDA, 2017) y una canal grado 5 rendirá la proporción más baja (<44.3%) de cortes minoristas deshuesados y recortados de grasa (USDA, 2017). ^d La distribución de frecuencia de la data fue analizada mediante una prueba de chi-cuadrado (P < 0.05).

Las deficiencias en cantidad de marmoleado (descrito en “Trazas”) de las canales de toros, vaquillas y vacas, pueden atribuirse al bajo aporte energético del forraje (Byers, Cross y Schelling, 1988) pero también a su legado *Bos indicus*. En el clásico estudio de Crouse y col. (1993) las cruza de *Bos indicus* exhibieron la menor cantidad de marmoleado y se observó que el marmoleado disminuía a medida que aumentaba el porcentaje de herencia *Bos indicus*.

El buen desempeño de los toros en el USDA-YG está respaldado por los estudios de Chase y col. (2006) y Vazquez-Mendoza y col. (2017) donde todos los toros alcanzaron el YG-USDA 1, denotando canales con alta capacidad de deshuese. El mejor desempeño de los toros vs. las hembras en USDA-YG es notorio, particularmente cuando estos se comparan al de vaquillas. Sin embargo, es necesario advertir que la capacidad de deshuese, indicada por un USDA-YG de canal de “Bull” (Toro) no es necesariamente equivalente al mismo USDA-YG asignado a canales de novillo, vaquilla, vaca o torete (USDA, 2017).

Tabla 3. Rendimiento individual de cortes de la canal fría según clase sexual.

Variables*	Clase sexual			Valor P
	Vaquilla (n=22)	Toro (n=20)	Vaca (n=19)	
PECAF ^a	203.63 ± 1.56 ^b	257.49 ± 2.18 ^c	235.71 ± 1.88 ^d	<0.001
Lomito	2.24 ± 0.02 ^c	1.98 ± 0.02 ^b	2.22 ± 0.04 ^c	<0.0001
Solomo de cuerito	8.85 ± 0.16 ^c	8.37 ± 0.13 ^{bc}	8.25 ± 0.19 ^b	0.02
Ganso	3.02 ± 0.02 ^{bc}	2.91 ± 0.04 ^b	3.13 ± 0.03 ^c	<0.0001
Punta trasera	1.84 ± 0.03 ^c	1.65 ± 0.03 ^b	1.69 ± 0.04 ^b	0.003
Pulpa negra	6.68 ± 0.09 ^{bc}	6.45 ± 0.09 ^b	6.86 ± 0.07 ^c	0.01
Chocoziela	3.87 ± 0.05 ^c	3.55 ± 0.03 ^b	3.80 ± 0.05 ^c	<0.0001
Muchacho redondo	1.69 ± 0.01 ^b	1.87 ± 0.02 ^c	1.76 ± 0.04 ^b	<0.0001
Muchacho cuadrado	3.43 ± 0.06 ^b	3.43 ± 0.05 ^b	3.659 ± 0.06 ^c	0.01
Pollo	0.99 ± 0.02	1.01 ± 0.02	1.01 ± 0.03	0.73
Paleta	8.33 ± 0.07	8.38 ± 0.12	8.05 ± 0.11	0.07
Papelón	1.05 ± 0.01	1.01 ± 0.02	1.025 ± 0.01	0.18
Lagarto de la reina	1.48 ± 0.02 ^c	1.38 ± 0.02 ^b	1.44 ± 0.03 ^{bc}	0.03
Solomo abierto	10.81 ± 0.23 ^b	17.31 ± 0.39 ^d	12.02 ± 0.24 ^c	<0.0001
Falda	3.31 ± 0.05 ^c	2.85 ± 0.06 ^b	3.15 ± 0.09 ^c	0.0001
Pecho con hueso	6.11 ± 0.12 ^c	5.85 ± 0.13 ^{bc}	5.54 ± 0.09 ^b	0.004
Costilla con hueso	9.33 ± 0.17 ^c	8.70 ± 0.16 ^b	9.64 ± 0.13 ^c	0.005
Lagarto anterior con hueso	1.71 ± 0.04	1.73 ± 0.03	1.83 ± 0.07	0.24
Lagarto posterior con hueso	2.78 ± 0.04 ^c	2.52 ± 0.06 ^b	2.74 ± 0.06 ^c	0.003

* Proporciones (%) del peso de la canal fría en medias mínima cuadráticas ± error estándar. ^a PECAF corresponde a la suma de pesos de todos los productos (cortes musculares) y co-productos (grasa recortada, hueso limpio, y demás tejidos conectivos) derivados del proceso de deshuese; ^{b, c, d} Las diferentes letras que siguen a los valores medios dentro de la misma fila indican diferencias significativas (P<0.05).

Rendimiento carnicero

El peso de canal fría (PECAF) y valores porcentuales de las clases sexuales para rendimiento (%) en cortes individuales, se muestran en la Tabla 3. Catorce de los 18 cortes estudiados mostraron variación significativa en rendimiento porcentual debida a la clase sexual (Tabla 3). En comparación a canales de hembras, las de toros rindieron significativamente, proporciones mayores de muchacho redondo (cuete) y solomo abierto (diezmillo), y tendieron a un mayor rendimiento ($P=0.07$) de paleta (planchuela). A su vez, las hembras superaron a los toros en proporciones de lomito (filete) $P<0.01$, chocozuela (pulpa bola) $P<0.01$, faldas (aldillas) $P<0.01$, costilla con hueso $P<0.01$ y lagarto posterior con hueso (chambarete de brazo con hueso) $P<0.01$. Las vaquillas rindieron porcentualmente más que las vacas en solomo de cuerito (chuletón + lomo) $P<0.05$ y pecho con hueso $P<0.01$, mientras que las vacas superaron a las vaquillas y toros en la proporción de muchacho cuadrado (pulpa blanca) $P=0.01$, y a los toros, en proporción de pulpa negra ('centro' o 'cara') $P=0.01$.

La Tabla 4 muestra los valores porcentuales para grupos de cortes clasificados por su valor comercial, total de producto vendible (TPV) y co-productos del deshuese (grasa recortada, hueso limpio y otros tejidos conjuntivos). Canales de vaquillas y vacas, rindieron, respectivamente, 1.34% y 1.43% más en cortes de alto valor que las de toros $P<0.05$ y resultaron en mayores proporciones de grasa recortada y hueso limpio $P<0.05$. Los toros en cambio, muestran una proporción significativamente mayor de cortes de valor medio y TPV que las hembras $P<0.05$.

Tabla 4. Rendimiento de la canal fría* en grupos de cortes clasificados por su valor comercial, grasa recortada y hueso limpio, según clase sexual

Variables, ^a	Clase sexual			Valor P
	Vaquilla (n=22)	Toro (n=20)	Vaca (n=19)	
Cortes alto valor ^b	32.61 ± 0.26 ^h	31.24 ± 0.18 ^g	32.40 ± 0.25 ^h	<0.001
Cortes de valor medio ^c	21.68 ± 0.21 ^g	28.08 ± 1.41 ^b	22.53 ± 0.27 ^g	<0.0001
Cortes de bajo valor ^d	23.24 ± 0.20 ^h	21.66 ± 0.17 ^g	22.89 ± 0.18 ^h	<0.0001
TPV ^e	77.54 ± 0.39 ^g	80.98 ± 0.35 ^h	77.83 ± 0.38 ^g	<0.0001
Grasa recortada	8.53 ± 0.33 ^g	6.22 ± 0.22 ^h	7.73 ± 0.46 ^g	<0.0001
Hueso limpio	13.67 ± 0.30 ^h	12.41 ± 0.19 ^g	14.07 ± 0.23 ^h	<0.001
OTC ^f	0.25 ± 0.01	0.36 ± 0.08	0.35 ± 0.02	0.21

*El peso de la canal fría (PECAF) se calculó mediante la suma de los pesos de todos los productos (cortes musculares) y coproductos (grasa recortada, hueso limpio, y otros tejidos conjuntivos) derivados del deshuese.

^a Valores porcentuales expresados en medias mínimo-cuadráticas ± error estándar para rendimiento, basados en PECAF=100.

^b Lomito+Solomo de cuerito grueso y delgado+Ganso+Punta trasera+Pulpa negra+Chocozuela+Muchacho redondo+Muchacho cuadrado+Pollo.

^c Papelón+Paleta+Solomo abierto+Lagarto de la reina.

^d Costilla con hueso+Pecho con hueso + Lagarto anterior con hueso+ Lagarto posterior con hueso+Faldas.

^e TPV= Total de producto vendible, la suma de los cortes de valor alto, medio y bajo.

^f OTC=otros tejidos conjuntivos retirados del proceso (tendones, ligamentos, etc.)

^{g,h} Diferentes letras que siguen a los valores dentro de una misma fila indican diferencias significativas ($P<0.05$).

La Tabla 5 muestra los valores absolutos (kg) (medias ± EE) de rendimiento en cortes individuales a peso constante de canal caliente. Las vaquillas no fueron diferentes de las vacas en solomo de cuerito (chuletón+lomo) y pecho con hueso ($P>0.05$) pero en los demás cortes resultaron inferiores a toros y vacas ($P<0.05$). A peso constante de canal caliente, las vacas

igualaron ($P>0.05$) a los toros en kg de carne para siete de los 10 cortes que variaron ($P<0.05$) con la clase sexual. Los toros fueron significativamente diferentes a novillas y vacas en solomo de cuerito (chuletón + lomo) ($P=0.01$), solomo abierto (diezmillo) ($P<0.01$), y pecho con hueso ($P=0.05$).

Tabla 5. Peso de cortes de la canal fría a peso constante de canal caliente, según clase sexual.

Variables*	Clase sexual			Valor P
	Vaquilla (n=22)	Toro (n=20)	Vaca (n=19)	
Lomito	4.55 ± 0.07 ^g	5.12 ± 0.07 ^h	5.35 ± 0.14 ^h	<0.0001
Solomo de cuerito	18.01 ± 0.36 ^g	21.54 ± 0.34 ^h	19.66 ± 0.81 ^g	0.01
Ganso	6.15 ± 0.07 ^g	7.47 ± 0.10 ^h	7.51 ± 0.16 ^h	<0.0001
Punta trasera	3.74 ± 0.08	4.25 ± 0.08	4.01 ± 0.11	0.56
Pulpa negra	13.61 ± 0.24 ^g	16.61 ± 0.32 ^h	16.44 ± 0.40 ^h	0.0015
Chocozuela	7.88 ± 0.13 ^g	9.14 ± 0.11 ^h	9.10 ± 0.22 ^h	<0.0001
Muchacho redondo	3.45 ± 0.04	4.83 ± 0.08	4.20 ± 0.13	0.12
Muchacho cuadrado	6.99 ± 0.13 ^g	8.83 ± 0.16 ^h	8.77 ± 0.26 ^h	0.0013
Pollo	2.01 ± 0.04	2.61 ± 0.06	2.43 ± 0.08	0.75
Paleta	16.95 ± 0.18	21.59 ± 0.41	19.26 ± 0.51	0.30
Papelón	2.14 ± 0.03	2.59 ± 0.04	2.46 ± 0.05	0.47
Lagarto de la reina	3.01 ± 0.04	3.55 ± 0.05	3.46 ± 0.10	0.12
Solomo abierto	22.05 ± 0.52 ^g	44.66 ± 1.24 ⁱ	28.67 ± 0.78 ^h	<0.0001
Faldas	6.74 ± 0.12 ^g	7.33 ± 0.15 ^h	7.61 ± 0.23 ^h	0.002
Pecho con hueso	12.44 ± 0.26 ^g	15.06 ± 0.34 ^h	13.19 ± 0.29 ^g	0.05
Costilla con hueso	19.01 ± 0.42 ^g	22.41 ± 0.44 ^h	22.89 ± 0.65 ^h	<0.0001
Lagarto anterior con hueso	3.47 ± 0.09	4.47 ± 0.09	4.44 ± 0.22	0.23
Lagarto posterior con hueso	5.66 ± 0.10	6.48 ± 0.15	6.56 ± 0.18	0.06

* Valores expresados en kilogramos (medias mínimo-cuadráticas ± error estándar). ^a PECAF fue calculado mediante la suma de los pesos individuales de todos los productos (cortes musculares) y co-productos (grasa recortada, hueso limpio, y demás tejidos conectivos) derivados del proceso de deshuese; ^{b, c, d} Las diferentes letras que siguen a los valores medios dentro de la misma fila indican diferencias significativas ($P<0.05$).

La Tabla 6 muestra los valores absolutos (kg) para grupos de cortes clasificados por su valor comercial, el total de producto vendible (TPV) y co-productos del deshuese (grasa recortada, hueso limpio y otros tejidos conjuntivos). Las medias ajustadas a peso constante de la canal caliente, indican la inferioridad de canales de vaquillas frente a toros y vacas ($P<0.01$) en peso de los distintos grupos de cortes y coproductos del deshuese. En la Tabla 6 sobresalen los valores (kg) de rendimiento para canales de toros en kilogramos en cortes de valor medio (+18.5 kg vs. vacas; +28.0 vs. vaquillas; $P<0.01$) y TPV (+ 22.6 kg vs. vacas; +50 kg vs. vaquillas; $P<0.01$), rindiendo a la vez, menos kg de grasa recortada y hueso limpio ($P<0.01$).

Los mayores rendimientos porcentuales de toros vs. vacas y vaquillas en solomo abierto (diezmillo) ($P<0.01$) y la misma tendencia para la paleta (planchuela) ($P=0.07$) no sorprenden, porque la mayoría de los músculos cervicales y del cinturón escapular, tienen un mayor desarrollo en machos enteros, por influencias gonadales (Berg y Butterfield, 1976). Las

observaciones de estos autores siguen vigentes para explicar la superioridad de toros frente a vaquillas y vacas en el peso de músculos cervicales (solomo abierto o diezmillo) a peso constante de la canal caliente. Las notorias diferencias significativas en variables de pesos individuales de cortes de toros vs. novillas no se repiten para las vacas (Tabla 5), las cuales no difirieron de los toros en peso individual de cortes de alto valor ubicados en dorso, lomos y pierna (filete, aguayón, pulpa negra, pulpa blanca) ($P<0.05$), ni tampoco en dos cortes de bajo valor (aldillas y costilla con hueso) ($P<0.05$).

Tabla 6. Rendimiento absoluto de la canal fría en grupos de cortes clasificados por su valor comercial, grasa recortada y hueso limpio, a peso constante de la canal caliente, según clase sexual

Variables ^a	Clase sexual			Valor P
	Vaquilla (n=22)	Toro (n=20)	Vaca (n=19)	
Cortes alto valor ^b	66.43 ± 0.82 ^g	80.44 ± 0.82 ^h	77.49 ± 2.08 ^h	<0.0001
Cortes de valor medio ^c	44.16 ± 0.63 ^g	72.40 ± 1.47 ⁱ	53.86 ± 1.23 ^h	<0.0001
Cortes de bajo valor ^d	47.35 ± 0.60 ^g	55.77 ± 0.63 ^h	54.71 ± 1.23 ^h	0.0015
TPV ^e	157.95 ± 1.70 ^g	208.62 ± 2.41 ⁱ	186.07 ± 2.93 ^h	0.006
Grasa recortada	17.35 ± 0.65 ^g	15.98 ± 0.55 ^h	17.64 ± 0.91 ^g	0.005
Hueso limpio	27.81 ± 0.58 ^g	31.93 ± 0.42 ^h	33.61 ± 0.61 ^h	<0.0001
OTC ^f	0.51 ± 0.04	0.94 ± 0.21	0.82 ± 0.07	0.20

^a Valores expresados en kilogramos (medias mínimo-cuadráticas ± error estándar.

^b Lomito+Solomo de cuerito grueso y delgado+Ganso+Punta trasera+Pulpa negra+Chocozeuela+Muchacho redondo+Muchacho cuadrado+Pollo.

^c Papelón+Paleta+Solomo abierto+Lagarto de la reina.

^d Costilla con hueso+Pecho con hueso + Lagarto anterior con hueso+ Lagarto posterior con hueso+Faldas.

^e TPV= Total de producto vendible, la suma de los cortes de valor alto, medio y bajo.

^f OTC=otros tejidos conjuntivos retirados del proceso (tendones, ligamentos, etc.)

^{g, h, i} Diferentes letras que siguen a los valores dentro de una misma fila indican diferencias significativas ($P<0.05$).

Las ventajas significativas de vacas y vaquillas sobre toros en proporciones (%) de lomito (filete) ($P<0.01$), chocozeuela (pulpa bola)] y de las vacas sobre los toros, en muchacho cuadrado (pulpa blanca) y pulpa negra (“centro” o “cara”) tienen importancia comercial.

Cuando se consolidan los distintos cortes individuales en grupos de valor comercial, las inferencias e implicaciones para la industria de éstas diferencias significativas, entre clases sexuales son más esclarecedoras (Tablas 4 y 6). Aquí destaca la ventaja ligera, pero

significativa, entre hembras, y de las hembras frente a los toros, en la proporción de cortes de alto valor (novillas>vacas>toros; $P<0.01$, Tabla 4) y la no diferencia ($P>0.05$) entre toros y vacas en el peso de este grupo de cortes, de alta significación comercial (Tabla 6).

También, es importante recalcar las diferencias comercialmente ventajosas de las canales de toros al rendir una mayor proporción y mayor peso ($P<0.01$) de cortes de mediano valor con menos proporción y peso de grasa recortada ($P<0.05$) que las de hembras, durante la fabricación de los cortes (Tablas 4 y 6).

Varios estudios latinoamericanos comparando vacas y (o) vaquillas con machos castrados o enteros, han reportado la superioridad del macho en rendimiento de cortes de alto valor (ó cuarto trasero completo), cortes de mediano valor (ó cuarto delantero completo), y total de cortes valiosos, con una menor proporción de recortes de grasa (Huerta-Leidenz y Jerez-Timaure, 1996; Vaz y col., 2002; Coutinho-Filho y col., 2006; Pascoal y col., 2009).

Aquí es necesario reconocer la limitante del análisis comparativo de proporciones para los componentes del deshuese en nuestro estudio, y de otros estudios ya mencionados, y es que, las distintas clases sexuales no fueron comparadas a edades contemporáneas u otros puntos finales similares (e.g., peso vivo constante, peso en canal constante o grado de gordura constante). En estudios más controlados, los toros han exhibido músculos más desarrollados y con mayor magez en comparación con las vaquillas (Berg y Butterfield, 1968). De hecho, estudios pioneros en crecimiento y desarrollo tisular (relación músculo:grasa) demostraron que las vaquillas exhiben, significativamente, una mayor proporción de músculo, en los grupos de cortes de alto valor, que los toros (Jones, Price y Berg, 1980). Este mismo grupo de investigación también había señalado que la diferencia observada en el patrón de engorde entre clases sexuales es el resultado de una combinación de la deposición de grasa, relativa al músculo, más rápida en vaquillas que en toros, y también al inicio más temprano de la fase de engorde, en vaquillas que en toros, con respecto al peso muscular (Berg y col., 1979).

Culinaria y atributos sensoriales

Ni las pérdidas ni el tiempo de cocción se vieron afectados por la clase sexual ($P>0.05$); la pérdida de cocción promedio fue de 30.71% y el tiempo de cocción promedio fue de 54.95 minutos.

La Tabla 7 informa sobre los valores (medias mínimo cuadráticas \pm error estándar) para FCWB (kg) y puntuaciones de rasgos sensoriales según la clase sexual. Exceptuando la jugosidad, todas los rasgos sensoriales resultaron afectados por la clase sexual ($P<0.05$). Bistés de vaquillas y vacas requirieron menos kg de FCWB ($P<0.05$) que los de toros, y recibieron mayores puntuaciones del panel de catadores en terneza de la fibra, terneza general y cantidad de tejido conectivo ($P <0.05$). Los toros también resultaron inferiores a las vacas en puntuaciones del panel de catadores para intensidad de sabor ($P<0.05$).

Los bistés de toros, al ofrecer significativamente mayor resistencia al corte Warner Brazler que las hembras, lo hacen con valores medios (Tabla 7) que sobrepasan en casi medio kg, el umbral de terneza [valor FCWB \leq 40.13N (4.09) kg] desarrollado por Rodas-González y col. (2009). Además, los catadores describen los bistés de toros entre “ligeramente a moderadamente duros” de masticar, con cantidad de tejido conectivo “ligeramente abundante”.

La carne de toro puede exhibir una palatabilidad notablemente deficiente con respecto a las otras clases sexuales debido a la complejidad del tejido conectivo y una actividad más pronunciada de la calpastatina, influenciada por niveles más altos de testosterona (Cross y col., 1984; Morgan y col., 1993). En una extensa revisión de la literatura sobre los efectos de la castración en bovinos, panelistas entrenados, en diversos estudios, han calificado consistentemente los bistés de toro como menos tiernos, en comparación con vaquillas y machos castrados contemporáneos (Huerta-Leidenz y Ríos, 1993b). Varios hallazgos reportados en otros estudios también están de acuerdo con los resultados presentados aquí.

Tabla 7. Efecto de la clase sexual sobre fuerza al corte Warner-Bratzler (FCWB) y rasgos sensoriales* de la carne según clase sexual

Variable	Novilla (n=22)	Toro (n=20)	Vaca (n=19)
FCWB, kg.	3.33 \pm 0.12 ^a	4.47 \pm 0.13 ^b	3.56 \pm 0.13 ^a
Jugosidad	4.85 \pm 0.07	4.93 \pm 0.07	4.77 \pm 0.07
Terneza de la fibra muscular	4.57 \pm 0.09 ^a	3.89 \pm 0.09 ^b	4.50 \pm 0.10 ^a
Cantidad de tejido conectivo	4.07 \pm 0.09 ^a	3.30 \pm 0.09 ^b	3.86 \pm 0.10 ^a
Terneza general	4.31 \pm 0.09 ^a	3.54 \pm 0.09 ^b	4.11 \pm 0.11 ^a
Intensidad del sabor	5.94 \pm 0.02 ^{ab}	5.89 \pm 0.02 ^a	6.00 \pm 0.02 ^b

*Rasgos basados en una escala descriptiva para jugosidad, terneza de la fibra muscular, cantidad de tejido conectivo, terneza general, e intensidad de sabor; donde, 1=extremadamente seca, extremadamente dura de masticar, cantidad abundante de tejido conectivo, extremadamente dura de masticar, y extremadamente sosa, respectivamente, y 8=extremadamente jugosa, extremadamente tierna, sin tejido conectivo, extremadamente tierna y extremadamente intensa, respectivamente. ^{a, b, c} Letras distintas en una misma fila indican diferencias (P<0.05).

En cuanto a las hembras, destacan las vacas con una puntuación de sabor más deseable que los toros, descrita como “moderadamente intenso” (P<0.01). Bistés de novillas y vacas presentaron, satisfactoriamente, valores promedio de FCWB inferiores al umbral de terneza de Rodas-González y col. (2009) pero con puntuaciones menores a 4.6 en la escala descriptiva de 8 puntos, indicando carnes “ligeramente duras” con cantidad “ligeramente abundante” de tejido conectivo. Estas descripciones no son halagadoras y pueden ser debidas a la edad,

alimentación (bajo plano energético del forraje) o su genética (Byers, Cross y Schelling, 1988; Crouse y col., 1993). Byers, Cross y Schelling (1988) concluyeron que la carne de cebú y sus cruces, se califica en general, como menos tierna que las razas o cruces de razas británicas, lecheras o europeas continentales, y que, las bajas calificaciones sensoriales fueron respaldadas por valores FCWB significativamente mayores.

A pesar de las inferencias anteriores, los promedios de variables respuestas son insuficientes para describir el desempeño en palatabilidad de las tres clases sexuales. Con el enfoque de distribución de frecuencias, un estudio complementario al presente (Rodas-Gonzalez y col. (2017) utilizó el umbral de ternera (4.09 kg) para calcular la proporción de bistés tiernos dentro de cada combinación de clase sexual x categoría de calidad venezolana; revelando que la mayor proporción (> 80%) de bistés tiernos se obtuvo de canales de vaquillas categorizadas "A/B" y de canales de vaca de categoría "C" ($P < 0.01$). Trabajos en EE.UU. y Canadá han podido establecer un perfilado de palatabilidad para distintos músculos de la canal de vacas (Stelzleni y col., 2007) y proponer sistemas de clasificación con grados específicos para las hembras (Aalhus y col., 2014) que según sus autores, abren nuevas oportunidades para incrementar el valor de las canales de hembras con calidades mejor definidas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El mayor peso y rendimiento en canal de toros con respecto a vacas y novillas, respalda la preferencia largamente sostenida de la industria ganadera venezolana y mexicana, y de otros países en América Tropical por canales de machos enteros. El rendimiento ventajoso en cortes deshuesados de alto valor de vacas y vaquillas de raza pura Brahman, con atributos de palatabilidad más deseables que los de toros, particularmente ternera y sabor de la carne de vaca, sugieren que con una mejor alimentación, se podrían descubrir mejores bondades sensoriales y mayores oportunidades para agregar valor a las canales de hembras de descarte con la creación de nuevos nichos de mercado, orientados a una mayor calidad de "carne de pasto".

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación la financió el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico y la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia (CONDES-LUZ, Proyecto No. CC-0976-07) Venezuela. Se agradece al Sr. Carlos Rodriguez Matos de Hato Santa Luisa C.A el apoyo incondicional para llevar a cabo la fase ante-mortem de este ensayo. A Tommy Tamayo (Q.E.P.D.) y Margarita Arispe, del Matadero Centro Occidental (MINCO) por su valioso apoyo durante la fase post-mortem y la donación de muestras de carne para los estudios reológicos y sensoriales. A Martin O 'Connors nuestra gratitud por brindar capacitación en clasificación de canales de acuerdo con los estándares del USDA.

REFERENCIAS

- AALHUS J. L., Ó. LÓPEZ-CAMPOS, N. PRIETO, A. RODAS-GONZÁLEZ, M. E. R. DUGAN, B. UTTARO, M. JUÁREZ (2014). Review: Canadian beef grading opportunities to identify carcass and meat quality traits valued by consumers. *Canadian Journal of Animal Science* 94:545–556.
- AMSA (2016). Research guidelines for cookery, sensory evaluation, and instrumental tenderness measurements of meat. Second Ed. American Meat Science Association. Chicago, IL, USA.
- BERG R. T., R. M. BUTTERFIELD (1976). Growth patterns of bovine muscle, fat and bone. Capítulo 2 En *New concepts of cattle growth* Sydney: The Internet-First University Press, pp. 13-43.
- BERG, R.T., S.D.M. JONES, M.A. PRICE, R. FIKUHARA, R.M. BUTTERFIELD, R.T. HARDIN (1979). Patterns of carcass fat deposition in heifers, steers, and bulls. *Canadian Journal of Animal Science* 59:359-366.
- BYERS FM, H.R. CROSS, G.T. SCHELLING (1988). Integrated nutrition, genetics, and growth management programs for lean beef production. En *Designing foods: Animal product options in the marketplace*, Washington: National Academy Press pp 283–291.
- CHASE JR. CC, P. J. CHENOWETH, R.E. LARSEN, A.C. HAMMOND, T.A. OLSON, R.L. WEST, D.D. JOHNSON (2001). Growth, puberty, and carcass characteristics of Brahman-, Senepol-, and Tuli-sired F1 Angus bulls. *Journal of Animal Science* 79: 2006–2015.
- COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (1986). Código de prácticas de higiene para mataderos industriales, frigoríficos industriales y salas de matanza municipales o privadas. Caracas, Venezuela: COVENIN. Norma Venezolana:794-86.
- CONICIT (1999). Código de bioética y bioseguridad. Táchira: Edición Fundacite. Caracas, Venezuela
- COUTINHO-FILHO J. L. V., R. M. PERES, C. L. JUSTO (2006). Meat production in feedlot Santa Gertrudis young bulls and heifers fed finishing diets. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 35:2043–2049.
- CROSS, H. R., B. D. SCHANBACHER, J. D. CROUSE (1984). Sex, age and breed related changes in bovine testosterone and intra-muscular collagen. *Meat Science* 10:187–195.
- CROUSE, J. D., L.V. CUNDIFF, R.M. KOCH, M. KOOHMARAIE, S.C. SEIDEMAN (1993). Comparisons of *Bos indicus* and *Bos taurus* inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. *Journal of Animal Science* 67 (10): 2661-2668.
- DECRETO PRESIDENCIAL No. 1896 (1997). Decreto sobre la clasificación y categorización de ganado en pie y carne en canal bovina. Ministerio de Agricultura y Cria. Gaceta Oficial de la República de Venezuela No. 36.242. pp 4. Caracas Venezuela.
- DELGADO E.J., M.S. RUBIO, F.A. ITURBE, R.D. MÉNDEZ, L. CASSIS, R. ROSSILES (2005). Composition and quality of Mexican and imported retail beef in Mexico. *Meat Science* 69 (3): 465-471.

- HUERTA-LEIDENZ N, A. RODAS-GONZÁLEZ, G.C. SMITH (2004). Effect of vacuum aging and influence of sire on palatability of beef longissimus from grass-fed F1 Senepol x Zebu bulls. *Revista Científica FCV-LUZ* 14:263-269.
- HUERTA-LEIDENZ N. (2002). La experiencia venezolana en la implantación de sistemas de clasificación de ganado y canales Bovinas Capítulo 38 En *Avances en la ganadería de doble propósito*, González C. Stagnaro, E. Soto-Belloso y L. Ramirez-Iglesia (Editores). Maracaibo: Ediciones Astro-Data, pp. 599-621. Disponible en: URL: http://www.avpa.ula.ve/congresos/cd_xi_congreso/pdf/nelsonhuerta1.PDF [fecha de acceso: 07/04/2020].
- HUERTA-LEIDENZ N., N. JEREZ-TIMAURE, O. MORÓN-FUENMAYOR, E. RINCÓN, R. CARO (1996). Experiencias en el entrenamiento de un panel de degustación de carne vacuna a nivel de un matadero frigorífico industrial. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 46:47–53.
- HUERTA-LEIDENZ, N., G. RÍOS- FUENMAYOR (1993a). La castración del bovino a diferentes estadios de su crecimiento. I. Efectos sobre el comportamiento productivo. Una revisión *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)* 10: 87-115.
- HUERTA-LEIDENZ, N., G. RÍOS-FUENMAYOR (1993b). La castración del bovino a diferentes estadios de su crecimiento. II Efectos sobre las características de la canal. Una revisión. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)* 10: 163-187.
- HUERTA-LEIDENZ, N., O. HERNÁNDEZ, A. RODAS-GONZÁLEZ, J. ORDÓÑEZ V., H. L. PARGAS, E. RINCÓN, A. DEL VILLAR, B. BRACHO (2013). Peso corporal y rendimiento en canal según clase sexual, tipo racial, condición muscular, edad y procedencia de bovinos venezolanos *Nacameh* 7 (2): 75-96.
- JEREZ-TIMAURE N., N. HUERTA-LEIDENZ (2009). Effects of breed type and supplementation during grazing on carcass traits and meat quality of bulls fattened on improved savannah. *Livestock Science* 121: 219–226.
- JONES, S.D.M., M.A. PRICE, R.T. BERG (1980). The growth and distribution of muscle in bulls and heifers of two breeds. *Canadian Journal of Animal Science* 60:669-675.
- MONTERO A., N. HUERTA-LEIDENZ, A. RODAS-GONZÁLEZ, L. ARENAS DE MORENO (2014). Deshuese y variación del rendimiento carnicero de canales bovinas en Venezuela *Nacameh* 8 (1):1–22.
- MORGAN, J. B., T. L. WHEELER, M. KOOHMARAIE, J. W. SAVELL, J. D. CROUSE (1993). Meat tenderness and the calpain proteolytic system in longissimus muscle of young bulls and steers. *J. Anim. Sci.* 71:1471–1476.
- NÚÑEZ-GONZÁLEZ F. A., J. A. GARCÍA-MACÍAS, J. HERNÁNDEZ- BAUTISTA, J. A. JIMÉNEZ-CASTRO (2005). Caracterización de canales de ganado bovino en los valles centrales de Oaxaca. *Técnica Pecuaria en México.* 43:219–228.
- PASCOAL L. L., J. F. PIVA-LOBATO, J. RESTLE, R. Z. VAZ, F. N. VAZ (2009). Meat yield of culled cow and steer carcasses. *Rev. Bras. Zootec.* 38:2230–2237. doi:10.1590/S1516-35982009001100024

- R CORE TEAM (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponible en: URL: <https://www.R-project.org/> [fecha de acceso: 09/04/2020].
- RIERA-SIGALA T., A. RODAS-GONZÁLEZ, C. RODRÍGUEZ-MATOS, J.F. AVELLANEDA, N. HUERTA-LEIDENZ (2004). Rasgos de crecimiento y pesos en canal de toros Brahman puros y F1 Brahman x *Bos taurus* criados y cebados semi-intensivamente en sabana mejorada. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 12 (1): 66–72.
- RODAS-GONZÁLEZ A., M. JUÁREZ, W. M. ROBERTSON, I. L. LARSEN, J. L. AALHUS (2013). Characterization of Canadian grade standards and lean yield prediction for cows. *Canadian Journal of Animal Science* 93:99–107.
- RODAS-GONZÁLEZ A., N. HUERTA-LEIDENZ, N. JEREZ-TIMAURE (2017). Benchmarking Venezuelan quality grades for grass-fed cattle carcasses. *Meat and Muscle Biology* 1: 71-80.
- RODAS-GONZÁLEZ A., N. HUERTA-LEIDENZ, N. JEREZ-TIMAURE, M. F. MILLER (2009). Establishing tenderness threshold of Venezuela beef steaks using consumer and trained sensory panel. *Meat Science* 83:218–223.
- SARMIENTO G., M. PINILLOS, M. PEREIRA DA SILVA, D. ACEVEDO (2004). Effects of soil water regime and grazing on vegetation diversity and production in a hyperseasonal savanna in the Apure's Llanos, Venezuela. *Journal of Tropical Ecology* 20: 2019-220.
- SAS (2014). SAS/STAT User's Guide. (Release 9.3). Cary, NC, USA: SAS Institute Inc.
- STELZLENI A. M., L. E. PATTEN, D. D. JOHNSON, C. R. CALKINS, B. L. GWARTNEY (2007). Benchmarking carcass characteristics and muscles from commercially identified beef and dairy cull cow carcasses for Warner-Bratzler shear force and sensory attributes. *Journal of Animal Science* 85:2631–2638.
- USDA (2017). Official United States standards for grades of feeder cattle. Agric. Marketing Serv., United States Department of Agriculture, Washington, DC.
- VAZ F. N., J. RESTLE, A. R. BONNET DE QUADROS, L. L. PASCOAL, L. M. BONNECARRÈRE-SANCHEZ, J. R. PEREIRA-ROSA, L. F. GLASENAPP DE MENEZES (2002). Study of the carcass and meat of Hereford steers and cull cows, feedlot finished. *Revista Brasileira de Zootecnia* 31:1501–1510.
- VAZQUEZ-MENDOZA O.V., G. ARANDA-OSORIO, M. HUERTA-BRAVO, A.E. KHOLIF, M.M.Y. ELGHANDOUR, A.Z.M. SALEM, E. MALDONADO-SIMÁN (2017). Carcass and meat properties of six genotypes of young bulls finished under feedlot tropical conditions of Mexico. *Animal Production Science* 57: 1186–119.