

EVALUACIÓN ECOGRÁFICA DEL ÁREA DE OJO DE LOMO Y ESPESOR DE GRASA DORSAL DE NOVILLOS Y TOROS CEBUANOS MESTIZOS DE ECUADOR

ULTRASOUND EVALUATION OF THE RIB EYE AREA AND BACK FAT THICKNESS OF STEERS AND BULLS FROM ECUADOR

Burgos-Mayorga, Ana ^{1*}; Campoverde-Santos, Diana ¹; Guevara, Andrés ²; Ramos Giovanni ³; Estupiñán-Vela, Pamela ⁴; Proaño-Pérez, Freddy ⁴

Recibido: 18/08/2022 · Aceptado: 12/10/2022

RESUMEN

La producción de carne bovina en Ecuador crece de la mano de las exigencias de los consumidores y para mejorar los rendimientos del sistema de crianza de bovinos de carne es necesario emplear herramientas que entreguen información fiable e inmediata sobre el crecimiento de los animales y la ecografía se presenta como una opción útil para alcanzar este fin. Por lo tanto, en el presente estudio se evaluaron por ecografía 224 bovinos cebuanos mestizos, menores de 25 meses, sobre los que se evaluaron dos características físicas relacionadas con el rendimiento carnicero: área de ojo de lomo y espesor de grasa dorsal. Además, los resultados de la observación fueron comparados con dos variables que se emplean en el país para definir rendimiento al desposte: peso vivo y rendimiento de la canal caliente. Se encontró mucha variabilidad en el grupo estudiado, sin embargo, los valores promedio de área de ojo de lomo (42,84 cm²) y espesor de grasa dorsal (4,8 mm) fueron fácilmente evaluados. Adicionalmente, el análisis de correlación determinó que el área de ojo de lomo guarda relación positiva con el peso vivo ($r = 0,69$) y el rendimiento de la canal ($r = 0,56$). Esto sugiere que la medición ecográfica es útil como técnica para la determinación de características relacionadas con el rendimiento carnicero incluso en las condiciones de producción del país.

Palabras clave: ultrasonido, peso vivo, rendimiento de canal caliente.

ABSTRACT

Ecuadorian beef production grows rapidly according to the demands of consumers, for instance, in order to improve the yields of the beef cattle breeding system it is necessary to use tools that provide reliable and immediate information on the growth of the animals, so that ultrasound represents a useful option to achieve it. Therefore, in the present study 224 zebu type steers, younger than 25 months, were evaluated by ultrasound, two characteristics related to butcher performance were measured: rib eye area and backfat thickness. In addition, the results of the observation were compared with two variables that are used in the country to define yield at slaughter: live weight and hot carcass yield. A high variability was found within the sampled animals, however, average values of rib eye area (42.84 cm²) and backfat thickness (4.8 mm) were easily evaluated. Additionally, the correlation analysis shows that rib eye area is positively related to live weight ($r = 0.69$) and carcass yield ($r = 0.56$). This suggests that ultrasound measurement is useful as a technique for measuring characteristics related to butcher performance even under Ecuadorian production conditions.

Keywords: ultrasound, live weight, hot carcass dressing.

¹ Carrera de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

² Empresa Pública Metropolitana de Rastro Quito (EMRAQ-EP), Quito, Ecuador.

³ Investigador independiente.

⁴ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Central del Ecuador, Ecuador.

1. INTRODUCCIÓN

El 60% de las reses que se faenan en Ecuador provienen de las razas cebuanas y sus cruzamientos, sin embargo, la falta de información relacionada con la calidad de sus canales no permite que se diferencie el pago que reciben los productores y el precio que deben pagar los consumidores (1). Según Castillo y Carpio (2019), en el país existe un mercado potencial que busca calidad de carne relacionada con aspectos sanitarios, de bienestar animal, de maduración de carne y trazabilidad. No obstante, la eficiencia de producción del sector de la carne puede mejorar, así como el consumo de carne si se compara con otros países de la región (2).

A nivel nacional existen pocas investigaciones sobre calidad de carne en el animal vivo y su canal, la mayor parte se enfoca en el proceso de faenamiento, aspectos ambientales del manejo de desechos y agua e implementación de nuevos mataderos municipales (3). El propósito de la evaluación de la calidad de carne en el animal vivo es asegurar que, una vez sacrificado el animal, la cantidad de carne comercializable sea mayor a la de tejido óseo y adiposo, pues esta representa un mayor valor en el mercado (4). Ahora bien, para evaluar esto se han utilizado diferentes métodos, complementarios al pesaje de los animales, uno de ellos es el ultrasonido o abordaje ecográfico (5).

El uso de ecografía en tiempo real para valorar animales vivos y predecir sus rendimientos de canal originalmente se desarrolló en los Estados Unidos de Norte América, a través de investigaciones realizadas en la Universidad de Cornell desde los años 80 (6). Actualmente, la ecografía permite cuantificar la cantidad de tejidos musculares y grasos en el animal vivo, este método no invasivo, de sencilla aplicación y de relativamente bajo costo, permite definir el futuro rendimiento a la canal de forma rápida, eficiente y replicable, evaluando mediante la colocación de una sonda externa en la región dorsal del bovino (7). La determinación de la porción comercializable del animal, se refleja en el área del ojo del lomo o la porción del músculo Longissimus dorsi, cuyo tamaño también determina el punto óptimo del rendimiento al desposte y en el grosor del tejido graso acumulado inmediatamente por encima de este músculo, conocido como grasa dorsal (8).

Por lo tanto, el presente trabajo buscó evaluar, mediante el uso de ecografía, el área de ojo de lomo y el espesor de grasa dorsal de cebuanos mestizos faenados en un matadero de Ecuador y relacionar estos resultados con el peso vivo y el rendimiento de la canal de los animales evaluados, con el fin de proporcionar una línea base que sirva de referencia a los ganaderos que deseen implementar la ecografía como método para determinar el momento óptimo de faenamiento.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron 224 bovinos cebuanos de acuerdo a sus características físicas. Dichas características incluyeron: giba

en forma de riñón sobre la cruz (desde muy pronunciada a media), cuello corto o mediano con papada (área extra de piel) y ombligo pendulante. Además, todos los animales ecografiados fueron machos, menores a 25 meses de edad, por pertenecer a la población que se sacrifica mayoritariamente en el matadero bajo estudio.

Por seguridad de los investigadores los animales excesivamente agresivos o nerviosos fueron excluidos del estudio. Además, los propietarios de los animales fueron informados, sobre el estudio, entendieron que los animales no iban a sufrir daño alguno y que todas las mediciones serían externas y no invasivas, una vez conocido esto firmaron un consentimiento escrito.

El muestreo aplicado en la presente investigación fue de tipo sistemático aleatorio, pues todos los individuos que mostraron el fenotipo cebú tuvieron la misma probabilidad de ser elegidos. En cada día de muestra en vivo, se elegía al primer individuo al azar y el orden de elección de los demás estuvo condicionado por el mismo.

Los animales seleccionados ingresaron de a uno en un brete de contención y sujeción, diseñado para este estudio, que protegía a los investigadores y permitía mantener la cabeza del bovino elevada de tal manera que el lomo se presentaba recto para realizar la observación. Una vez dentro del brete se registraba la identificación del animal, conforme al código del matadero, y se procedía con la colocación del mediador acústico y la sonda. El mediador acústico empleado fue aceite vegetal, en lugar de gel de agua, porque se observó mayor nitidez en las imágenes obtenidas con este medio.

Se empleó un equipo de ultrasonido (Modelo CTS - 800 Marca SIUI) con una sonda lineal "back-fat" (frecuencia 3.5 MHz) específica para medir área de ojo de lomo y grasa dorsal en especies domésticas (ver Figura 1). Las mediciones fueron realizadas por dos técnicos veterinarios con experiencia en observación ecográfica y para medir las imágenes se empleó el software incorporado en el equipo, considerando medidas en centímetros cuadrados y milímetros.

Las imágenes fueron tomadas del punto ubicado entre la doceava y treceava costilla (espacio intercostal), sobre el área del músculo Longissimus dorsi. Para evitar errores, se tomaron tres imágenes de cada animal, que primero fueron comparadas entre sí para determinar si había mucha diferencia entre ellas, si se observaba una gran diferencia en alguna imagen, se colocaba más mediador acústico y se tomaban nuevamente las medidas. Posteriormente, los valores de área de ojo de lomo (centímetros cuadrados) y espesor de grasa dorsal (milímetros) fueron promediados usando los valores de las tres imágenes. Adicionalmente, se obtuvieron los registros de peso vivo y rendimiento de la canal de los animales estudiados, mismos que fueron comparados con los valores de área de ojo de lomo para corroborar la correlación entre estas variables.

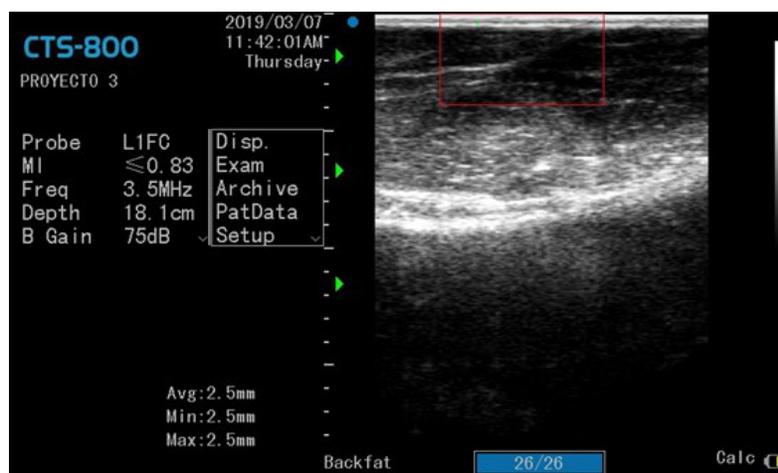


Figura 1. Captura de pantalla del ecógrafo Modelo CTS – 800 Marca SIUI realizando una medición de grasa dorsal en un bovino.

Las medidas de tendencia central que se utilizaron en la investigación fueron media, mínimo y máximo de cada variable en estudio. Las medidas de dispersión que se usaron fueron: desviación estándar y coeficiente de variación. Finalmente, se realizó un análisis de correlación de Spearman entre los valores de área de ojo de lomo y rendimiento a la canal para determinar si existía asociación entre estas variables. Se utilizó la correlación de Spearman en lugar de la correlación de Pearson, porque los datos no cumplieron con el supuesto de normalidad.

3. RESULTADOS

Los resultados del estudio ecográfico, peso vivo y rendimiento de canal caliente se muestran en la Tabla 1. El promedio de área de ojo de lomo para el grupo fue de $42,48 \text{ cm}^2 \pm 6,91 \text{ cm}^2$ con un coeficiente de variación de 16,27 %, destacando una amplia diferencia entre los animales estudiados, pues el valor mínimo encontrado fue de $26,84 \text{ cm}^2$ y el área de ojo de lomo más grande tuvo un tamaño de $64,77 \text{ cm}^2$. Por otro lado, el promedio de espesor de grasa dorsal fue de $4,8 \text{ mm} \pm 0,9 \text{ mm}$ con un coeficiente de variación de 18,75 %, más amplio que el de área de ojo de lomo, así, en esta variable, el valor mínimo observado fue de 2,5 mm y el máximo de 7,8 milímetros.

El promedio de peso vivo de los animales fue de $389,49 \text{ kg} \pm 43,82 \text{ kg}$, con un coeficiente de variación de 11,25 %, un valor mínimo de 290 kg y otro valor máximo de 546 kilos.

Finalmente, el promedio de rendimiento de la canal fue de $53,37\% \pm 4,22\%$ con un coeficiente de variación de 7,91%, pero un valor mínimo de 38,46% y un valor máximo de 70,34%.

Tabla 1. Medidas ecográficas (área de ojo de lomo y espesor de grasa dorsal), peso vivo y rendimiento de la canal de bovinos cebuanos mestizos previo a su sacrificio en un matadero de Ecuador.

Variable	Media	SD	CV %	Min.	Max.
Área de ojo de lomo (cm^2)	42,48	6,91	16,27	26,84	64,77
Espesor de grasa dorsal (mm)	4,8	0,9	18,75	2,5	7,8
Peso vivo (kg)	389,49	43,82	11,25	290	546
Rendimiento de la canal caliente (%)	53,37	4,22	7,91	38,46	70,34

En cuanto al análisis de correlación, se encontró que el área de ojo de lomo guarda relación con los valores de peso vivo y rendimiento de la canal caliente. Los valores de correlación de Spearman destacan una correlación positiva de intensidad media entre el área de ojo de lomo y el peso vivo ($r = 0,69$) y una correlación positiva, también de intensidad media, entre el área de ojo de lomo y el rendimiento carnícerico ($r = 0,56$).

4. DISCUSIÓN

Como se mencionó, en el Ecuador no existen investigaciones que se enfoquen en el rendimiento carnícerico de los cebuanos faenados en mataderos públicos. Esto ha determinado que la selección genética en este sector siga un proceso más lento, que genera animales con rendimientos productivos inferiores a los obtenidos en países vecinos (8–10).

El área de ojo de lomo que se obtuvo en promedio fue de $42,48 \pm 6,91 \text{ cm}^2$ similar a lo encontrado por Yokoo (2005) en 2.590 animales entre machos y hembras de raza Nelore, provenientes de haciendas brasileñas que empleaban sistemas de producción extensivos, que registraron valores de $48,38 \pm 8,72 \text{ cm}^2$ (11). Otro

estudio más actual realizado por Assis (12) obtuvo valores de $74,41 \pm 8,17 \text{ cm}^2$ para el área de ojo de lomo en 35 toros seleccionados de esta misma raza, así también Villa et al (13) en 180 Brahman estabulados, encuentra valores que van desde los 89 a los 111 cm^2 . Esta diferencia puede darse por factores genéticos ya que los animales de estos estudios provenían de procesos de selección y mejoramiento genético, pero también los resultados pueden variar por factores nutricionales, pues los bovinos mantenidos en sistemas de pastoreo pueden recibir menos nutrientes que los estabulados y crecer más lentamente.

Brasil y Colombia utilizan la ecografía para la producción cárnica desde hace años como predictor de la calidad y rendimiento de canales, seleccionando bovinos con área de ojo de lomo elevada para que esta sea transmitida a su descendencia o utilizando dicha información en la implementación del BLUP (Mejor Predictor Lineal Insesgado) como método de evaluación genética de reproductores que hereden estos caracteres a su progenie (14). Mientras que, en Ecuador, se observa que la calidad de bovinos que fueron faenados en el matadero bajo estudio es menor y comparable solamente a los resultados que obtenían investigadores extranjeros hace más de diez años (11).

Los valores encontrados para grasa dorsal fueron de $4,8 \pm 0,9 \text{ mm}$, que coinciden con los registrados por Assis (12) que determinó valores de $4,87 \pm 1,70 \text{ mm}$ de grasa dorsal, para machos de la raza Nelore. En contraste, los valores de grasa dorsal en la presente investigación fueron superiores a los $1,93 \pm 1,36 \text{ mm}$ que describe Yokoo (11), donde se utilizaron animales de entre 14 y 20 meses de edad. En este sentido, el espesor de grasa dorsal es una medida que guarda relación con la nutrición y alimentación que recibió el animal y con el metabolismo energético del mismo (15), lo que supone que los animales observados en esta investigación recibieron una dieta acorde a sus necesidades energéticas. Sin embargo, el biotipo cebú (*Bos indicus*) deposita grasa subcutánea más tarde en su vida comparado con el biotipo europeo (*Bos taurus*) (16), por lo tanto, era de esperar que los animales de este estudio fuesen más magros, dado que eran jóvenes, menores de 25 meses.

El promedio de rendimiento de la canal fue de $53,37 \pm 4,22\%$ para machos con un peso promedio de $389,49 \pm 43,82 \text{ kg}$, ligeramente menor al reportado en Colombia León-Llanos et al. (17), quienes obtuvieron un valor de $57,3 \pm 0,6\%$. El rendimiento a la canal se define como la relación porcentual entre el peso vivo y el peso a la canal caliente, pero ninguno de ellos es constante, varían dependiendo del contenido gastrointestinal al momento del pesaje o el tiempo de descanso en corrales, así como también de la deposición de grasa visceral y otros componentes (18), que en este estudio no fueron estandarizados.

Cabe destacar que los valores de coeficiente de variación de las variables obtenidas por ecografía superaron el 16%, un valor alto que destaca la variabilidad del grupo bajo estudio. Esto se explica porque, aunque solo se consideraron machos menores de 25 meses como sujetos de estudio, los animales tuvieron orígenes diferentes donde probablemente recibieron diferente manejo y alimentación, además, no se tenía registro preciso de

su cruzamiento, por lo que se emplearon solo sus características físicas como criterios de inclusión en la muestra. Este punto podría considerarse una debilidad de la investigación, pero, a pesar de ello, se demostró que la técnica ecográfica sigue siendo valiosa para determinar el mejor momento de faena y conocer el potencial para la producción de carne de ciertos animales sin recurrir a su sacrificio.

La correlación entre área del ojo lomo (AOL) y peso vivo (PV) fue de ($r=0,69$) resultados que son muy similares a los obtenidos por Orozco et al. (8) de ($r=0,59$). Al respecto, se puede interpretar que la correlación entre estas variables será positiva aun cuando exista diversidad en el ganado a valorar. Por otro lado, la correlación entre rendimiento de la canal y área de ojo de lomo, también fue positiva con un valor de ($r=0,56$), lo que corrobora lo mencionado por varios autores que señalan a la ecografía como una herramienta útil para evaluar animales en sistemas de engorde y determinar el punto óptimo para su sacrificio de acuerdo con el rendimiento carnicero esperado (5,8,19,20).

5. CONCLUSIONES

Los animales estudiados, aunque pertenecen a un mismo fenotipo, tienen un amplio rango de valores en las características evaluadas. A pesar de esto, se pudieron definir correlaciones con ciertas variables que pueden ser utilizadas para la selección de animales en óptimas condiciones para la faena. La principal correlación se presentó con área de ojo de lomo y peso vivo, pero también se observó una correlación positiva con el rendimiento de la canal. Por lo que se sugiere que esta característica, medida con ecografía, puede funcionar como predictor no invasivo del mejor momento para la faena de los bovinos sin importar su edad o condiciones de manejo previas. Por otro lado, la evaluación del espesor de grasa dorsal puede ser un valor que permita definir diferencias en el manejo de los bovinos previo a su sacrificio, porque está relacionado directamente con la nutrición, alimentación y metabolismo energético de los animales.

6. AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada con fondos del Programa de Proyectos de Investigación Avanzada de la Dirección de Investigación de la Universidad Central del Ecuador, convocatoria 2016.

Al doctor Ramiro Montesdeoca, director veterinario de la EMRAQ-EP, y al doctor Gerardo Mendoza, gerente general de la EMRAQ-EP, por su apertura y colaboración en el desarrollo de esta investigación. A los señores propietarios introductores por su comprensión y colaboración con el muestreo. A los señores empleados y colaboradores de la EMRAQ-EP por su apoyo logístico durante la ejecución del muestreo.

7. DECLARACIÓN DE INTERÉS

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés. Los financiadores de la investigación no tuvieron ningún papel en el diseño del estudio, en la colecta o interpretación de datos,

en la escritura del manuscrito o en la decisión de publicar los resultados.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Ministerio de Agricultura y Ganadería. Ecuador es autosuficiente para cubrir demanda nacional de carne bovina. [Internet]. 2017 [cited 2022 Aug 30]. Available from: <https://www.agricultura.gob.ec/ecuador-es-autosuficiente-para-cubrir-demanda-nacional-de-carne-bovina/>
- [2] Castillo MJ, Carpio CE. Demand for High-Quality Beef Attributes in Developing Countries: The Case of Ecuador. *J Agric Appl Econ*. 2019;51(4):568–90.
- [3] Rivadeneira García RT, Montesdeoca Párraga RR, Guevara Viera R V, del Toro Ramírez A, Curbelo Rodríguez LM, Guevara Viera GE, et al. Market Study of Meat Processing Industry in Manabí, Ecuador. *Rev prod anim*. 2017;29(2):25–31. Available from: <http://scielo.sld.cu/pdf/rpa/v29n2/rpa04217.pdf>
- [4] Campos-Parra J, de Pedro ES, Astudillo-Neira R, Cabas-Monje J, Vallejos-Cartes R, Velasco-Fuenmayor J. Estimación del área del ojo del lomo total in vivo y rendimiento al desposte de bovinos destinados a un mercado exigente. *Rev Cient la Fac Ciencias Vet la Univ del Zulia* [Internet]. 2016 [cited 2022 Sep 4];26(2):120–3. Available from: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95945988009>
- [5] Pathak V, Singh VP, Sanjay Y. Ultrasound as a Modern Tool for Carcass Evaluation and Meat Processing: A Review. *Int J Meat Sci*. 2011;1(2):83–92. Available from: <https://docsdrive.com/pdfs/ansinet/ijmeat/2011/83-92.pdf>
- [6] Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Tecnología Agropecuaria. Utilización de ultrasonografía para la predicción de la composición y calidad de canal. [INIA] [Internet]. Serie actividades de difusión no 261 Tacuarembó, 91. 2010 [cited 2022 Sep 4]. Available from: <http://www.inia.uy/Publicaciones/Paginas/publicacion-581.aspx#>
- [7] Salazar-Vargas EF, Brenes-Peralta LP. Métodos para medición de grasa en canales de cerdo. *Rev Tecnol en Marcha*. 2017;30(4):28.
- [8] Murilo Orozco JA, Berrío Calle S, Barahona Rosales R. Uso de la ultrasonografía en tiempo real para la estimación de la deposición de grasa y rendimientos de canales bovinas cebuinos provenientes de diferentes fincas de Colombia. *Rev CES Med Vet y Zootec*. 2010;5(1). Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8392296>
- [9] Passeti LCG, De Assis Fonseca De MacEdo F, Teixeira AJC, Santos ADF, Backes AA, Barbosa LT, et al. Performance and body composition of young Nellore bulls slaughtered at different body weights. *Semin Agrar*. 2019;40(5).
- [10] Lima PRM, Paiva SR, Cobuci JA, Neto JB, Machado CHC, McManus C. Genetic parameters for type classification of Nellore cattle on central performance tests at pasture in Brazil. *Trop Anim Health Prod*. 2013;45(7):1627–34.
- [11] Yokoo MJI. Estimativas de efeitos genéticos e ambientais para características de carcaça mediadas pelo ultra-som em bovinos da raça nelore. UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Universidade Estadual Paulista (Unesp); 2005. Available from: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/92595>
- [12] Assis GJ de F. Determinação de peso, composição corporal e características de carcaça em bovinos nelore com uso de câmera infravermelho. Universidade Federal de Viçosa; 2017. Available from: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/12963>
- [13] Villa ANA, Paulo Duque M, Ariel Jiménez R, Alejandro Ceballos M. Evaluación ultrasonográfica de las medidas dorsales y del anca y su relación con metabolitos lipídicos en ganado Brahman. *Rev MVZ Cordoba*. 2012;17(3):3154–61. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682012000300009&lng=en&tlng=es
- [14] Freddy Yoel Gómez Quintero. Aplicación del ultrasonido como herramienta de predicción de la conformación y calidad de la carne bovina. Universidad Nacional de Pamplona.; 2017. Available from: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/18195/88251614.pdf?sequence=3&isAllowed=y#:~:text=ultrasonografía en la producción de bovinos de carne.&text=de la carne bovina%2C pues,para selección genética%2C aumentando producción.>
- [15] de Almeida Contadini M, Ferreira FA, Corte RRS, Antonelo DS, Gómez JFM, da Luz e Silva S. Roughage levels impact on performance and carcass traits of finishing Nellore cattle fed whole corn grain diets. *Trop Anim Health Prod*. 2017;49(8):1709–13.
- [16] Malheiros JM, Balsassini WA, Dias VAD, Silva JAI V., Curi RA, Chardulo LAL. Chemical and sensory meat characteristics of Nellore cattle (*Bos indicus*) finished with different levels of backfat thickness in the longissimus thoracis muscle. *Bol Indústria Anim*. 2015;72(4):341–8. Available from: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=BR2016F00003>
- [17] León-Llanos LM, Flórez-Díaz H, Duque-Muñoz LG, Villarreal M, Miranda-de la Lama GC. Influence of temperament on performance and carcass quality of commercial Brahman steers in a Colombian tropical grazing system. *Meat Sci*. 2022;191:108867. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174022001358>
- [18] Mumm Y, Webb EC. Carcass Weight, Meat Yield and Meat Cuts From Arado, Boran, Barka, Raya Cattle Breeds in Ethiopia. *J Agric Sci*. 2019;11(18).
- [19] Scholz AM, Bünger L, Kongsro J, Baulain U, Mitchell AD. Non-invasive methods for the determination of body and carcass composition in livestock: Dual-energy X-ray absorptiometry, computed tomography, magnetic resonance imaging and ultrasound: Invited review. In: *Animal*. 2015. p. 1250–64. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25743562/>
- [20] Williams AR. Ultrasound applications in beef cattle carcass research and management. *J Anim Sci*. 2002;80(E-suppl_2):E183–8. Available from: https://doi.org/10.2527/animalsci2002.80E-Suppl_2E183x