

BARCINO FUR AS AN INDICATOR OF ADAPTATION TO HIGH HEAT IN THE REGION OF VERACRUZ, MEXICO

Submitted: 05/10/2022

Accepted: 04/02/2023

Published: 20/06/2023

PELAJE BARCINO COMO UN INDICADOR DE ADAPTACIÓN AL CALOR ELEVADO EN LA REGIÓN DE VERACRUZ, MÉXICO

Hernández A.¹, Cervantes P.^{1*}, Domínguez B.¹, Córdoba M.¹,
Romero L.A.¹, Vallecillo M.A.¹

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana, Veracruz, México. Laboratorio de Alteraciones Funcionales. Miguel A de Quevedo, esquina Yáñez s/n CP 91710. Veracruz, México.

*pcervantes@uv.mx

In the Criollo del Golfo (BCG) breed, the coat is the distinctive feature. The so-called Barcino (PB) or Brindle coat, is expressed in various genetic groups with which BCG maintains interbreeding, such as continental, tropical dairy, and Cebuino cattle. Since its beginnings in the 16th century, bovine livestock production has found favorable conditions for its development in the coastal region of the Gulf of Mexico (GMCR). Currently, the production of meat under intensive production systems (SIP), located in the region, represents the completion of this process. In most of the livestock production units (UPP) that supply the SIP, the use of reproductive technologies is limited, being natural mating, based on the use of local bulls, the main breeding method. The GMCR is characterized by maintaining conditions of thermal discomfort for most of the year, recognized by the constant presence of heat waves (OC), a situation that producers counteract with the selection of cattle that are tolerant to thermal stress. The present work evaluates the probable importance of the Barcino coat in the selection of thermotolerant animals. 8 BCG cows with Barcino fur were sampled to evaluate their response to the OCs, this was considered when the existence was verified, for 3 continuous days with ITH values in a range 79 - 84, considered as dangerous, according to the index climate safety rancher. On the fourth day, the physiological constants (CF), rectal temperature (TR), layer temperature (TC), and Thermographic Camera (TCT) were obtained individually, in addition to whole blood samples to determine the Energy Metabolic Blood Profile (PMSE). The hair size (TP) of the dorsal (RD) and cervical (RC) regions were obtained by removing 10 hairs for each region, the measurements were obtained after being photographed together with a ruler, to serve as a scale by which pixels can be converted into pixels. millimeters using the IMAGEJ[®] software. The results obtained indicate that the cows with Barcino fur show thermotolerant capacity with CF (TR, TC, and TCT) in range, this tolerance was also reflected in the results obtained from the PMSE examination, considered acceptable, as they did not show severe physiological alterations. (Value H, with a lower limit of the usual diagnosis between $X \pm 1.35$), which were interpreted as similar to those of the bovine population with management considered as transition, that is, the producers, without abandoning some of their traditional practices, increasingly have access to technology, while the CF results show a homeostatic response recognized as thermotolerant, by maintaining the values considered as a reference for the region. The results of the TP yielded values of 0.86 ± 0.21 y 0.58 ± 0.17 , for the RD and the RC, respectively, these being statistically different ($P > 0.05$). The decision of the producers to select the CP in their UPP seems to be adequate, the SIP demands cattle that tolerate persistent heat stress in the GMCR throughout the time that the fattening period lasts.

Keywords: Gulf creole cattle; Heat stress; Intensive cattle production; Calf cow; ITH.

Palabras clave: Bovino criollo del Golfo; Estrés calórico; Producción intensiva de bovinos; Ternero; ITH.



Actas Iberoamericanas de
Conservación Animal

ISSN: 2253-9727

<https://aicarevista.jimdo.com>

Resumen

En la raza Bovinos Criollo del Golfo (BCG), el pelaje constituye el

rasgo distintivo. El llamado pelaje Barcino (PB), Atigrado o Brindle, se expresa en diversos grupos genéticos con los que el BCG

mantiene entrecruzamientos, como el ganado continental, lechero tropical y cebuino. Desde sus inicios en el siglo XVI, la producción ganadera bovina encontró en la región costera del Golfo de México (RCGM) condiciones favorables para su desarrollo. En la actualidad la producción de carne bajo sistemas intensivos de producción (SIP), situados en la región, representa la finalización de este proceso. En la mayoría de las unidades de producción pecuaria (UPP) que proveen al SIP, el uso de tecnologías reproductivas es limitado, siendo la monta natural, con base al empleo de toros locales, el principal método de empadre. La RCGM se caracteriza por mantener la mayor parte del año condiciones de desconfort térmico, reconocida por la presencia constante de olas de calor (OC), situación que los productores contrarrestan con la selección de bovinos tolerantes al estrés térmico. Un gran número de genes afecta el color de pelaje y los patrones de color, utilizando, para esto, diversos mecanismos, se reconocen al menos tres variantes genéticas en el origen de receptores en membrana del melanocito; ED (Color negro), e (Color Rojo) y E+ o salvaje, cuando este último interactúa con otros genes, como el Brindle (Br), se expresa el pelaje Barcino, animales con genes ED no expresan el Barcino, pero pueden expresarlo a sus hijos (Herrmann, 2013; Kunene et al., 2022). El presente trabajo evalúa la probable importancia del pelaje Barcino en la selección de animales termotolerantes. 8 vacas BCG con pelaje Barcino, fueron muestreadas para evaluar su respuesta a las OC, esta se consideró al constatar la existencia, por 3 días continuos con valores de ITH en un rango 79 – 84, considerado como de peligro, de acuerdo con el índice ganadero de seguridad climática. Al cuarto día, se obtuvieron individualmente las constantes fisiológicas (CF) Temperatura rectal (TR), de capa (TC), y de Cámara Termográfica (TCT), además, muestras de sangre completa para determinar el Perfil Metabólico Sanguíneo Energético (PMSE). El tamaño del pelo (TP) de las regiones dorsal (RD) y cervical (RC), se obtuvo removiendo 10 pelos por cada región, las medidas se obtuvieron luego de ser fotografiadas junto con una regla, para servir como una escala mediante la cual los píxeles se pueden convertir en milímetros por medio del software IMAGEJ®. Los resultados obtenidos indican que las vacas de pelaje Barcino muestran capacidad termotolerante con CF (TR, TC Y TCT) en rango, dicha tolerancia también se vio reflejada en los resultados obtenidos del examen del PMSE, considerados como aceptables, al no manifestar alteraciones fisiológicas severas (Valor H, con un límite inferior del diagnóstico habitual entre $X \pm 1.35$), los cuales fueron interpretados como similares a los de la población bovina con un manejo considerado como de transición, es decir los productores, sin abandonar algunas de sus prácticas tradicionales, acceden cada vez más a la tecnología, en tanto que los resultados de las CF muestran una respuesta homeostática reconocida como termotolerante, al mantener los valores considerados como de referencia para la región. Los resultados del TP arrojaron valores de 0.86 ± 0.21 y 0.58 ± 0.17 , para la RD y la RC, respectivamente, con

diferencia estadística ($P > 0.05$). La decisión de los productores de seleccionar el PB en sus UPP parece ser adecuada, los SIP demandan bovinos que toleren el estrés por calor persistente en la RCGM a lo largo del tiempo que dura el periodo de engorda.

Introducción

Los bovinos Criollos del Golfo (BCG), Criollos con diversos encastes con Cebú, cuya localización geográfica en la región costera del Golfo de México, no rebasa una altura de 400 msnm, se destacan por sus características fenotípicas que los distinguen, en especial el color y las características de su pelaje, este rasgo se ha convertido en un criterio de selección para sistemas de producción intensiva (SPI) de la región, dado que ha sido considerado como un indicador de su capacidad de adaptación al entorno de desconfort térmico que existe la mayor parte del año en esta región (Manrique, 2000). El interés sobre la capacidad de adaptación al calor elevado de diversos grupos genéticos y sus cruces en climas cálidos ha sido registrado con base a estudios que demuestran la expresión genética relativa de genes involucrados en esta condición, tal es el caso de ATP1A1, NR3C1, POMC, NPY, and LEP, en bovinos producto de la cruce de razas, Caracú (*Bos taurus*), que tiene su origen en las razas Portuguesas Minhota (Rubia Gallega) y Alenteja, y Nelore (*Bos indicus*), traído a Brasil en la época colonial raza Cebú Nelore traído a Brasil de la India las cuales, en este estudio, exhibieron una adaptabilidad similar, a las condiciones climáticas tropicales (Kunene et al., 2021). Entre los BCG, seleccionados como termotolerantes, destacan los de pelaje Barcino o atigrado (Sarlo et al, 2020). Para corroborar que dicho pelaje influye en la capacidad termotolerante de los bovinos, se evaluaron aspectos fenotípicos y de respuesta fisiológica en estos animales en un periodo de calor elevado u onda de calor (OC), en un hato proveedor de bovinos para los SPI de la región.

Material y métodos

Durante el periodo de calor elevado en la región, según lo reportado por Domínguez et al. (2019) se presentan las llamadas de OC, indicado por 3 días consecutivos con al menos de 10 horas, cada uno, con un valor ITH de peligro (82 de ITH); 7 vacas y un toro del grupo genético BCG, con pelaje Barcino, definida como raza local, mantenidas en una Unidad de Producción Pecuaria (UPP), del sistema Vaca – Cría, ubicado en la localidad “Palmira” del municipio de Tlacojalpan, Veracruz ($18^{\circ} 37' N$ y $95^{\circ} 40' O$) y a 10 msnm). Los BCG que participaron en el trabajo fueron seleccionadas de la UPP, por las características pelaje Barcino o Atigrado y morfométricas; Altura (ALT), que determinó por medio de un bastón zoométrico (m), su peso (PES) en Kg y el largo de los cuernos (LC) en cm, por medio de una cinta, así como el por ciento de características de la raza Cebú, para determinar que el fenotipo de los animales seleccionados como BCG correspondieran a este grupo genético, se empelaron las matrices fenotípicas de razas

locales, propuestas por Sponenberg y Red (2015), que determinan, por medio de una validación de las características fenotípicas y morfométricas, una mayor expresión racial de *Bos Taurus* sobre el *Bos indicus*. La edad promedio de los BCG, se consiguió por medio de los registros de la UPP.

Para determinar el tamaño del pelo de los bovinos Barcinos, se tomaron muestras de pelo en dos en sitios distintos de las regiones Dorsal (RD) y Cervical (RC), se midieron 5 por cada sitio de muestra, 10 en total para cada región, las medidas se obtuvieron colocando los pelos en una hoja en blanco, para ser fotografiadas, junto con una regla para servir como una escala mediante la cual los píxeles se pueden convertir en milímetros por medio del software IMAGEJ® (Schindelin et al., 2012).

A todos los BCG les fueron registradas las respuestas térmicas corporales (C°); temperatura rectal, (TR), empleando un termómetro digitalizado, Vicks®, temperatura de capa (TC) obtenida de la región frontal, a 20 cm de distancia con un termómetro de infrarrojos, SunShine® y la temperatura de la silueta corporal a 2 metros de distancia, obtenida por una cámara térmica NOYA® con una resolución de 1024 píxeles (TCT), así como la frecuencia respiratoria (FR), por observación de los movimientos de la región del flanco, cronometrando un minuto (rpm), por medio de un cronómetro (2017).

Con el empleo de un Higrotermómetro digital (Steren®), cubierto con resguardo térmico y colocado a 1.5 metros en la UPP, se registraron los indicadores del confort animal climático y la posible existencia de OC, indicadores de bienestar animal, obtenidos a partir del registro la temperatura ambiental (TA, °C) y la humedad relativa (HR), en el horario señalado, para obtener el valor del Índice de Temperatura y Humedad (ITH), empleando la ecuación propuesta por Valtorta y Gallardo (1996): $ITH = [(1.8 * TA + 32) - ((0.55 - 0.55 * HR / 100) * (1.8 * TA - 26.8))]$. Los registros se hicieron a las 11:00 y a las 14:00 del día del estudio y se consideraron los valores, durante el mismo lapso de tiempo, registrados en los 3 días previos al de la fecha, con el fin de determinar la existencia de OC cuando la calificación del ITH alcanzaba las categorías del ITH, de Peligro (79 – 84) y Emergencia (>84) (Hahn et al., 2000).

Los resultados obtenidos por cada muestreo se analizaron estadísticamente por estadística descriptiva y ANDEVA de una sola vía, del modelo lineal general (GLM), empleando el programa estadístico STATISTICA® V 10.1

Al mismo tiempo, muestras sanguíneas obtenidas de la región coccígea en tubos con anticoagulante, BD - Vacutainer®, EDTA 7,2 mg, fueron utilizadas para efectuar pruebas en el punto de atención (POCT, por sus siglas en inglés), para lo cual se emplearon tiras reactivas para diagnóstico “*in vitro*” que utiliza el equipo electrónico portátil FreeStyle Optium Neo (Abbott®), para los analitos; Dβ - Beta-Hidroxioxy Butirato y Glucosa (mmol/L) y los valores del volumen del paquete celular (VPC, %) y la Hemoglobina (g/dL), que se determinaron con tiras reactivas del

hemoglobinómetro portátil cuantitativo de Hemoglobina (Mission® Hb) con el método fotometría de reflectancia, en tanto que la Condición Corporal (CC), escala 1 – 5, se determinó de acuerdo con la metodología propuesta por Cooke et al., (2021), donde la calificación 1 se refiere a animales emaciados y 9 a obesos. Para analizar los resultados de las pruebas sanguíneas y la CC, se utilizó una aplicación en la hoja de cálculo (Excel®), programada para la determinación del PMSE de acuerdo con lo propuesto por, Corro et al. (1999) y Álvarez (2004), a partir del promedio y la desviación estándar, valor H, con un límite inferior del diagnóstico habitual entre $X \pm 1.35$ y el límite superior de diagnóstico habitual entre $X \pm 2.35$, donde los valores comprendidos entre ± 1.35 y ± 2.35 se consideran como una alteración funcional, sin que el individuo curse con una afección patológica.

Resultados y discusión

Los BCG seleccionados contaban con una edad promedio de 66 meses, los valores promedio para ALT, PES y LC, resultaron en 1.33 ± 0.04 m, 479 ± 45.9 K, y 13.71 ± 7 cm, respectivamente, los porcentajes de características de Cebú del grupo fueron de un 20 % y un 30 %, para 2 y 6, de los 8 bovinos del grupo, respectivamente, estos resultados son semejantes a los reportados por Gómez-Boucrin et al., (2018), para BCG en el estado de Veracruz.

Tabla I. Categorías de ITH en una Unidad de producción pecuaria bovina en el centro costa del estado de Veracruz, tres días previos al muestreo de Bovinos Criollo del Golfo y el día del muestreo. (*Categories of ITH in a Bovine Livestock Production Unit in the center coast of the state of Veracruz, three days prior to the sampling of Criollo del Golfo Cattle and the day of sampling*).

| Indicador/día | Día previo 1 | Día previo 2 | Día previo 3 | Día muestreo |
|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Temperatura C° | 36 | 37 | 35 | 35 |
| Humedad relativa | 40 | 40 | 46 | 49 |
| ITH | 83 | 85 | 84 | 84 |

ITH = Índice de Temperatura y Humedad (ITH), Valtorta et al. (2004).
Fechas = 22 a 25 de abril 202

La tabla I, muestra la categoría del ITH registrada durante el periodo de tiempo que duró el manejo de los BCG con pelaje Barcino, para la obtención de las muestras, así como las registradas los tres días previos. Las categorías del ITH en todos los casos, tres días previos y el día del muestreo, se encontraron dentro del rango de peligro, por lo que se puede considerar la existencia de una ola de calor al momento del muestreo.

La tabla II, muestra los valores de la respuesta fisiológica al periodo de OC de los BCG con pelaje Barcino. Los resultados del valor H de la prueba del PMSE, durante una ola de calor de -2.46, 1.60, -0.27, 1.42, para GLU, BHB, VPC y HEM, (figura 1), así como una calificación promedio 4.5 para la CC (1 - 9), indican que, tanto el PMSE, como la CC, se encuentran en los valores de referencia

considerados por Cervantes et al. (1993), para la ganadería vacuna en las regiones cálidas y húmedas de la región costera de Veracruz, si bien los resultados, en su mayoría negativos, deben de ser considerados como los esperados en ganaderías de transición, donde valores pobres en energía con un equilibrio para actividades reproductivas y tolerancia a enfermedades, asociadas a la adaptación de las razas locales al calor elevado, por lo que Whitaker et al. (1999), al estudiar el empleo del PMSE en las regiones tropicales y subtropicales en ganaderías de baja escala recomiendan el uso periódico del PMSE ya que sus resultados permiten asegurarse de que no se pasen por alto las limitaciones metabólicas importantes en la ganadería tropical y que no se asume erróneamente, que existen restricciones para su desarrollo y consideran que las pruebas de metabolitos deben continuar su utilización esporádicamente como parte de programas de medicina preventiva y control de aporte de nutrientes en la región.

Tabla II. Respuesta fisiológica de bovinos Criollo del Golfo con pelaje Barcino o Atigrado a una onda de calor el día 25 del mes de abril del año 2022 en la región centro costa del estado de Veracruz, México. (Physiological response of Criollo del Golfo cattle with Barcino or Brindle fur to a heat wave on April 25, 2022, in the central coastal region of the state of Veracruz, Mexico).

| Bovino | Tª Rectal (°C) | Tª capa (°C) | Tª térmica (°C) | FR* |
|--------|----------------|--------------|-----------------|-----|
| 1 | 35.22 | 37.3 | 37.9 | 44 |
| 2 | 37.9 | 35.4 | 36.4 | 36 |
| 3 | 38.4 | 36.9 | 39.2 | 56 |
| 4 | 37.8 | 35.4 | 38.7 | 44 |
| 5 | 39.0 | 42.4 | 41.2 | 40 |
| 6 | 37.9 | 36.8 | 36.0 | 45 |
| 7 | 37.9 | 36.8 | 38.4 | 43 |
| 8 | 38.2 | 36.8 | 36.2 | 40 |

FR: Frecuencia respiratoria (respiraciones por minuto)

Los resultados obtenidos de la medición del tamaño de los pelos arrojaron valores promedio de 0.86 ± 0.21 y 0.58 ± 0.17 , para la RD y la RC, respectivamente, siendo estos diferentes estadísticamente ($P > 0.05$). La longitud del pelo de la RC resultó similar a lo reportado por Rozende et al. (2017), 1.11 ± 0.25 , para novillas Holstein X Gyr-Guzerat en Brasil durante el verano, quienes consideran que los animales pudieron mantener la homeotermia, y concluyen que esta condición muestra que están bien adaptados a las condiciones climáticas de la región en estudio.

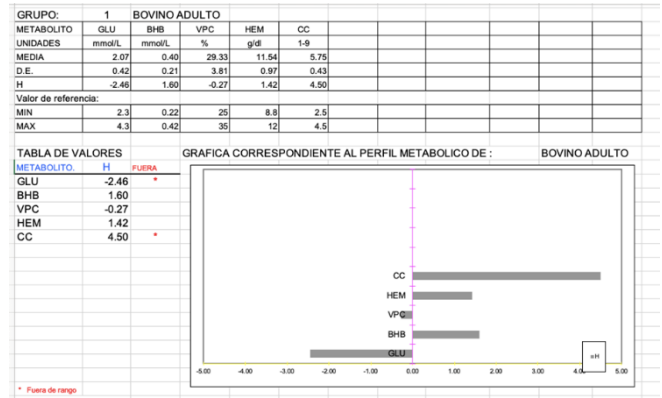


Figura 1. Perfil metabólico energético de bovinos Criollo del Golfo con pelaje Barcino o Atigrado. n de desviación estándar (valor H), con un límite inferior $X \pm 1.35$ y el límite superior $X \pm 2.35$ con respecto a valores de referencia de vacas de la región de estudio, clima cálido y húmedo (Laboratorio de Alteraciones Funcionales. FMVZ – UV). (Energy metabolic profile of Gulf Creole cattle with Barcino or Brindle coat. n of standard deviation (H value), with a lower limit $X \pm 1.35$ and the upper limit $X \pm 2.35$ with respect to reference values of cows in the study region, hot and humid climate (Functional Alterations Laboratory. FMVZ – UV).

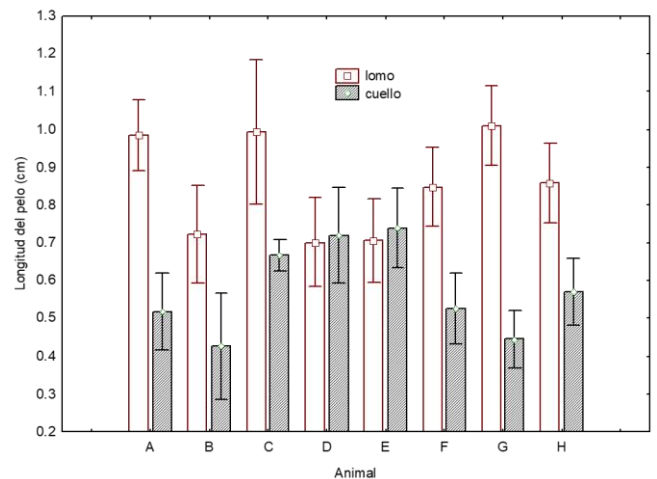


Figura 2. Longitud del pelo del cuello, región cervical (RD) y el lomo, región dorsal (RD), de bovinos Criollo del Golfo con pelaje Barcino o Atigrado n = 8 (A – H), con valores promedio de 0.86 ± 0.21 y 0.58 ± 0.17 , para la RD y la RC, respectivamente. (Hair length of the neck, cervical region (DR) and loin, dorsal region (DR), of Gulf Creole bovines with Barcino or Brindle coat n = 8 (A - H), with average values of 0.86 ± 0.21 and 0.58 ± 0.17 , for the DR and the CR, respectively).

Conclusiones

El color del pelaje Barcino o atigrado en vacas con características morfométricas del BCG, podría ser una condición favorable para su desarrollo en sitios con condiciones meteorológicas asociadas a eventos de OC en regiones ganaderas cálidas y húmedas, al mostrar un comportamiento similar al de vacas mantenidas en hatos con

características similares a las reportadas para animales considerados adaptados en diversas regiones del trópico, donde las ganaderías en transición, han mostrado un buen potencial para la producción de carne y leche.

Existe un creciente interés de los productores del sistema vaca – cría del estado de Veracruz, México, por el BCG con pelaje Barcino, en una región climática que presenta al año un número elevado de eventos de OC, sobre todo durante el verano, y que dicho interés, se ve reflejado en los corrales de engorda de la región, donde estos animales, son más numerosos que los BCG con pelajes de otro tipo, esta podría estar influido por su respuesta al calor elevado, esta condición muestra que estarían bien adaptados a las condiciones climáticas de la región en estudio.

Bibliografía

- Álvarez, C. J. L. 2004. Bioquímica nutricional y metabólica del bovino en el trópico. Edit. Universidad de Antioquía. Colombia.
- Cervantes Acosta, P., Pulido Albores, Á. R., Hernández Beltrán A. 1993. El perfil metabólico y su relación con el comportamiento reproductivo en bovinos hembra de la Región Central del Estado de Veracruz. III Encuentro de Intercambio para la Investigación Agropecuaria y en Biología de la Reproducción. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa y Unidad Xochimilco. México D.F., P. 137 – 152.
- Corro, M., Rubio, I., Castillo, E., Galindo, L., Aluja, A., Galina, C.S., Murcia, C. 1999. Effect of blood metabolites, body condition and pasture management on milk yield and postpartum intervals in dual-purpose cattle farms in the tropics of the State of Veracruz, México. *Preventive Veterinary Medicine* 38: 101-117.
- Domínguez-Mancera, B., Hernández-Beltrán, A., Rodríguez-Andrade, A., Cervantes-Acosta, P., Barrientos-Morales M., Pinos-Rodríguez, J.M. 2017. Changes in Livestock Weather Security Index (Temperature Humidity Index, THI) During the Period 1917-2016 in Veracruz, Mexico. *Journal of Animal Research*: 7: 983-991. DOI: 10.5958/2277-940X.2017.00149.8
- Gómez-Boucrin, F., Cervantes, P., Hernández, A., Domínguez, B., Barrientos, M. 2017. Variabilidad polimórfica del locus *csn3* en Bovino Criollo del Golfo, en Veracruz, México. *Actas Iberoamericanas en Conservación Animal* 10: 222-228.
- Hahn, G. L., Mader, T. L., Gaughan, J. B., Hu, Q., Nienaber, J. A. 2000. Heat waves and their impacts on feedlot cattle ICB-ICUC 99 (Sydney, 8-12 November 1999). WMO/TD-No 1026. WMO, Geneva. pp 353-357
- Herrmann, P. 2013. Revista Brangus, Bs. As., 35(67):56-58.
- Kunene, L.M., Muchadeyi, F.C., Hadebe, K., Mészáros G, Sölkner J, Dugmore T and Dzomba EF (2021) Genetics of Base Coat Colour Variations and Coat Colour-Patterns of the South African Nguni Cattle Investigated Using High-Density SNP Genotypes. *Front. Genet.* 13:832702. doi: 10.3389/fgene.2022.832702
- Manrique P. L. p. 2000. El ecotipo criterio para medir adaptabilidad bovina en condiciones climáticas tropicales: comportamiento reproductivo en una raza lechera. *Acta agronómica.* 50: 61-65.
- Rezende Soraia Rage, Bueno Mara Regina, Nascimento de Mattos; Munhoz Susiandra Kloster; Marques da Silva Natascha Almeida. 2017. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, 38: 381-390. DOI: 10.5433/1679-0359
- Sarlo Davila K. M., Howell A., Nunez A., Orelie A., Roe V., Rodriguez E., Dikmen S. and Mateescu R. G. 2020. Genome-wide association study identifies variants associated with hair length in Brangus cattle. *Animal Genetics*, 51, 811–814. <https://doi.org/10.1111/age.12970>
- Sponenberg D.P. y Reed C. 2015. Uso de matrices fenotípicas en la conservación de razas locales. *Revista AICA.* 6: 67-73. <https://aicarevista.jimdo.com/n%C3%BAmeros/vol%C3%BAmen-6-2015/>
- Schindelin J, Arganda-Carreras I, Frise E, Kaynig V, Longair M, Pietzsch T, Preibisch S, Rueden C. 2012. Fiji: an open-source platform for biological-image analysis. *Nat Methods.* 28:676-82. DOI: <https://doi.org/10.1038/nmeth.2019>
- Valtorta, S. y Gallardo, M. 1996. El estrés por calor en producción lechera. En: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. *Argentina. Miscelánea* N°81. pp 173-185.
- Vilela P.B., Nedenia S.B., Stafuzza L.B., Alfonso de Freitas M.A., Mercadante B.E., Ramos S.C., Paz P. 2020. Expression of candidate genes for residual feed intake in tropically adapted *Bos taurus* and *Bos indicus* bulls under thermoneutral and heat stress environmental conditions. *Journal of Thermal Biology.* 99:102998 <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.00619-3>
- Whitaker D.A., Goodger W.J., Garcia M., Perera B.M., Wittwer F. 1999. Use of metabolic profiles in dairy cattle in tropical and subtropical countries on smallholder dairy farms. *Prev Vet Med. Jan 27;38 (2-3):119-31.* [https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(98\)00118-4](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(98)00118-4) PMID: 10081792.
- Vitali, A., Segnalini, M., Bertocchi, L., Bernabucci, U., Nardone, A., Lacetera, N. 2009. Patrón estacional de mortalidad y relaciones entre la mortalidad y el índice de temperatura y humedad en vacas lecheras. *J. Ciencias de la leche;* 92:3781–3790.