Artículo científico

Efecto del biotipo en el comportamiento productivo y la calidad de la carne de toros en silvopastoreo

Effect of biotype on the productive performance and beef quality of bulls under silvopastoral system conditions

Jorge Iraola-Jerez *https://orcid.org/0000-0001-8521-948X*, Yenny García-Orta *https://orcid.org/0000-0001-6740-2723*, Luis Mateo Fraga-Benítez *https://orcid.org/0000-0002-9697-4584*, Fidel Monteagudo-Díaz *https://orcid.org/0000-0003-0630-4470*, Dainel Albelo-Chaves *https://orcid.org/0000-0002-8022-0139*, Jorge Luis Hernández-Báez *https://orcid.org/0000-0001-7741-6563* y Osvaldo Tuero-Romero *https://orcid.org/0000-0001-7063-8307*

*Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. *Correspondencia: jiraola@ica.co.cu*

Resumen

Objetivo: Evaluar el efecto del biotipo en el comportamiento productivo y la calidad de la carne de toros en silvopastoreo de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Witt variedad Perú.

Materiales y Métodos*:* Se utilizaron 15 animales por tratamiento durante 195 días del período poco lluvioso (octubre-mayo). Se diseñaron dos tratamientos: 1) grupo genético *Cebú* en pastoreo *ad libitum* + complementación energética, 2) grupo genético *Siboney de Cuba* en pastoreo *ad libitum* + complementación energética. Se aplicó un modelo lineal mixto, en el que se incluyó como efecto fijo el biotipo, el sistema y el error residual como aleatorios. Se determinó el peso vivo, la ganancia media diaria, el incremento de peso y el rendimiento por hectárea. A las muestras tomadas del musculo *Longissimus dorsis*, se midió el color de la carne, así como su capacidad de retención de agua y acidez.

Resultados: Se encontraron diferencias ($p < 0,05$) para el peso de sacrificio, la ganancia media diaria, el incremento de peso y el rendimiento por hectárea, a favor del genotipo *Cebú*. La acidez, luminosidad, pigmentación roja y amarilla de la carne no difirieron de un grupo a otro. Sin embargo, sí se observaron diferencias ($p < 0,05$) para el grupo *Cebú* en la capacidad de retención de agua. Se encontraron diferencias ($p < 0,001$) en la concentración de los ácidos C18:0 y C18:1, con los mayores valores en el genotipo *Cebú*. También se hallaron diferencias significativas ($p < 0,001$) en la concentración del mirístico y el palmítico (C14:0 y C16:0, respectivamente). Sin embargo, la mayor cuantía se obtuvo en el *Siboney de Cuba*.

Conclusiones: El grupo genético *Cebú*, en las condiciones específicas específicas de esta investigación, manifestó mejor comportamiento productivo que los animales mestizos; sin embargo, en ambos genotipos, los valores porcentuales de ácidos grasos saturados, insaturados y poli-insaturados resultaron similares.

Palabras clave: Bovinae, calidad, carne, *Leucaena leucocephala,* producción animal

Abstract

Objective: To evaluate the effect of biotype on the productive performance and beef quality of bulls under silvopastoral system of *Leucaena leucocephala* (Lam) de Witt variety Perú.

Materials and Methods: Fifteen animals were used per treatment during 195 days of the dry season (October-May). Two treatments were designed: 1) genetic group *Zebu* under grazing *ad libitum* + energy complementation, 2) genetic group *Siboney de Cuba* under grazing *ad libitum* + energy complementation. A mixed linear model was applied, in which the biotype was included as fixed effect, and the system and residual error as random effects. The live weight, average daily gain, weight increase and yield per hectare were determined. On the samples taken from the *Longissimus dorsis* muscle, the beef color, as well as water holding capacity and acidity, were measured.

Results: Differences were found ($p < 0,05$) for the weight at slaughter, mean daily gain, weight increase and yield per hectare, in favor of the *Zebu* genotype. The acidity, luminosity, red and yellow pigmentation of the beef did not differ from one group to the other. Differences were found ($p < 0,001$) in the concentration of acids C18:0 and C18:1, with the highest values in the *Zebu* genotype. Significant differences were also observed ($p < 0,001$) in the concentration of myristic and palmitic acid (C14:0 and C16:0, respectively). However, the highest amount was obtained in *Siboney de Cuba*.

Conclusions: The *Zebu* group, under the conditions of this research, showed better productive performance, although between both groups there were instrumental values of beef quality which were close; nevertheless, in both genotypes, the percentage values of saturated, unsaturated and polyunsaturated fatty acids were similar.

Keywords: Bovinae, quality, beef, *Leucaena leucocephala*, animal production

Recibido: 16 de junio de 2019
Aceptado: 18 de septiembre de 2019

Como citar este artículo: Iraola-Jerez, J.; García-Orta, Yenny; Fraga-Benítez, L. M.; Monteagudo-Díaz, F.; Albelo-Chaves, D.; Hernández-Báez, J. L. & Tuero-Tuero, O. Efecto del biotipo en el comportamiento productivo y la calidad de la carne de toros en silvopastoreo. *Pastos y Forrajes*. 42 (4):309-313, 2019.

Este es un artículo de acceso abierto distribuido en Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC4.0) *https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/* El uso, distribución o reproducción está permitido citando la fuente original y autores.

PREPRINT

Introducción

La introducción de arbustos de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Witt (leucaena) en los sistemas de pastizales de gramíneas para fomentar sistemas silvopastoriles destinados a la ceba vacuna constituye una variante tecnológica factible, productiva y económicamente, si se compara con la finalización en pastizales de gramíneas (Iglesias *et al.,* 2017; Yadav *et al*., 2019). Sin embargo, varias investigaciones realizadas en Cuba con diferentes combinaciones de leucaena y gramíneas corroboran que en estos sistemas el aporte de energía metabólica limita la productividad animal (Iraola *et al.*, 2016).

Iraola *et al.* (2017) desarrollaron un estudio en el que utilizaron una complementación energética basada en *Saccharum officinarum* L. (caña de azúcar), combinada con diferentes niveles de microrganismos benéficos (MEBA), para la finalización de toros *Cebú* en sistemas silvopastoriles con *L. leucocephala* en el período lluvioso (junio-septiembre) y obtuvieron una ganancia individual superior a 0,850 kg/día. Sin embargo, alcanzar ganancias diarias superiores a 0,700 kg, al menor costo posible, en sistemas silvopastoriles en el período poco lluvioso, con los genotipos predominantes en la ganadería comercial de Cuba, es una variante tecnológica que pueden contribuir al desarrollo del segmento ganadero destinado a la producción de carne de res. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del biotipo en el comportamiento productivo y la calidad de la carne de toros en silvopastoreo de *L. leucocephala* variedad Perú.

Materiales y Métodos

Localización y manejo de los animales. La investigación se realizó en áreas experimentales del Instituto de Ciencia Animal (ICA) de la República de Cuba, localizado a 22º 53' LN, y 82º 02' LO a 92 msnm, en el municipio San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. El estudio se realizó en el período poco lluvioso (octubre-mayo), con 195 días de duración, en la finalización de toros en silvopastoreo con leucaena.

Animales y tratamientos. Se utilizaron 30 bovinos, machos enteros, con 16 meses de edad promedio al inicio del experimento. Se dividieron en dos tratamientos de 15 animales, de acuerdo con el grupo genético: 1- *Cebú* (5/8 Holstein x 3/8 *Cebú*) en pastoreo ad libitum + complementación energética, 2- *Siboney de Cuba* en pastoreo *ad libitum* + complementación energética.

Procedimiento experimental. Los animales de ambos grupos genéticos no precisaron de medicamentos preventivos y se manejaron en un silvopastoreo de *L. leucocephala* variedad Perú, asociados con pastos mejorados (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst), divididos en ocho cuartones cada uno. La rotación fue de ocho días de ocupación y 56 días de reposo. Los animales tuvieron libre acceso a los abrevaderos y saleros. Se les suministró en pastoreo 80 g/animal/día de sales minerales y se complementaron con 2 kg/animal/día de harina de *Zea mays* L. y *S. officinarum* fresca (variedad C86-12), a razón de 6 g de MS/100 kg/PV con urea al 1 %, más agua a voluntad. Se realizó el pesaje cada 28 días con una báscula digital (modelo CEMA de fabricación cubana de 1 500 kg).

Cuando se alcanzó la edad promedio de 24 meses en los dos tratamientos, los animales se trasladaron al Centro Experimental de Procesamiento Cárnico del ICA. Se mantuvieron 24 h en ayuno con acceso a agua y sombra. Posteriormente, se sacrificaron según las normas técnicas establecidas en este centro. Al terminar de faenar, se conservaron las canales durante 24 h entre 6 y 7 °C. Posteriormente, se trasladaron a una sala de deshuese y se tomaron muestras de *Longissimus dorsis* para realizar análisis instrumental a la carne.

Mediciones. Se determinó el peso vivo (inicio y final), la ganancia media diaria (GMD), el incremento de peso (IP) y el rendimiento por hectárea. A las muestras tomadas del lomo, cortadas entre la décima y duodécima costilla, se les midió a las 24 h el color de la carne con ayuda de un colorímetro (modelo CROMA-MATER®). Se determinó la capacidad de retención de agua y la acidez en el laboratorio de rumiantes del ICA. También se analizó la concentración de ácidos grasos de cadena larga mediante técnicas analíticas en los laboratorios del Centro Nacional de Investigaciones Científicas de Cuba (CNIC). Se calculó, además, la eficiencia de conversión del consumo del suplemento (caña de azúcar y harina de maíz) mediante oferta-rechazo y se estimó la eficiencia de conversión del consumo total, según las tablas de Martín y Palma (2017).

Análisis matemático. Se aplicó un modelo lineal mixto y se utilizó el macro *GLIMMIX* mediante el software SAS®, versión 9.3 (2013). En el modelo establecido, el tratamiento se consideró como efecto fijo. El sistema, animales anidados dentro del sistema y el error residual se consideraron como aleatorios. A continuación, se presenta la ecuación del modelo:

$$Yijkn = \mu + T_i + \beta_j + \alpha(\beta)kj + e_{ijkn}$$

Donde:

Yijkn = (μ) valor de los indicadores

PREPRINT

μ = media general o intercepto

T_i = efecto fijo de la i-ésimo tratamiento (i=1 y 2)

β_j = efecto aleatorio del j-ésimo sistema (j =1, 2)

$\alpha(S)_{kj}$ = efecto aleatorio del k-ésimo animal (n=1, 2,. . ., 15), en el j-ésimo sistema (1,2)

e_{ijkn} = error aleatorio asociado a las observaciones

Se realizó análisis de varianza para los indicadores productivos y de la canal. Para los efectos que resultaron significativos en el modelo ($p < 0,05$), se realizó la prueba de comparación múltiple para las medias aritméticas, según la dócima de Duncan. Se determinó el valor porcentual de la concentración de los ácidos grasos de cadena larga en las muestras de lomo. El procesamiento de la información se realizó con la ayuda del software SAS® (2013).

Resultados y Discusión

Los indicadores evaluados en el comportamiento productivo por tratamiento se muestran en la tabla 1. Para el peso vivo (PV) inicial no se encontraron diferencias, pero s*í* las hubo ($p < 0,001$) para el peso vivo de sacrificio a los 24 meses, a favor del grupo *Cebú*. También se encontraron diferencias ($p < 0,001$) para la GMD, IP y el rendimiento por hectárea entre tratamientos. Con respecto a estos últimos indicadores, todos los valores fueron superiores en el tratamiento con *Cebú* (24, 18 y 12,4 %, respectivamente).

El *Cebú* presentó mayor eficiencia de conversión para la complementación y la ración estimada. Los valores de rendimiento por hectárea no sobrepasaron los 750 kg de PV. Resultados similares informaron Iraola *et al*. (2017) con carga animal similar (1,5 cabeza/ha) y GMD cercana a los 0,900 kg, lo que pudo estar determinado porque la carga animal limita el rendimiento por hectárea. Sin embargo, estudios de modelación matemática realizados por Stuart *et al*. (2019) a partir de resultados de investigación en pastoreo, centrados en la carga animal y la producción por hectárea, corroboran que si en estos sistemas se utiliza sostenidamente una carga superior a la del presente estudio, se puede afectar la sustentabilidad del pastizal y, por ende, se reduce la GMD en los animales.

En cuanto a la coloración de la carne en las muestras del lomo, no se encontraron diferencias en luminosidad, pigmentación roja y amarilla de la carne y tampoco las hubo en la acidez (pH). Los valores de estos indicadores estuvieron en el rango de lo esperado para vacunos finalizados en pastoreo, según lo argumentado por Legako *et al*. (2018) y Peregrino-Peña *et al*. (2018), aunque se encontró diferencia ($p < 0,01$) para mayor capacidad de retención de agua en el genotipo *Cebú*. Esta superioridad del *Cebú* (*Bos indicus*) pudo estar asociada a su efecto racial (Torres y Aranguren, 2014).

La concentración porcentual de ácidos grasos de cadena larga (tabla 2) está en correspondencia con los valores de los vacunos *Cebú* y sus cruces, cebados con alimentos voluminosos (Grompone, 2015; Torres y Afanador, 2018). Se encontraron diferencias ($p < 0,001$) en la concentración de los ácidos C18:0 y C18:1, con los mayores valores en el genotipo *Cebú*. También se hallaron diferencias significativas ($p < 0,001$) en la concentración del mirístico y el palmítico (C14:0 y C16:0, respectivamente). Sin embargo, la mayor cuantía se obtuvo en el *Siboney de Cuba*. No obstante, la relación porcentual de ácidos grasos saturados e insaturados fue similar entre genotipos (tabla 3).

Con respecto a la relación omega 6:3, el genotipo *Cebú*, en similares condiciones de alimentación, fue superior en 0,57 %. Este valor de omega 6:3 concuer-

Tabla 1. Indicadores productivos de toros en silvopastoreo de leucaena, suplementados con harina *Z. mays* y *S. officinarum* fresca en el período poco lluvioso.

Indicador	Tratamiento		EE ±
	Siboney de Cuba	*Cebú*	
Peso inicial, kg	275,0	283,0	0,710
Peso final, kg	422,1	464,1	0,670***
Incremento de peso, kg	147,1	181,1	0,380***
Ganancia acumulada, kg	0,750	0,930	0,010***
Rendimiento, kg/ha	633,5	712,3	0,010***
Conversión suplemento, kg de MS/kg de PV	5,1	4,3	-
Conversión ración, kg de MS/kg de PV	9,9	8,1	-

*** $p < 0,001$

PREPRINT

Tabla 2. Concentración porcentual de los ácidos grasos totales en el músculo *Longissimus dorsis* (mg/100 g de muestra).

Clasificación	Nombre	Tratamiento		EE ±
		Siboney de Cuba	*Cebú*	
C14:0	Mirístico	3,84	2,63	0,0008***
C15:0	Miristoleico	1,18	1,12	0,2629
C16:0	Palmítico	26,49	24,68	0,0075***
C16:1	Palmitoleico	3,98	3,79	0,1974
C17:0	Heptadecanoico	1,62	1,63	0,8985
C17:1	Cis-10-Heptadecanoico	0,77	0,74	0,2852
C18:0	Esteárico	19,22	22,48	0,0003***
C18:1	Oleico	38,00	38,27	0,0001***
C18:2	Linoleico	2,27	2,89	0,2465
C18:3	Alfa-linolénico	0,97	0,99	0,9040
C20:0	Araquídico	0,78	0,78	0,3133

*** $p < 0,001$

Tabla 3. Relación porcentual de los ácidos grasos en la carne de res.

Ácidos grasos	Tratamiento	
	Siboney de Cuba	*Cebú*
Ácidos saturados	53,13	53,32
Ácidos insaturados	43,53	42,80
Ácidos poli-insaturados	3,24	3,88
Relación omega 6:3	2,34	2,91

da con lo encontrado por Torres y Afanador (2018) para animales en pastoreo en Colombia, al evaluar genotipos mestizos y *Bos Taurus*. Lo anterior apoya la idea de que con estos genotipos y dietas fibrosas se puede obtener en Cuba producción de carne de res con adecuada relación 6:3. Su consumo podría reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares.

Conclusiones

El grupo genético *Cebú*, en las condiciones específicas de esta investigación, presentó mejor comportamiento que los animales mestizos. Sin embargo, en ambos genotipos, los valores porcentuales de ácidos grasos saturados, insaturados y poli-insaturados resultaron similares.

Agradecimientos

Se agradece al Programa Nacional de Producción de Alimento Animal de Cuba por la financiación del proyecto "Perfeccionamiento de la eficiencia productiva de la cadena agroindustrial de la carne vacuna en Cuba a partir de la sostenibilidad y la preservación del medio ambiente que permita un impacto social". Se expresa también gratitud al Centro Cárnico Experimental del Instituto de Ciencia Animal y a los trabajadores del cebadero Ayala por facilitar el trabajo con los animales.

Contribución de los autores

- Jorge Iraola-Jérez. Contribución a la concepción y diseño, a la adquisición, análisis e interpretación de los datos, redactó y revisó el artículo
- Yenny García-Orta. Contribución a la concepción y diseño, al análisis e interpretación de datos, redactó y revisó el artículo.
- Luis Mateo Fraga-Benítez. Contribución a la concepción y diseño, al análisis y la interpretación de los datos.
- Fidel Monteagudo-Díaz. Contribuyó a la adquisición, análisis e interpretación de los datos.
- Dainel Albelo-Chaves. Contribuyó a la adquisición, análisis e interpretación de los datos.
- Jorge Luis Hernández-Báez. Contribuyó a la adquisición, análisis e interpretación de los datos.
- Osvaldo Tuero-Tuero: Contribuyó a la adquisición, análisis e interpretación de los datos.

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

PREPRINT

Referencias bibliográficas

Grompone, M. Composición química de los tejidos. In: G. Bianchi and O. Feed, coords. *Introducción a la ciencia de la carne*. Montevideo: Hemisferio Sur, 2010.

Iglesias, J. M.; Simón†, L. & Martín, G. J. Sistemas silvopastoriles en el contexto cubano. *Agroecología*. 12 (1):75-82, 2017.

Iraola, J.; Elías, A.; Gutiérrez, D.; García, Yenny; Fraga, L. M.; Vázquez, Arelis *et al.* Efecto de microorganismos beneficiosos activados en la finalización de toros en silvopastoreo con leucaena, complementados con caña de azúcar. *Rev. Científ. FCV-LUZ*. 27 (6):403-410, 2017.

Iraola, J.; Muñoz, E.; García, Y.; Hernández, J. L. & Moreira, E. Estrategia agroecológica de transformación en un sistema de pastizales degradados con un arreglo silvopastoril. *LRRD*. 28 (7). http://www.lrrd.org/lrrd28/7/irao28120.html, 2016.

Legako, J. F.; Cramer, Traci; Yardley, Krista; Murphy, Talya J.; Gardner, T.; Chail, Arkopriya *et al.* Retail stability of three beef muscles from grass-legume and feedlot-finished cattle. *J. Anim. Sci*. 96 (6):2238-2248, 2018. DOI: https://doi.org/10.1093/jas/sky125.

Martín, P. C. & Palma, J. M. *Manual de alimentación y manejo para fincas y ranchos ganaderos*. México: Universidad de Colima, 2017.

Peregrino-Peña, Ingrid Y.; Pérez-Villarreal, H. H.; Mayett-Moreno, Yesica & Arvizu-Barrón, E. Factores que influyen en la calidad y decisión de compra de carne res en Chiapas, México. *Nacameh*. 12 (1):1-14, 2018.

SAS. *SAS user's guide: Statistics. Version 9.1.3*. Cary, USA: SAS Institute Inc., 2013.

Stuart, J.; Rodríguez, D.; Herrera, J.; Iraola, J.; Monteagudo, F.; Tuero, O. *et al. Modelado y simulación como herramienta para el perfeccionamiento de los sistemas de producción de carne vacuna en condiciones sostenibles*. Informe final de Proyecto. Programa Nacional de Alimento Animal. San José de las Lajas, Cuba: Instituto de Ciencia Animal, 2019.

Torres, M. & Afanador, G. Efecto del biotipo animal, el tipo de pastoreo y la condición sexual sobre los perfiles de ácidos grasos de carne bovina en el trópico de altura colombiano. *Memoria del VI Congreso do de Producción Animal Tropical*. San José de las Lajas, Cuba: Instituto de Ciencia Animal. p. 1586-1590, 2018.

Torres-Rodríguez, Paola V. & Aranguren-Méndez, J. A. Marcadores genéticos para el mejoramiento de la terneza de la carne. En: N. Gonzáles-Stagnaro, E. Madrid-Bury y S. Belloso, eds. *Logros y desafíos de la ganadería de doble propósito*. Maracaibo, Venezuela: Fundación GIRARZ, Ediciones Astro Data, S. A. p. 201-211, 2014.

Yadav, A.; Gendley, M. K.; Sahu, J.; Patel, P. K.; Chandraker, K. & Dubey, A. Silvopastoral system: a prototype of livestock agroforestry. *Pharma Innovation*. 8 (2):76-82, 2019.

PREPRINT